

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-6203-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

KUMANDA VE KONTROL ATÖLYESİ

10 DERS MATERYALİ

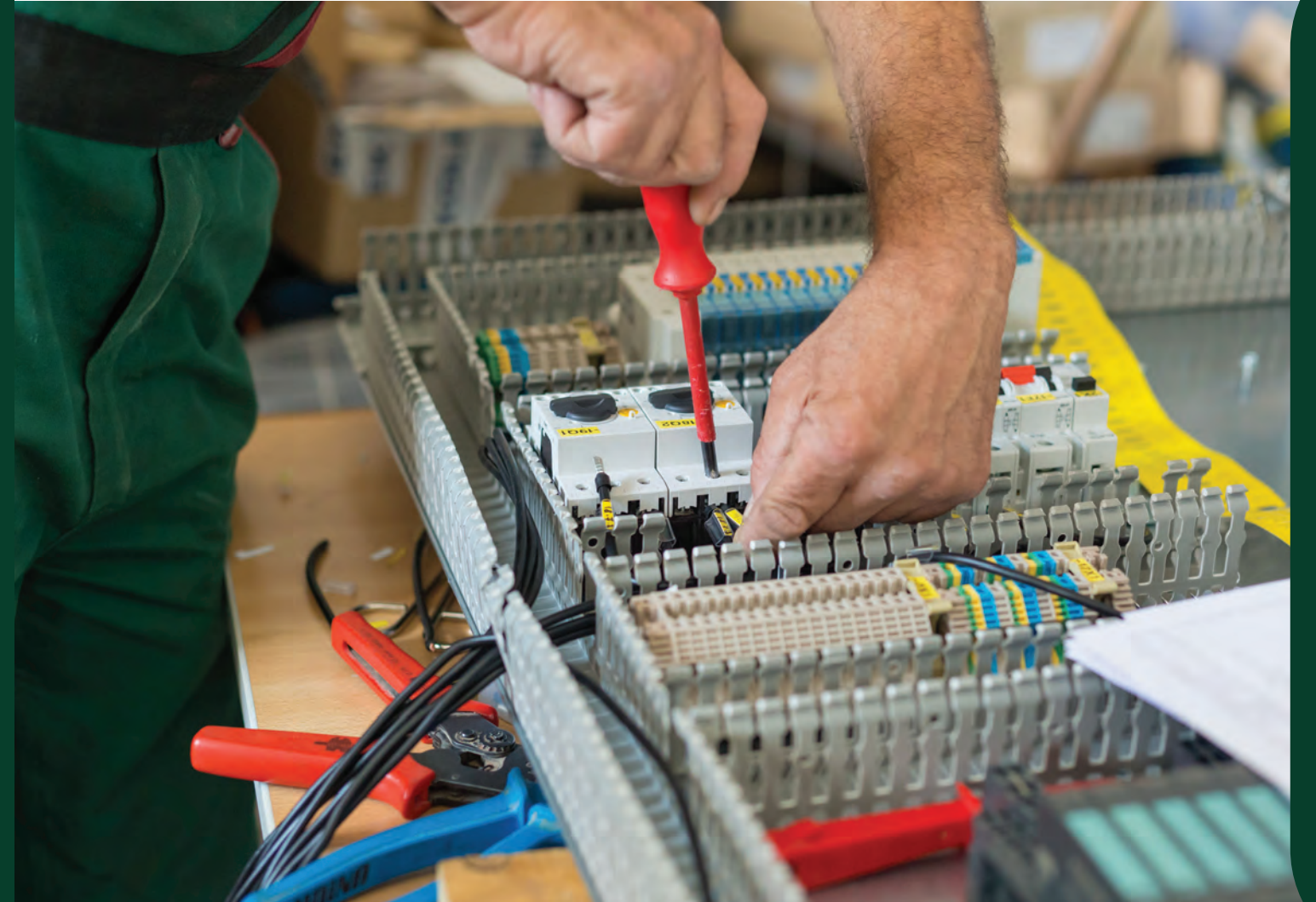
ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

KUMANDA VE KONTROL

ATÖLYESİ

DERS MATERYALİ

10



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

KUMANDA VE KONTROL ATÖLYESİ

10
DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ahmet KEKİK

Bahadır KAÇAR

Harun YENİCE

İsmail GÜNDOĞDU

Zafer ÖZTÜRK



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....	7987
DERS KİTAPLARI DİZİSİ.....	1915

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI	Elif BİLGİNSOY
REHBERLİK UZMANI	Feyza SÜNBÜL
GÖRSEL/GRAFİK TASARIM UZMANI	Fatma CEHİZ

ISBN: 978-975-11-6203-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

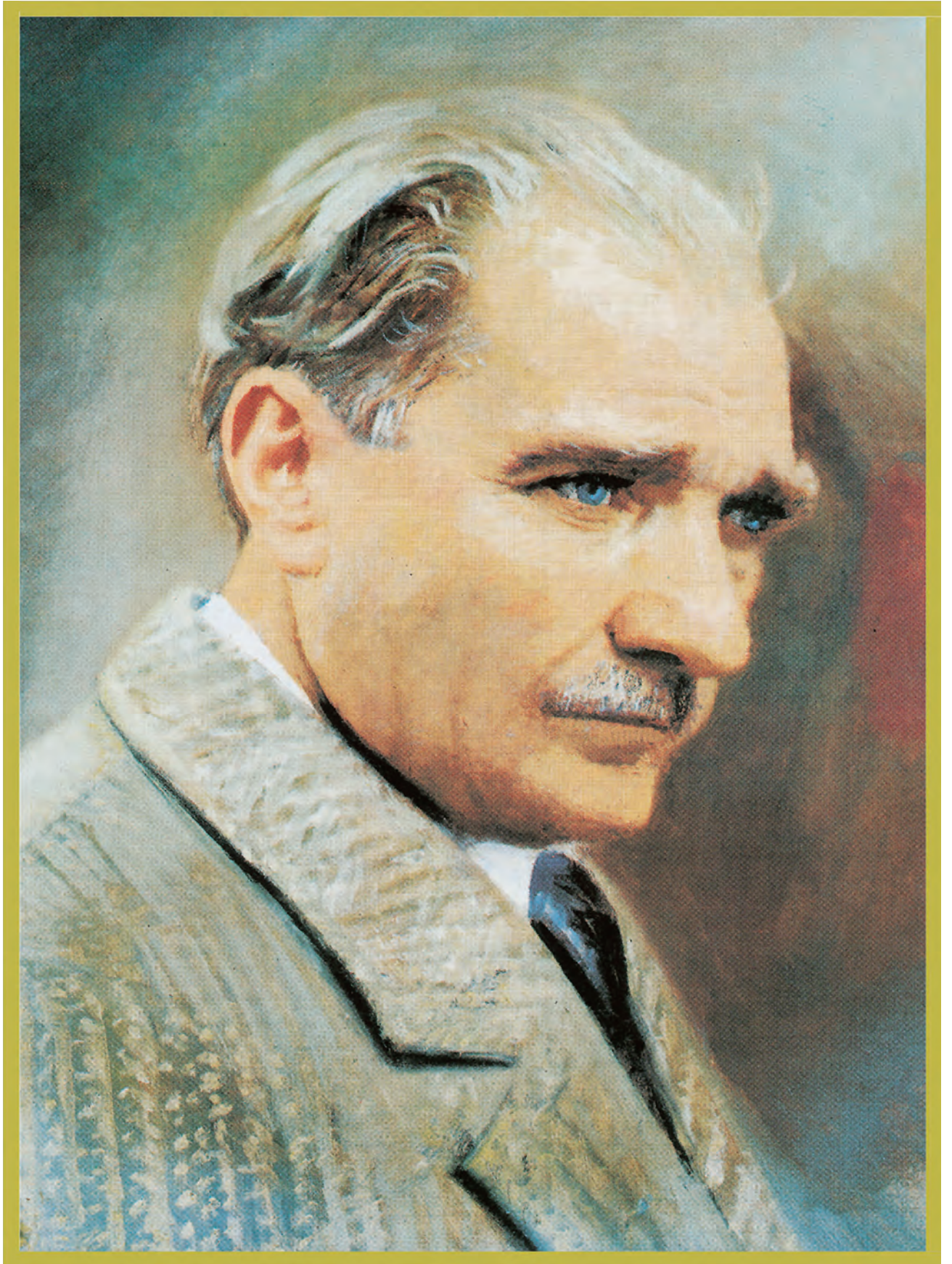
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI	16

1. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ 17

1.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI	18
1.1.1. Asenkron Motorlar	18
1.1.1.1. Asenkron Motorların Yapısı	18
1.1.1.2. Asenkron Motor Çeşitleri	20
1.1.1.3. Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensipleri	21
1.1.1.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Kayma	23
1.1.1.5. Üç Fazlı Asenkron Motor Bağlantıları	24
1.1.1.6. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Devir Yönü Değiştirme	25
1.1.1.7. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Katalog Bilgileri	26
1.1.1.8. Bir Fazlı Asenkron Motorların Özellikleri ve Çalışması	26
1.1.2. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Malzemeler	27
1.1.2.1. Kumanda Butonları	27
1.1.2.2. Paket (Pako) Şalterler	28
1.1.2.3. Sınır Anahtarları	29
1.1.2.4. Sinyal Lambaları	29
1.1.2.5. Röleler	30
1.1.2.6. Kontaktörler	30
1.1.2.7. Zaman Röleleri	32
1.1.2.8. Sigortalar	32
1.1.2.9. Aşırı Akım Röleleri	33
1.1.2.10. Motor Koruma Şalterleri	34
1.1.2.11. Motor (Faz) Koruma Röleleri	34
1.1.2.12. Faz Sırası Röleleri	34
1.1.2.13. Gerilim Koruma Röleleri	34
1.1.2.14. Frekans Koruma Röleleri	34
1.1.2.15. Kaçak Akım Koruma Röleleri	35
1.1.3. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Kablolar	35
1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ	37
1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNİN ÇİZİMİ	41
1.3.1. Kumanda Devrelerinin Çizimi	41
1.3.2. Güç Devrelerinin Çizimi	42
Uygulama: Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı İleri ve Geri Yönde Çalıştırılması	88
KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ PROBLEMLERİ	89
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	91

2. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ 93

2.1. ASENKRON MOTORLARDAKİ KALKINMA VE ETKİLERİ	94
2.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ	94
2.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLER	103
2.3.1. Asenkron Motorlarda Devir (Hız) Ayarı	103
2.3.2. AC Motor Sürücü Yapısı	104
2.3.3. AC Motor Sürücü Devre Bağlantıları	104
2.3.3.1. AC Motor Sürücü Giriş Çıkış Bağlantıları	105
2.3.3.2. AC Motor Sürücü Terminal (Klemens) Bağlantıları	107
2.3.4. AC Motor Sürücü Kontrolü	108
2.3.4.1. Yerleşik Temel Operatör Paneli (BOP)	108
2.3.4.2. AC Motor Sürücü Menü Yapısı	109
2.3.4.3. AC Motor Sürücü Bağlantı Makroları	111
2.3.4.4. AC Motor Sürücü Uygulama Makroları	113
2.3.4.5. AC Motor Sürücü Parametre Girişi	113
2.3.4.6. AC Motor Sürücü Fabrika Ayarları	113
2.3.4.7. AC Motor Sürücü Parametre Listesi	114
2.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARDAKİ YOL VERME	140
2.4.1. Çift Devirli Asenkron Motorların Devir Sayıları	140
2.4.2. Çift Devirli Asenkron Motorların Çalışması ve Yol Verilmesi	140

Uygulama: AC Motor Sürücü ile Devir Yönü Değiştirme ve Hız Kontrolü Uygulaması	147
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	150

3. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME.....151

3.1. FRENLEME SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ.....	152
3.2. FRENLEME ÇEŞİTLERİ	152
3.3. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DİNAMİK FRENLEMEYİLE DURDURULMASI.....	155
3.3.1. Dinamik Frenlemede Motora Uygulanan Gerilimin Hesaplanması	155
3.3.1.1. Yıldız Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması	155
3.3.1.2. Üçgen Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması.....	156
Uygulama: Üç Fazlı Asenkron Motorun Otomatik Frenlenmesi	163
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	164

4. ÖĞRENME BİRİMİ: PNÖMATİK SİSTEMLER.....165

4.1. PNÖMATİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI.....	166
4.1.1. Kompresörler.....	167
4.1.2. Hava Tankları	167
4.1.3. Hava Şartlandırıcı	168
4.1.4. Manometre	168
4.1.5. Pnömatik Silindirler (Pistonlar)	168
4.1.5.1. Silindir Çeşitleri.....	169
4.1.6. Pnömatik Motorlar	169
4.1.7. Pnömatik Valfler	169
4.1.7.1. Yön Kontrol Valfleri	169
4.1.7.2. Akış Kontrol Valfleri.....	172
4.1.7.3. Basınç Kontrol Valfleri	172
4.1.7.4. Özel Valfler	172
4.1.8. Pnömatik Hava Hattı ve Hattın Bağlantı Elemanları	173
4.2. PNÖMATİK DEVRE SEMBOLLERİ.....	175
4.3. PNÖMATİK DEVRE ŞEMASININ ÇİZİLMESİ	177
4.3.1. Pnömatik Devre Şeması Çizim Kuralları	177
4.3.2. Pnömatik Eleman Numaralandırma Kuralları.....	177
4.4. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE DEVRE KURULUMU.....	178
4.4.1. Simülasyon Yazılımıyla Devre Kurulum İşlemleri	179
4.4.1.1. Devre Elemanlarıyla İlgili Temel İşlemler	179
4.4.1.2. Devre Şemasının Çizilmesi	180
4.4.1.3. Devre Simülasyonunun Yapılması.....	180
4.5. PNÖMATİK SİSTEM KURULUMU	182
4.5.1. Silindirlerin Doğrudan ve Dolaylı Kontrolü.....	182
4.5.1.1. Doğrudan (Direkt) Kontrol.....	182
4.5.1.2. Dolaylı (Endirekt) Kontrol.....	182
4.5.2. Birden Fazla Silindirin Kontrolü	183
4.5.3. Yol Adım Diyagramlarının Çizilmesi	183
Uygulama: Pnömatik Devre Tasarımı ve Uygulaması	193
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	194

5. ÖĞRENME BİRİMİ: ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER.....195

5.1. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI	196
5.1.1. Selenoid Valfler	196
5.1.1.1. Bobin Sayısına Göre Selenoid Valfler	196
5.1.1.2. Yol ve Konumuna Göre Selenoid Valfler.....	197
5.1.2. Kumanda Devre Elemanları	197
5.1.3. Temassız Algılayıcılar (Sensörler).....	197
5.1.3.1. Elektropnömatik Devrelerde Kullanılan Sensör Çeşitleri	198
5.1.4. Zaman Röleleri.....	198
5.2. ELEKTROPNÖMATİK DEVRELERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU	200
5.2.1. Elektropnömatik Devre Sembolleri.....	200
5.2.2. Elektropnömatik Devre Şemasının Çizimi.....	200
5.2.2.1. Elektropnömatik Kumanda Devre Şemasının Çizim Kuralları	200
5.2.2.2. Numaralandırma Kuralları	201
5.2.3. Simülasyon Yazılımıyla Devrenin Kurulması.....	201
5.2.3.1. Selenoid Valf İşlemleri.....	201

5.2.3.2. Kumanda Devre Şemasının Çizilmesi	202
5.2.3.3. Devrenin Simülasyonu	202
5.3. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEM KURULUMU	206
5.3.1. Elektropnömatik Devreler	206
5.3.1.1. Doğrudan ve Dolaylı Kontrol	206
5.3.1.2. Mühürleme İşlemi	206
5.3.1.3. Şarta Bağlı Kontrol	207
5.3.1.4. Sınır Anahtarı ile Kontrol	207
5.3.1.5. Temassız Algılayıcılar ile Kontrol	207
5.3.1.6. Zaman Rölesi ile Kontrol	208
5.3.2. Elektropnömatik Devrelerde Çoklu Silindir Uygulamaları	208
1. Uygulama: Üç Silindirli A+B-B-A-C+C- Devre Uygulaması	220
2. Uygulama: İki Farklı Silindirli Devre Uygulaması	221
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	222

6. ÖĞRENME BİRİMİ: HİDROLİK SİSTEMLER.....223

6.1. HİDROLİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI	224
6.1.1. Hidrolik Tanklar	224
6.1.2. Hidrolik Filtreler	224
6.1.3. Hidrolik Pompalar	225
6.1.4. Hidrolik Motorlar	225
6.1.5. Hidrolik Silindirler	225
6.1.6. Hidrolik Valfler	225
6.1.6.1. Yön Kontrol Valfleri	226
6.1.6.2. Basınç Kontrol Valfleri	226
6.1.6.3. Akış Kontrol Valfleri	227
6.1.6.4. Özel Valfler	227
6.1.7. Hidrolik Akışkan Bağlantı Elemanları	227
6.1.7.1. Hidrolik Boru ve Hortumlar	228
6.1.7.2. Bağlantı ve Sızdırmazlık Elemanları	228
6.2. HİDROLİK SİSTEMLERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU	230
6.2.1. Hidrolik Devre Sembolleri	230
6.2.2. Hidrolik Devre Şemasının Çizilmesi	230
6.2.2.1. Hidrolik Devre Şemasının Çizim Kuralları	230
6.2.2.2. Numaralandırma Kuralları	231
6.2.3. Simülasyon Yazılımının Ana Ekranı	231
6.2.4. Simülasyon Yazılımıyla Devrenin Kurulması	231
6.2.4.1. Devre Şemasının Çizilmesi	231
6.2.4.2. Simülasyonun Yapılması	232
6.3. HİDROLİK SİSTEM KURULUMU	235
6.3.1. Tek ve Çift Etkili Silindirlerin Kontrolü	235
6.3.2. Tek Etkili Silindirlerin Şarta Bağlı Kontrolü	235
1. Uygulama: Çift Etkili Silindirin Hız Ayarı Devre Uygulaması	240
2. Uygulama: Çift Etkili Silindirin 4/3 Valfle Kontrolü Devre Uygulaması	241
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	242

7. ÖĞRENME BİRİMİ: ELEKTROHİDROLİK SİSTEMLER.....243

7.1. ELEKTROHİDROLİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI	244
7.1.1. Elektrohidrolik Valfler	244
7.1.1.1. Elektrohidrolik Yön Kontrol Valfleri	244
7.1.1.2. Oransal Valfler	244
7.1.2. Kumanda Devre Elemanları	245
7.2. ELEKTROHİDROLİK DEVRELERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU	245
7.2.1. Elektrohidrolik Devre Sembolleri	245
7.3. ELEKTROHİDROLİK SİSTEM KURULUMU	248
7.3.1. Çift Etkili Silindirlerin Şarta Bağlı Kontrolü	248
7.3.2. Çift Etkili Silindirin 4/3 Valfle Kontrolü	248
Uygulama: Çift Etkili Silindirin Kapalı Merkez Valfle Kontrolü	253
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	254

8. ÖĞRENME BİRİMİ: KUMANDA PANOLARI VE MONTAJI.....255

8.1. PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARININ KESİLMESİ.....	256
8.1.1. Elektrik Panoları ve Elektrik Panolarının Yapıları	256
8.1.2. Pano Çeşitleri.....	256
8.1.3. Pano Bağlantı Şemasının Çizimi.....	257
8.1.4. Kablo Kanalları ve Kablo Kanallarının Kesilmesi	258
8.1.5. Taşıyıcı Raylar ve Taşıyıcı Rayların Kesilmesi	258
8.1.6. Pano İçi Kablo Kanallarının ve Rayların Montajı.....	258
8.1.7. Sinyal Lambalarının Montajı.....	258
8.1.8. Kaçak Akım Rölesinin ve Sigortaların Montajı	259
8.1.9. Aşırı Akım Rölesinin Montajı	259
8.1.10. Kontaktörlerin Seçimi ve Montajı.....	259
8.1.11. Motor Koruma Şalterlerinin Seçimi ve Montajı	260
8.1.12. Kabloları Pabuç ve Yüksük Çakma ile Numaralandırma İşlemleri	261
8.1.12.1. Kumanda Panolarında Kullanılan Kablolar ve Kabloların Renkleri.....	261
8.1.12.2. Kablo Pabuçları	261
8.1.12.3. Numaralandırma İşlemleri	262
8.1.13. Kabloların Cihazlara Bağlantısı.....	264
8.1.13.1. Ray Klemensler	264
8.1.13.2. Ray Klemens Çeşitleri	264
8.1.13.3. Klemenslerde Kullanılan Aksesuarlar	264
8.1.13.4. Klemens Seçimi ve Klemensin Montajı	265
8.1.14. Kabloların Kablo Bağı ve Spirallerle Düzenlenmesi.....	265
8.1.15. Pano Testleri	265
1. Uygulama: Üç Fazlı Asenkron Motorların İsteğe Bağlı Çalıştırılması	280
2. Uygulama: İleri-Geri Çalışan Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Yol Verme.....	281
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	282

9. ÖĞRENME BİRİMİ: ENDÜSTRİYEL SAYAÇLAR.....283

9.1. SAYAÇ ENDEKSLERİ	284
9.1.1. Endüstriyel Sayaçlar	284
9.1.2. Endüstriyel Sayaç Çeşitleri	284
9.1.2.1. Ölçtükleri Güce Göre Endüstriyel Sayaçlar	284
9.1.2.2. Bağlantı Tipine Göre Endüstriyel Sayaçlar	284
9.1.3. Endüstriyel Sayaç Endeksi.....	285
9.1.4. Sayaç Endeksinin Okunması	285
Uygulama: 100/5 Akım Trafolu X5 Kombi Sayaç Bağlantısı	293
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	294

10. ÖĞRENME BİRİMİ: DAĞITIM PANOLARI.....295

10.1. DAĞITIM PANOSUNUN İÇ YERLEŞİMİ VE BAĞLANTI KROKİSİNİN ÇİZİMİ	296
10.2. DAĞITIM PANOSU MALZEMELERİNİN SEÇİMİ.....	299
10.3. DAĞITIM PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARININ MONTAJI.....	299
10.3.1. Mekanik Bağlantı Elemanları	300
10.3.2. Bara Örtü Plakaları.....	300
10.4. PANO İÇİ KABLO KANALI VE RAYLARIN MONTAJI	300
10.5. TERMİK MANYETİK ŞALTERİN MONTAJI	301
10.6. YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM RÖLESİNİN VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI.....	302
10.7. PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI	302
10.8. DAĞITIM PANOSUNUN KABLO BAĞLANTILARI.....	303
10.9. SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI	303
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	316

11. ÖĞRENME BİRİMİ: KOMPANZASYON PANOLARI.....317

11.1. KOMPANZASYON SİSTEMİ VE HESAPLAMALARI.....	318
11.1.1. AC Elektrik Devrelerinde Güç.....	318
11.1.2. Güç Üçgeni.....	318
11.1.3. Endüktif Reaktif ve Endüktif Kapasitif Güç	318
11.1.4. Reaktif Güç Dengesi	319
11.2. KOMPANZASYON PANOSU ELEMANLARI	320

11.2.1. Reaktif Güç Kontrol Rölesi (Regler)	320
11.2.2. Kondansatörler	320
11.2.3. Sigortalar	320
11.2.4. Kontaktörler	320
11.2.5. Termik Manyetik Şalterler (TMŞ)	320
11.2.6. Akım Trafoları	320
11.2.7. Baralar	320
11.2.8. Kablo ve Klemensler	320
11.3. KOMPANZASYON PANOLARINDA MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI	321
11.4. KONDANSATÖR KADEME ELEMANLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI	321
11.5. REAKTÖRLÜ KOMPANZASYON PANOLARINDA REAKTÖR BAĞLANTILARI	322
11.6. REGLERİN, AKIM TRAFOLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI	322
11.7. KOMBİ SAYAÇ ENDEKSİNDEN SİSTEMİN CEZA ORANININ HESABI	323
11.8. KOMPANZASYON PANOLARINDA HAVALANDIRMA VE AYDINLATMA	324
11.9. KOMPANZASYON SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ	324
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	340

12. ÖĞRENME BİRİMİ: TRAFÖ ÜNİTELERİ.....341

12.1. KESİCİLER VE KESİCİLERİN BAKIMI	342
12.1.1. Kesicilerin Yapısı	342
12.1.2. Kesici Çeşitleri	343
12.1.2.1. SF6 Gazlı Kesiciler	343
12.1.2.2. Vakumlu Kesiciler	343
12.1.2.3. Tam Yağlı Kesiciler	343
12.1.2.4. Az Yağlı Kesiciler	343
12.1.3. Kesicilerde Aranılan Özellikler ve Kesicilerin Kullanım Alanları	343
12.1.4. Kesicilerin Montaj Aşamaları	344
12.1.5. Kesici Bakım İşlemleri	344
12.2. KESİCİ MANEVRALARI	344
12.3. AYIRICILAR, AYIRICILARIN BAKIMI VE ONARIMI	347
12.3.1. Ayırıcıların Yapısı	347
12.3.2. Ayırıcı Çeşitleri	348
12.3.3. Ayırıcı Montaj Aşamaları	349
12.3.4. Ayırıcı Bakım ve Onarım İşlemleri	349
12.4. AYIRICI MANEVRALARI	349
12.5. PARAFUDRLARIN MONTAJI VE BAĞLANTILARI	351
12.5.1. Parafudrun Yapısı ve Çalışması	351
12.5.2. Parafudr Çeşitleri	351
12.5.3. Parafudr Montaj İşlemleri	351
12.6. YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI	353
12.6.1. Yüksek Gerilim Sigorta Standartları	353
12.6.2. Yüksek Gerilim Sigortası Seçimi	354
12.6.3. Yüksek Gerilim Sigortası Montajı	354
12.7. DAĞITIM TRAFOLARININ BAKIMI VE ONARIMI	356
12.7.1. Dağıtım Transformatörlerinin Çeşitleri	356
12.7.2. Dağıtım Transformatörlerinin Yapısı ve Çalışması	357
12.7.3. Dağıtım Transformatörlerinin Bağlantıları	357
12.7.4. Dağıtım Transformatörlerinin Etiket Değerleri	358
12.7.5. Dağıtım Transformatörlerinde Verim	358
12.7.6. Dağıtım Transformatörlerinin Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi	358
12.7.7. Dağıtım Transformatörlerinin Bakım İşlemleri	358
12.7.8. Güç Sistemi Tek Hat Şemaları	359
Uygulama: Güç Sistemi Eleman Sembollerinin Çizilmesi ve Devrede Kullanılacak Elemanların Belirlenmesi	361
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	362
KAYNAKÇA	363
GENEL AĞ KAYNAKÇASI	363
GÖRSEL KAYNAKÇASI	363
KAREKOD KAYNAKÇASI	363
CEVAP ANAHTARI	367

TEMRİN ADI ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN 4/3 VALFLE KONTROLÜ **TEMRİN NUMARASI** 6

AMAÇ: Çift etkili silindirin 4/3 açık merkez valfle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI

Görsel 7.11: Çift etkili silindirin açık merkez valfle kontrolü

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktarı
Simülasyon yazılımı	Fluksim-H programı	1 adet
Elektrohidrolik deney seti		3 adet
Start ve stop butonu		2 adet
DC röle ve Kumanda kabloları	24V DC	1 adet
Kumanda kabloları	0.75 mm ²	1 adet
Enerji besleme birimi		1 adet
Selenoid valf ve silindir	4/3 çift selenoid, çift etkili	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çapında	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

- Görsel 7.11'de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
- Devre elemanlarını set üzerine yerleştirilerek bağlantıları gerçekleştiriniz.
- Öğretmen gözetiminde kumanda ve güç devresine enerji veriniz.
- S2 butonuna basarak silindirin ileri yönde hareketini gözlemleyiniz.
- S1 butonuna basarak valf merkez konumuna alınız.
- S3 butonuna basarak silindirin geri yönde hareketini gözlemleyiniz.
- S1 butonuna basarak valf merkez konumuna alınız.
- Enerjiyi kesip bağlantıları sökünüz ve devre elemanlarını yerlerine kaldırmaz.

SORU

1. 4/3 valfin merkez konumlarını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME
Adı-Soyadı	No. Değerlendirme Ölçütleri
Sınıfı	1. Yazılmış devre emülsiyonunun yapılması
Numarası	2. Kumanda ve hidrolik devrenin kurulması
Adı-Soyadı	3. Kumanda devresinin çalışması
İmza	4. Silindirin ileri yönde hareketi
	5. Silindirin geri yönde hareketi
	TOPLAM PUAN 100

Temrin başlıklarını gösterir.

Öğrenci değerlendirme ölçütünü gösterir.

2 UYGULAMA ETKİNLİĞİ

ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN 4/3 VALFLE KONTROLÜ DEVRE UYGULAMASI

AMAÇ: Uygulamada verilen hidrolik devre tasarımını yapmak ve devreyi kurup çalıştırmak.

İSTENENLER: Çift etkili bir silindirin ileri ve geri hareketleri 4/3 yön kontrol valfille yapılacaktır. Devrenin şemasını çizin, malzeme listesini çıkarınız ve hidrolik deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Devrenin bilgisayar simülasyon programında kurulması	10	
3	Devrenin bilgisayar simülasyon programında çalıştırılması	10	
4	Devrenin malzeme listesinin çıkarılması	10	
5	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	10	
6	Devre elemanları arası hortum bağlantılarının yapılması	10	
7	Devreye enerji verilmesi ve kontrollerinin yapılması	10	
8	Çift etkili silindirin ileri yönde çalıştırılması	10	
9	Çift etkili silindirin geri yönde çalıştırılması	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı

Sınıfı-No.

İmza

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı

İmza

Tarih

Konuyu kavramak için verilen etkinlik çalışmasını gösterir.

Öğrenci değerlendirme ölçütünü gösterir.

ÖLÇME YAPRAĞI **8. ÖĞRENME BİRİMİ SONU DEĞERLENDİRME** (KUMANDA PANOLARI VE KONTAKTÖR)

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcük yazınız.

- Yüksek akım panolar mm kuleriyle sabitlenir.
- Pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza ve toprak edilmesine sağlayan malzemeyi denir.
- Kapak akım rölesinin kapak akım eşiği mA'dır.
- Asenkron motorların kumandasında serisi kontaktörler kullanılır.
- Panolarla kullanılan kablo kesitleri kütlenin değerine göre tespit edilir.

B) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

- (...) Panolar genellikle elektrikli kullanıldığı alanları (konut, iş yeri, okul vb.) girişine yerleştirilir.
- (...) Panoların küçük gölge ve baskı yapıları olmasına elektrik tablosu denir.
- (...) Kontrol edilecek alıcı gücü arttıkça pano boyutu küçülür.
- (...) Demir testereyle kesim yapıldıktan ray mutbaki menşine yardımıyla sabitlenmelidir.
- (...) Panolarda klemens olarak genellikle sıra klemensler kullanılır.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harf bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER	KAVRAMLAR
11. (...) Numaralandırma kontaklarına verilen harfdir	A M
12. (...) Numaralandırma sinyal lambalarına verilen harfdir	B C
13. (...) Numaralandırma motorlara verilen harfdir	C F
14. (...) Numaralandırma klemenslere verilen harfdir	D R
15. (...) Numaralandırma şalterlere verilen harfdir	E H
	F K
	G J

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Seçeneklerden hangisi pano çeşidi değildir?
A) Saygı B) Dağıtım C) Kompanzasyon D) Şantiye E) PCB
- Seçeneklerden hangisi sinyal lambası ve butonların montaj çap ölçüsüdür?
A) 35x7,5 mm B) 35x15 mm C) 32x15 mm D) 15x5 mm E) 15x10 mm
- Seçeneklerden hangisi sinyal lambası ve butonların montaj çap ölçüsüdür?
A) 5 mm B) 11 mm C) 22 mm D) 33 mm E) 35 mm
- Seçeneklerden hangisi klemens çeşidi değildir?
A) Sigortalı B) Topraklama C) Yüksek akım D) Çatal E) Ayırma birleştirme
- Seçeneklerden hangisi pano izolasyon testlerinde kullanılan ölçü aletidir?
A) Ampermetre B) Megger C) Voltmetre D) Saygı E) Wattmetre

Ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

Karekod, görsel kaynakçasını gösterir.

KAYNAKÇA

MEB Meslek ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<https://www.eba.gov.tr/c?q=EBA8828>
<https://www.123rf.com>
<https://www.shutterstock.com>
[sozluk.gov.tr](https://www.tdk.gov.tr)
[tdk.gov.tr](https://www.tdk.gov.tr)

GÖRSEL KAYNAKÇASI

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1679>



KAREKOD KAYNAKÇASI

(1. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Kumanda Devre Elemanlarının Ölçü Aletleri ile Kontrolünün Tespiti	36	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19511
Çeçitli Buton Uygulamaları	45-46	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19514
Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik Çalıştırılması	47-48	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19515
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	49-50	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19516
Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik ve Sürekli Çalıştırılması	51-52	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19517
Üç Fazlı Asenkron Motorun Farklı Kumanda Merkezlerinden Kontrolü	53-54	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19518
Açık Paket Şalterle Lamba ve Motor Kontrolü	55-56	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19519
Üç Fazlı Asenkron Motorun Elektriksel Kilitlenmeli Devir Yonünün Değıştirilmesi	57-58	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19520
Üç Fazlı Asenkron Motorun Butonsal Kilitlenmeli Devir Yonünün Değıştirilmesi	59-60	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19521
Üç Fazlı Asenkron Motorun Paket Şalter ile Devir Yonünün Değıştirilmesi	61-62	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19522
Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesi ile Durdurulması	63-64	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19523
Üç Fazlı Asenkron Motorun Ters Zaman Rölesi ile Durdurulması	65-66	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19524
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sınırlanmış Devir Yonünün Değıştirilmesi	67-68	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19525
Üç Fazlı Asenkron Motorun Bir Butonla Çalıştırılıp Durdurulması	69-70	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19526
Üç Fazlı Asenkron Motorun Koruma Röleleriyle Çalıştırılması	71-73	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19527
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sağ-Sol Rölesi ile Çalıştırılması	74-75	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19528

Gövde ve Kapaklar: Dış etkilere karşı alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezi olarak yataklanması görevini kapaklar yapar.

Yatak ve Rulmanlar: Rotorun kolayca dönmelerini sağlayan mekanik yapı parçalarıdır.

Soğutma Pervanesi: Motorun dönen miline bağlanan plastik ya da metal pervanedir. 0–20 kW güce sahip motorlar soğutma pervanesi yardımıyla soğutulur.

Motor Etiket: Motorların özelliklerini belirtmek amacıyla alüminyum etiketler, motorun üzerine monte edilir. Etiket değerler, tam yük değerleridir. Görsel 1.3'te örnek bir motor etiket bilgisi görülmektedir.

Görsel 1.3: Örnek bir asenkron motor etiketi

Tablo 1.2: Görsel 1.3'teki Üç Fazlı Asenkron Motorun Etiket Değerleri

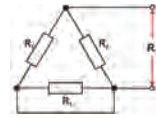
ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR
Faz Sayısı	Üç fazlı
Model Tipi	Üretici firma tarafından verilen model numarası
Çalışma Sınıfı	S1 tip (sürekli çalışan)
Üretim Tipi	IM B3 (ayaklı motor)
Koruma Sınıfı	IP 55 (toza ve tazyikli sulara karşı koruma)
Yalıtım Sınıfı	I.C.L.F. (Sargılar 15 °C'ye kadar dayanabilir.)
Verimlilik Sınıfı	IE2 (yüksek verimlilik) - %79,6
Motor Verimi	%80,3 / %77 (Δ/λ)
Sargıların Bağlantısı	Üçgen (Δ-230 V) / Yıldız (Y-400 V)
Anma Gerilimi	230 V/400 V (Δ/λ)
Şebeke Frekansı	50/60 Hz
Motor Anma Akımı	Δ → 3,3 A / λ → 1,9 A
Motor Gücü	0,75 kW
Motor Güç Katsayısı (Cosφ)	0,72
Motor Devir Sayısı	1435 devir/dk.
Motor İmal Tarihi	10/03/2020
Motor Seri Numarası	Üretici firma tarafından verilen seri numarası
Motor Standardı	IEC 60034

Not: Etiket değerlerine göre motor, şebeke şartlarının uygun olduğu durumlara göre yıldız ya da üçgen bağlanabilir. Yıldız bağlantı şartlarında üç fazlı şebeke gerilimi 380 V olduğundan bağlantıda herhangi bir sorun teşkil etmez. Ancak üçgen bağlı olarak çalıştırılmak istenirse 220 V gerilim seviyesinde üç fazlı şebeke gerilimi olmadığında motor direkt şebekeye bağlanamaz. Bu durumda bir invertör kullanmak gerekir.

Öğrenme birimindeki notları gösterir.

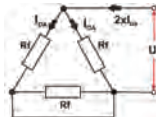
19

3.3.1.2. Üçgen (Δ) Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması



Görsel 3.6: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve eş değer direnç hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 \quad R_1 = (R_2 \times R_3) / (R_2 + R_3) \quad R_1 = 0,5 \times R_1$$



Görsel 3.7: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve dinamik frenleme hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_1 \quad R_1 = 0,5 \times R_1$$

$$U_{Dk} = 2 \times I_{Dk} \times R_1 \quad U_{Dk} = I_{Dk} \times R_1$$

$$P_{Dk} = 2 \times U_{Dk} \times I_{Dk}$$

Örnek: Etiket değerleri 3,3 kW, Δ 380 V, 7,5 A, cos φ = 0,83 ve 2850 devir/dk. 50 Hz olan üç fazlı asenkron motorun bir faz sargısı omik direnci 3,3 Ω olarak ölçülmüştür. Motora uygulanacak doğru gerilimin değeri ve doğru akım kaynağının gücünü bulunuz.

Çözüm: Devre üçgen (Δ) bağlıdır. Bir fazdan geçen akım aşağıdaki şekilde bulunur.

$$I_f = I_{f1,73} = 7,5/1,73 = 4,3 \text{ A}$$

Motor yıldız (Y) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{Dk} = I_{Dk} \times 1,5 \times R_1 = 4,3 \times 1,5 \times 3,3 = 21,15 \text{ V}$$

$$P_{Dk} = U_{Dk} \times I_{Dk} = 21,15 \times 4,3 = 90,94 \text{ W}$$

Motor üçgen (Δ) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{Dk} = I_{Dk} \times R_1 = 4,3 \times 3,3 = 14,19 \text{ V}$$

$$P_{Dk} = 2 \times U_{Dk} \times I_{Dk} = 2 \times 14,19 \times 4,3 = 121,22 \text{ W}$$

Örnek: Etiketinde Δ 380 V, 7 A, cos φ = 0,85, 3,5 kW ve 2850 devir/dk. 50 Hz yazılı motorun U1-U2 uçlarında 4 Ω ölçülmüştür. Motora frenleme için uygulanacak doğru gerilimin değeri ve kaynağın gücünü bulunuz.

Çözüm: Devremiz üçgen (Δ) bağlıdır. İlk olarak bir fazdan geçen akımı bulalım.

$$I_f = I_{f1,73} = 7/1,73 = 4,04 \text{ A}$$

Motor yıldız (Y) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{Dk} = I_{Dk} \times 1,5 \times R_1 = 4,04 \times 1,5 \times 4 = 24,24 \text{ V}$$

$$P_{Dk} = U_{Dk} \times I_{Dk} = 24,24 \times 4,04 = 97,92 \text{ W}$$

Motor üçgen (Δ) olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{Dk} = I_{Dk} \times R_1 = 4,04 \times 4 = 16,16 \text{ V}$$

$$P_{Dk} = 2 \times U_{Dk} \times I_{Dk} = 2 \times 16,16 \times 4,04 = 130,57 \text{ W}$$

156

Öğrenme birimindeki örnekleri ve örneklerin çözümlerini gösterir.

MALZEME LİSTESİ			
MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI	
W otomat sigorta	C 1x16A	1 adet	
Kademeli seçim anahtarı	Kalıcı tip (2-0-1 kademeli) bütün 2 NA kontak	1 adet	
Motor sürücüsü	V20 1 fazlı	1 adet	
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet	
Takometre	Analog / Dijital	1 adet	
Kumanda kabloları	Jaki kumanda kablosu veya 2,5 mm² NYAF	-	
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-	
Multimetre	Dijital	1 adet	
Ei aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-	
PARAMETRE LİSTESİ			
KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2,0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	0,37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cosφ)	0,66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (rpm)	1350	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanımlama aktif
Kullanılacak motora uygun motor sürücüsü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.			
BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2 Genişletilmiş erişim yetkisi
P0700	Bağlantı kontrol kaynağı seçimi	1	2 Terminal (klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) ilevini seçer.	0	2 ON ters yön
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) ilevini seçer.	0	1 ON
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntemi seçimi	0	1 2 tel kontrol
P1032	Ters yön engellenme 0: Engellenmez. 1: Engellenir.	1	0 Ters yön çalışması engellenmez.
UYARI: Bu uygulamada motor sürücüsünün çalıştırılması motor sürücüsü üzerinde bulunan klemenslere bağlı iki kademeli kalıcı butona gerçekleştirilir (P0700=2). Motorun hız ayarı ise motor sürücüsünde bulunan (1) ve (2) tuşları ile yapılır.			
İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1060	Minimum frekans (Hz)	0	
P1062	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

133

Öğrenme birimlerindeki temrinlere ait tabloları gösterir.

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ					
1	Y	11	D	21	sınır anahtarı 31 A
2	D	12	D	22	zaman rölesi 32 B
3	D	13	Y	23	kontakör 33 D
4	Y	14	D	24	bobin 34 D
5	Y	15	asenkrn motor	25	bıçaklı 35 B
6	Y	16	döner manyetik alan	26	motor koruma şalteri 36 B
7	D	17	herhangi iki faz	27	U-V-W 37 C
8	Y	18	kayma	28	Santrifüj anahtar 38 A
9	D	19	paket şalter	29	E
10	Y	20	durdurma	30	B

2. ÖĞRENME BİRİMİ					
1	D	6	4 kW	11	D 16 C
2	Y	7	yol verme	12	A 17 A
3	Y	8	invertör	13	E 18 B
4	D	9	380-400	14	B 19 E
5	D	10	devir yönünü	15	C 20 D

3. ÖĞRENME BİRİMİ					
1	D	6	verimi	11	G 16 D
2	Y	7	ani durdurma	12	D 17 E
3	D	8	balatalı	13	A 18 A
4	Y	9	kısılar	14	B 19 B
5	D	10	omik direnci	15	C 20 C

4. ÖĞRENME BİRİMİ					
1	Y	6	yol-konum	11	C 16 A
2	D	7	silindir	12	G 17 E
3	Y	8	eşit	13	F 18 B
4	Y	9	doğrudan	14	A 19 D
5	D	10	basınçlı havanın	15	B 20 C

5. ÖĞRENME BİRİMİ					
1	Y	6	doğrudan kontrol	11	B 16 E
2	Y	7	endüktif	12	G 17 C
3	D	8	röle	13	A 18 E
4	D	9	sol	14	F 19 B
5	Y	10	mavi kalın, mavi ince	15	D 20 D

6. ÖĞRENME BİRİMİ					
1	D	6	soğutulması da	11	E 16 C
2	Y	7	hidrolik depo veya tank	12	D 17 A
3	Y	8	akışkanlar	13	F 18 D
4	D	9	çift	14	C 19 B
5	D	10	iş	15	A 20 E

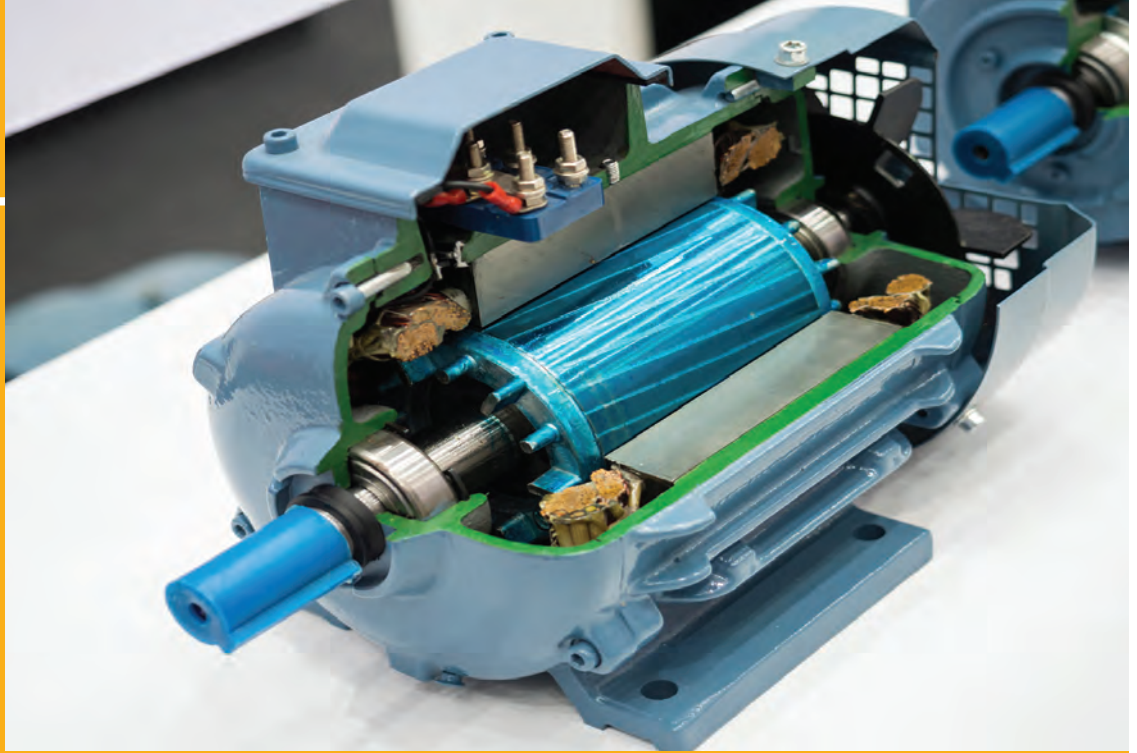
367

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

1. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

1.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ

1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNİN ÇİZİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Kumanda devre elemanları, devre çizimi ve devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kumanda devre elemanları ve devre kurulumuyla ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Asenkron motor, devir, yıldız ve üçgen bağlantı, buton, şalter, sinyal lambası, röle, kontaktör, sigorta, TSE, IEC, ANSI, mühürleme, elektriksel ve butonsal kilitleme.

1.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

Elektrik makinelerinin istenen çalışma şartlarına uygun olarak çalıştırılmasına **kumanda** denir. Bunun için kumanda elemanları kullanılarak oluşturulan elektrik devresine de **kumanda devresi** denir.

1.1.1. ASENKRON MOTORLAR

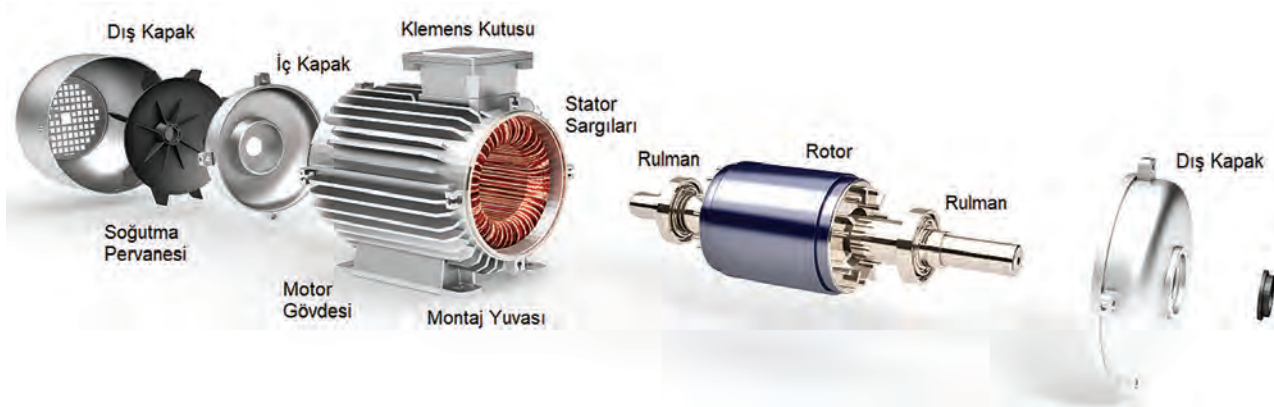
Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren elektrik makinelerine **elektrik motoru** denir. Stator döner alan devri (n_s) ile rotor devri (n_r) farklı olan motorlara **asenكرون motor** denir. Endüstriyel fanlar, havalandırma sistemleri, kompresörler, konveyör sistemleri, vinçler, asenkron motorların kullanım alanlarından bazılarıdır.

Asenkron Motorların Avantajları

- Devamlı bakım gerektirmez.
- Yük altında devir sayıları değişmez.
- Güç elektroniği ile devir sayısı kolaylıkla ayarlanabilir.
- Diğer motorlara göre fiyatları daha uygundur.
- Çalışma anında elektriksel ark (şerare) oluşturmaz.
- Yaygın kullanım alanına sahiptir.
- Daha az arıza yapar.
- Momentleri yüksektir.
- Büyük güçlü üretilebilir.

Asenkron Motorların Dezavantajları

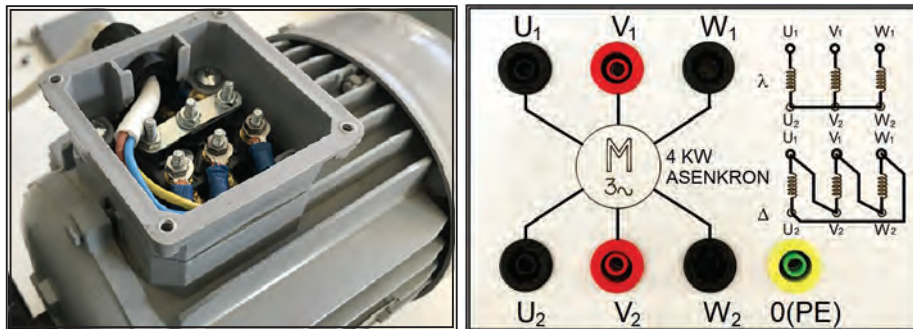
- Gürültülü çalışır.
- Devir sayılarını değiştirmek için ilave donanıma ihtiyaç duyar.
- Kalkınma anında normal çalışma akımının 3-6 katı fazla akım çeker.

1.1.1.1. Asenkron Motorların Yapısı**Görsel 1.1: Üç fazlı asenkron motorun yapısı**

Stator: Asenkron motorun sargılarının bulunduğu duran kısmına **stator** denir. 0,35-0,8 mm'lik silisyum katkılı, birer tarafı yalıtılmış ve iç yüzeyine oluklar açılmış sacların pres edilerek paketlenmesiyle elde edilir (Görsel 1.1).

Rotor: Asenkron motorun döner kısmına **rotor** denir. Asenkron motorlarda rotor, sac paketi ve bunu çevreleyen rotor kısa devre çubuklarından oluşur. Sincap kafesli (kısa devre çubuklu) ve sargılı (bilezikli) rotor çeşitleri vardır.

Klemens Tablosu: Statora yerleştirilen sargı uçlarının bağlandığı tablodur. Üç fazlı motorların klemensinde altı adet bağlantı noktası vardır. Giriş uçları U_1 - V_1 - W_1 (U-V-W), çıkış uçları U_2 - V_2 - W_2 'dir (X-Y-Z). PE (0) ucu, motor topraklaması olarak kullanılır (Görsel 1.2).

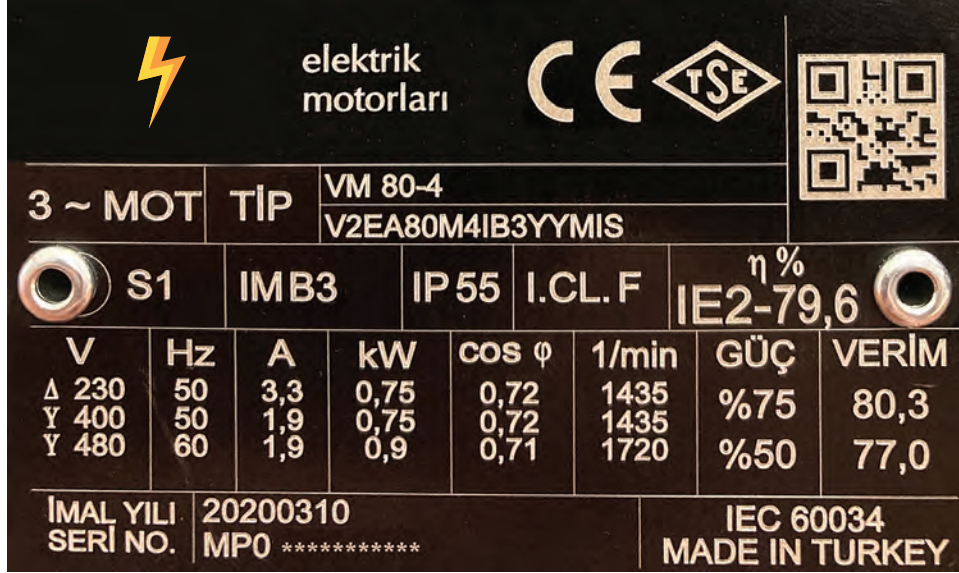
**Görsel 1.2: Asenkron motor klemens kutusu**

Gövde ve Kapaklar: Dış etkilere karşı alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezi olarak yataklanması görevini kapaklar yapar.

Yatak ve Rulmanlar: Rotorun kolayca dönmesini sağlayan mekanik yapılı parçalardır.

Soğutma Pervanesi: Motorun dönen miline bağlanan plastik ya da metal pervanedir. 0-20 kW güce sahip motorlar soğutma pervanesi yardımıyla soğutulur.

Motor Etiketleri: Motorların özelliklerini belirtmek amacıyla alüminyum etiketler, motorun üzerine monte edilir. Etiket değerleri, tam yük değerleridir. Görsel 1.3'te örnek bir motor etiket bilgisi görülmektedir.



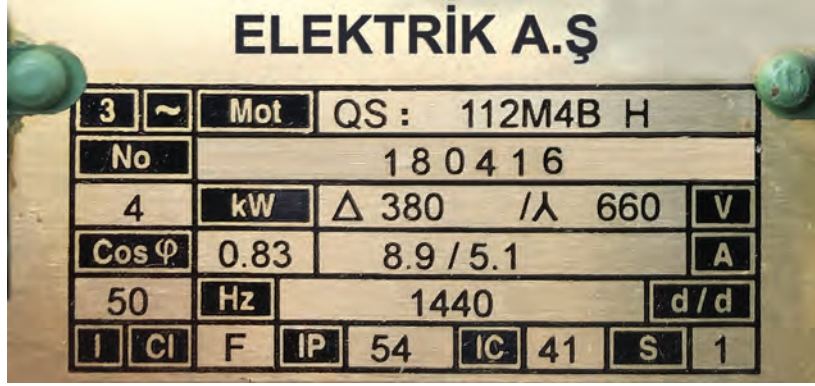
Görsel 1.3: Örnek bir asenkron motor etiketi

Tablo 1.1: Görsel 1.3'teki Üç Fazlı Asenkron Motorun Etiket Değerleri

ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR
Faz Sayısı	Üç fazlı
Model Tipi	Üretici firma tarafından verilen model numarası
Çalışma Sınıfı	S1 tip (sürekli çalışan)
Üretim Tipi	IM B3 (ayaklı motor)
Koruma Sınıfı	IP 55 (toza ve tazyikli sulara karşı koruma)
Yalıtım Sınıfı	I.CL.F (Sargılar 15 °C'ye kadar dayanabilir.)
Verimlilik Sınıfı	IE2 (yüksek verimli) - %79,6
Motor Verimi	%80,3 / %77 (Δ/λ)
Sargıların Bağlanması	Üçgen (Δ -230 V) / Yıldız (λ -400 V)
Anma Gerilimi	230 V/400 V (Δ/λ)
Şebeke Frekansı	50/60 Hz
Motor Anma Akımı	$\Delta \rightarrow 3,3$ A / $\lambda \rightarrow 1,9$ A
Motor Gücü	0,75 kW
Motor Güç Katsayısı ($\cos \phi$)	0,72
Motor Devir Sayısı	1435 devir/dk.
Motor İmal Tarihi	10/03/2020
Motor Seri Numarası	Üretici firma tarafından verilen seri numarası
Motor Standardı	IEC 60034

Not: Etiket değerlerine göre motor, şebeke şartlarının uygun olduğu durumlara göre yıldız ya da üçgen bağlanabilir. Yıldız bağlantı şartlarında üç fazlı şebeke gerilimi 380 V olduğundan bağlantıda herhangi bir sorun teşkil etmez. Ancak üçgen bağlı olarak çalıştırılmak istenirse 220 V gerilim seviyesinde üç fazlı şebeke gerilimi olmadığından motor direkt şebekeye bağlanamaz. Bu durumda bir invertör kullanmak gerekir.

? Soru: Görsel 1.4'te verilen motor etiket bilgilerini açıklayınız.



Görsel 1.4: Asenkron motor etiketi

Tablo 1.2: Görsel 1.4'teki Üç Fazlı Asenkron Motorun Etiket Değerleri

ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR	ÖZELLİKLER	AÇIKLAMALAR
Faz Sayısı		Anma Gerilimi	
Model Tipi		Şebeke Frekansı	
Çalışma Sınıfı		Motor Anma Akımı	
Üretim Tipi		Motor Gücü	
Koruma Sınıfı		Yalıtım Sınıfı	
Motor Devir Sayısı		Motor İmal Tarihi	
Motor Verimi		Motor Seri Numarası	
Verimlilik Sınıfı		Motor Sertifikası	
Sargıların Bağlanması		Motorun Güç Katsayısı	

1.1.1.2. Asenkron Motor Çeşitleri

Faz Sayısına Göre Asenkron Motorlar

Bir Fazlı Asenkron Motorlar: Bir fazla çalışan motorlardır. Çamaşır makinesi, buzdolabı gibi ev aletlerinde bir fazlı motorlar kullanılır.

Üç Fazlı Asenkron Motorlar: Üç fazla çalışan sanayi tipi motorlardır. Üç fazın bulunduğu her yerde kullanılabilir. En çok kullanılan motor çeşididir.

Rotor Yapılarına Göre Asenkron Motorlar

Sincap Kafesli (Kısa Devre Çubuklu) Asenkron Motorlar: Rotorunda sargı bulunmayan asenkron motorlardır. Rotor, silisyumlu sacların paketlenmesinden sonra açılan kanallara alüminyum veya bakır çubuklar yerleştirilmesiyle oluşturulur. Bu çubuklar rotorun her iki tarafında da kısa devre edilir. Bunun için bu tip rotolara **kısa devre çubuklu rotor** denir. Bu çubuklar rotorda sargı görevi görür.

Bilezikli (Rotoru Sargılı) Asenkron Motorlar: Rotorunda sargı bulunan asenkron motorlardır. Rotor, silisyumlu sacların paketlenmesinden sonra açılan oluklara üç fazlı alternatif akım sargıları yerleştirilmesiyle oluşturulur.

Yapı Tiplerine Göre Asenkron Motorlar

Açık Tip Asenkron Motorlar: Kapaklarında ve gövdesinde açıklıklar bulunan motor tipidir. Koruma bakımından zayıf olan motorlardır.

Kapalı Tip Asenkron Motorlar: Tamamen kapalı olan motorlardır. Koruma bakımından en uygun yapı tipidir. Bu sebeple çok kullanılır.

Flanşlı Tip Asenkron Motorlar: Motor milinde dairesel biçimde metal kapak bulunan motorlardır. Bu kapak **flanş** denir. Aynı kapak motorun bağlanacağı sistemde de bulunur. Bu kapaklar birbirine monte edilerek motor mekanik enerjiyi aktaracağı sisteme bağlanmış olur.

Çalışma Şekillerine Göre Asenkron Motorlar

Yatık Çalışan Asenkron Motorlar: Motor milinin yatay olarak durduğu çalışma şeklidir.

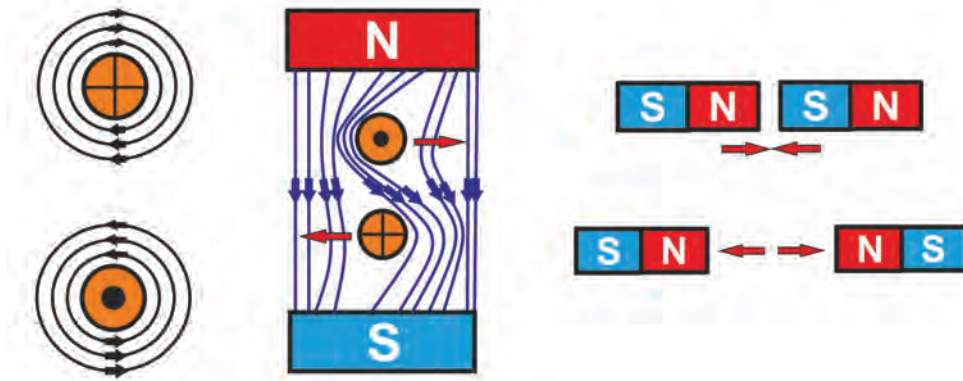
Dikey Çalışan Asenkron Motorlar: Motor milinin dikey olarak durduğu çalışma şeklidir.

1.1.1.3. Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensibi

Asenkron motorlar, transformatörler gibi indükleme esasına göre çalıştığından bu motorlara **indüksiyon motorları** denir. Transformatörler duran (statik), hareketli parçası olmayan; asenkron motorlar ise hareketli (dinamik) elektrik makinesidir.

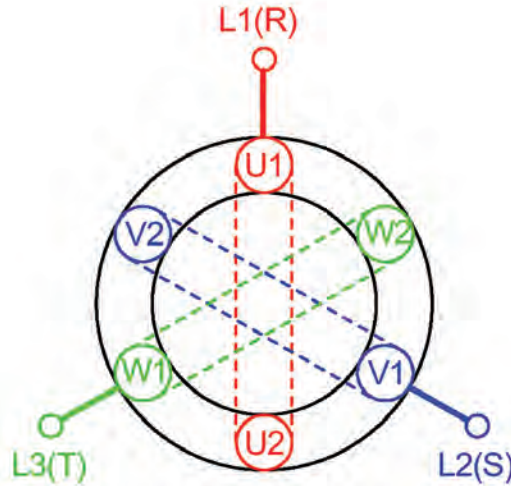
Asenkron motorların çalışmasını sağlayan temel manyetizma prensipleri şunlardır:

- İçinden akım geçen bir iletkenin etrafında manyetik alan oluşur.
- Manyetik alanın içinde bulunan bir iletkenin akım geçirilirse o iletken manyetik alanın dışına doğru itilir.
- Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Hareketli manyetik alanın içindeki iletken ve bobinin durumu

Asenkron motorlar stator ve rotordan oluşur. Üç fazlı stator sargıları, stator oluklarına birbirinden 120° lik elektriksel açı farkıyla yerleştirilmiştir (Görsel 1.6).



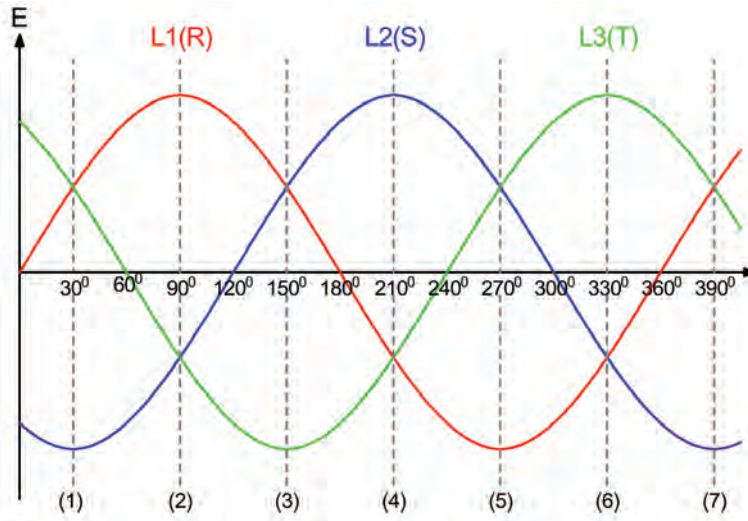
Görsel 1.6: Üç faza ait bobinlerin altı oluklu statora yerleşimi

Üç fazlı şebeke gerilimi, stator sargılarına uygulandığında “İçinden akım geçen bir iletkenin etrafında manyetik alan oluşur.” prensibine göre her bir faz sargısı etrafında manyetik alan oluşur. Sargılardan geçen anlık faz akımlarının yönüne bağlı olarak oluşan bu manyetik alanların yönü, sağ el kuralı ile tespit edilir (Görsel 1.7). Sargılar üzerinde oluşan manyetik alanların toplamı, stator içinde N-S şeklinde iki kutuplu bileşke manyetik alan meydana getirir.

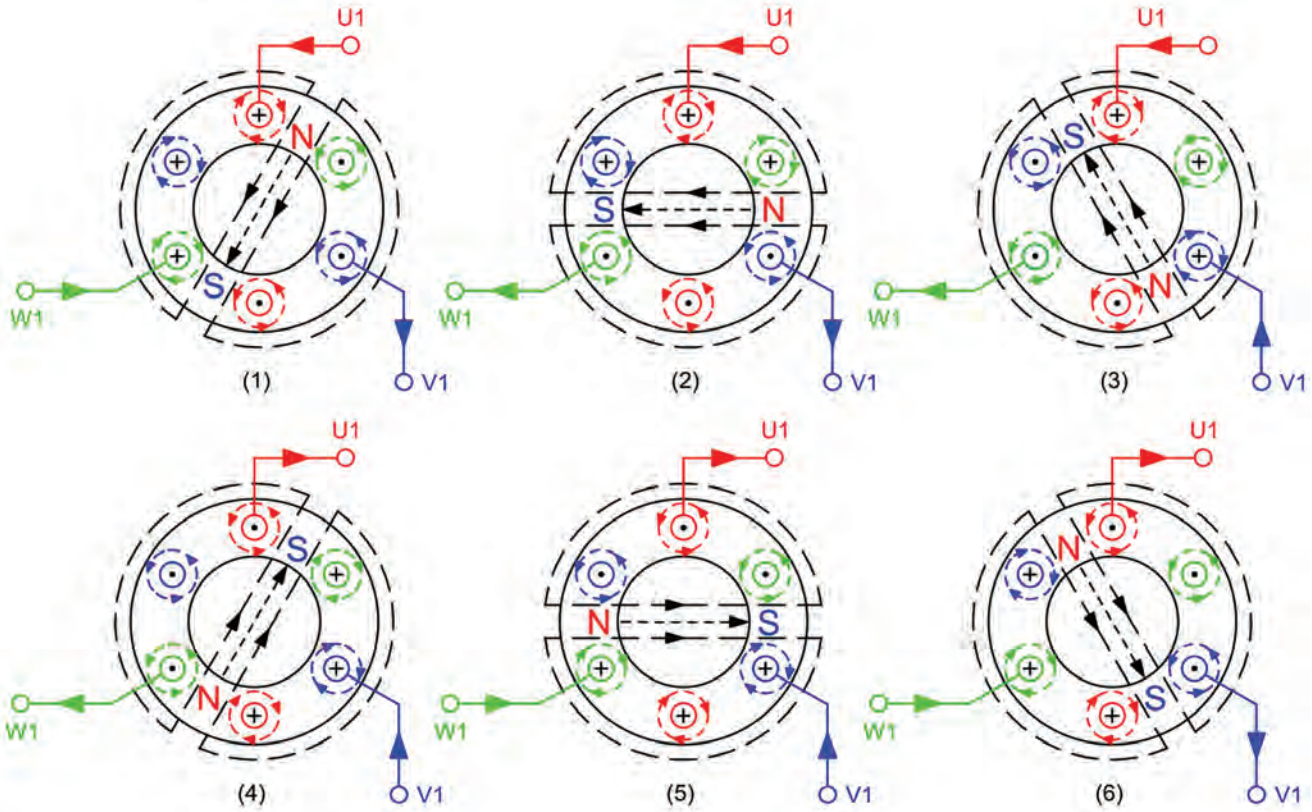


Görsel 1.7: Sağ el kuralına göre akım ve manyetik alan yönünün tespiti

Görsel 1.8'de üç fazlı şebeke geriliminin zamana bağlı olarak değişimi gösterilmektedir. Görsel 1.9'da ise stator sargılarına uygulanan üç fazlı şebeke geriliminin, sargılar üzerinde oluşturduğu döner manyetik alana ait çeşitli değişimler gösterilmiştir.



Görsel 1.8: Üç fazlı alternatif gerilimin değişim eğrisi



Görsel 1.9: Döner manyetik alanın oluşumu

(1) anında (motora enerji verildikten 1,67 ms sonra):

- L1 ve L3 fazı pozitif iken L2 fazı negatif alternanstadır (Görsel 1.8). Buna göre stator faz akımları U1 ve W1 uçlarında motor sargılarına giriş (+) yönünde oluşurken V1 ucunda çıkış (•) yönünde oluşur. Bu duruma göre U2, V2, W2 sargılarının da akım yönleri tespit edilir (Görsel 1.9.1).
- (1) anını temsil eden şekilde, her bir bobin sargısına sağ el kuralı uygulandığında bobinlerin etrafında oluşan manyetik alanlar ve stator içinde oluşan bileşke manyetik alanlar gösterilmiştir. Bileşke manyetik alanın yönü kendisini oluşturan bobinler etrafındaki manyetik alanların yönü ile aynıdır.

(2) anında (motora enerji verildikten 5,01 ms sonra):

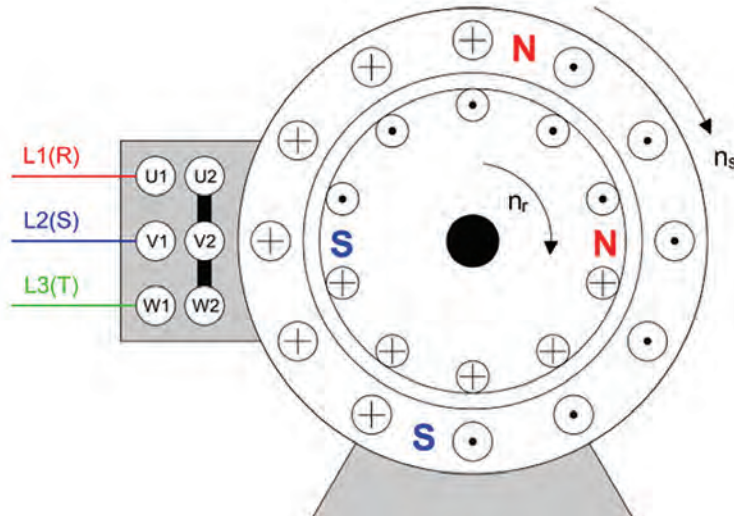
- L1 pozitif iken L2 ve L3 fazı negatif alternanstadır (Görsel 1.8). Buna göre stator faz akımları U1 ucunda motor sargısına giriş (+) yönünde oluşurken V1 ve W1 uçlarında çıkış (•) yönünde oluşur. Bu duruma göre U2, V2, W2 sargılarının da akım yönleri tespit edilir (Görsel 1.9.2).
- (2) anını temsil eden şekilde, her bir bobin sargısına sağ el kuralı uygulandığında bobinlerin etrafında oluşan manyetik alanlar ve stator içinde oluşan bileşke manyetik alanlar gösterilmiştir.

(1) ve (2) anı yan yana incelendiğinde (1) anı fazların 30°, (2) anı ise fazların 90° deki durumlarına göre şekillenmiştir. Aradaki elektriksel açı değişimi 60° olduğundan bileşke manyetik alan eksen yönü de saat ibresi yönünde 60° dönmüştür.

Görsel 1.8'de L1-L2-L3 fazlarının (3)-(4)-(5)-(6) anlarında meydana getirdikleri manyetik alanlar, Görsel 1.9'da (3)-(4)-(5)-(6) olarak gösterilmiştir. (7) anı ile (1) anı birbirinin aynısıdır. Bu şekiller sırayla incelendiğinde üç fazlı alternatif akımdaki 1 periyotluk değişme (1-7 anına kadar geçen sürede), N-S kutuplarının 1 devir (tur) yapmasına sebep olur. Alternatif akım frekansı 50 Hz olduğunda $1/50 = 0,02$ sn.de 1 periyot tamamlanmış olur yani 0,02 sn.de N-S kutuplarının eksenini 1 devri tamamlar. Bu durumda 1 sn.deki N-S kutuplarının devri $1/0,02 = 50$ devirdir. Dakikadaki N-S kutuplarının devir sayısı $50 \times 60 = 3000$ devir/dk. olarak hesaplanabilir.

N-S kutupları ekseninin zamana göre, saat ibresi yönünde dönmesiyle oluşan bu bileşke manyetik alana **stator döner alanı** denir. Stator döner alanındaki hareket, manyetik alan hareketi olup stator sargıları sabittir.

Döner Manyetik Alan İçindeki Rotorun Dönmesi: Stator sargılarına gerilim uygulanması sonucu oluşan döner manyetik alan kuvvet çizgileri, rotor sargılarını veya kısa devre çubuklarını keser. İndüksiyon prensibine göre rotor üzerinde gerilim indüklenir ve rotorun içinden bir kısa devre akımı geçer. Bu akım rotor etrafında ikinci bir manyetik alan meydana getirir. Buna **rotor manyetik alanı** denir. Stator döner alan kutupları ile rotor manyetik alan kutupları birbirini etkiler. Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker prensibine göre iki alan kutupları arasındaki etkileşim sonucu rotor döner (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Üç fazlı iki kutuplu motor

1.1.1.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Kayma

Stator döner manyetik alan devri ile rotor devri arasındaki devir farkına **kayma** denir. Asenkron motorlar kayma prensibine göre çalışır. Motorun yapısı gereği rotor üzerinde mekanik (sürtünme ve ventilasyon) ve elektriksel kayıplar meydana gelir. Bu sebeple de rotor, stator döner alanından daha az devirle döner yani iki devir hiçbir zaman birbirine eşit olmaz. Kayma "S" ile gösterilir.

$$\%S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100$$

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p}$$

Formüle göre

- S** : Kayma (%)
- n_s** : Stator döner alan hızı (devir/dk.)
- n_r** : Rotor hızı (devir/dk.)
- f** : Frekans (Hz)
- 2p** : Kutup sayısı

Örnek: Üç fazlı, altı kutuplu bir asenkron motor 50 Hz frekansta döndürülmektedir. Buna göre rotor devir hızı 850 devir/dk. olduğunda motorda kayma kaçtır?

Çözüm: $2p = 6$, $f = 50$ Hz ve $n_r = 850$ devir/dk. olduğuna göre

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p} = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ devir/dk.} \quad S = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{1000 - 850}{1000} = 0,15 \text{ (\%15)}$$

1.1.1.5. Üç Fazlı Asenkron Motor Bağlantıları

Klemens tablosuna çıkarılan altı stator sargı ucundan üçü giriş ucu, üçü de çıkış ucudur.

- **L1 (R) fazı için** sargı giriş ucu U1 (U), çıkış ucu U2 (X);
- **L2 (S) fazı için** sargı giriş ucu V1 (V), çıkış ucu V2 (Y);
- **L3 (T) fazı için** sargı giriş ucu W1 (W), çıkış ucu W2 (Z) harfleri ile ifade edilir.

Üç fazlı asenkron motorların sargıları yıldız (λ) bağlantı ve üçgen (Δ) bağlantı olmak üzere iki şekilde bağlanabilir. Bu bağlantıları kolayca yapabilmek için klemens tablosu içinde pirinç ya da demir, üzeri kaplamalı ham maddelerden üretilmiş köprüler bulunur. Yıldız bağlantıda sargı çıkış uçları köprülerle kısa devre edildiğinde sargı sıralamasının herhangi bir önemi yoktur. Ancak üçgen bağlantıda köprülerin karşılıklı yerleşimi kısa devreye sebep olacağından sargı çıkışları bir sıra yana kaydırılarak dizilir. Bu sebeple çoğu klemens tablosu içinde sargı giriş uçları U1-V1-W1 (U-V-W), sargı çıkış uçları W2-U2-V2 (Z-X-Y) şeklinde dizilidir.

Üç Fazlı Asenkron Motorun Yıldız (λ) Bağlantısı

Stator sargılarının giriş uçlarına üç fazlı gerilim uygulanıp sargıların çıkış uçlarının kısa devre edilmesiyle yapılan bağlantıya **yıldız bağlantı** denir. Yıldız bağlantı " λ " şeklinde gösterilir. Yıldız bağlantıda hat akımları, faz akımlarına eşittir. Hat gerilimleri ise faz gerilimlerinin $\sqrt{3}$ katıdır (Görsel 1.11).

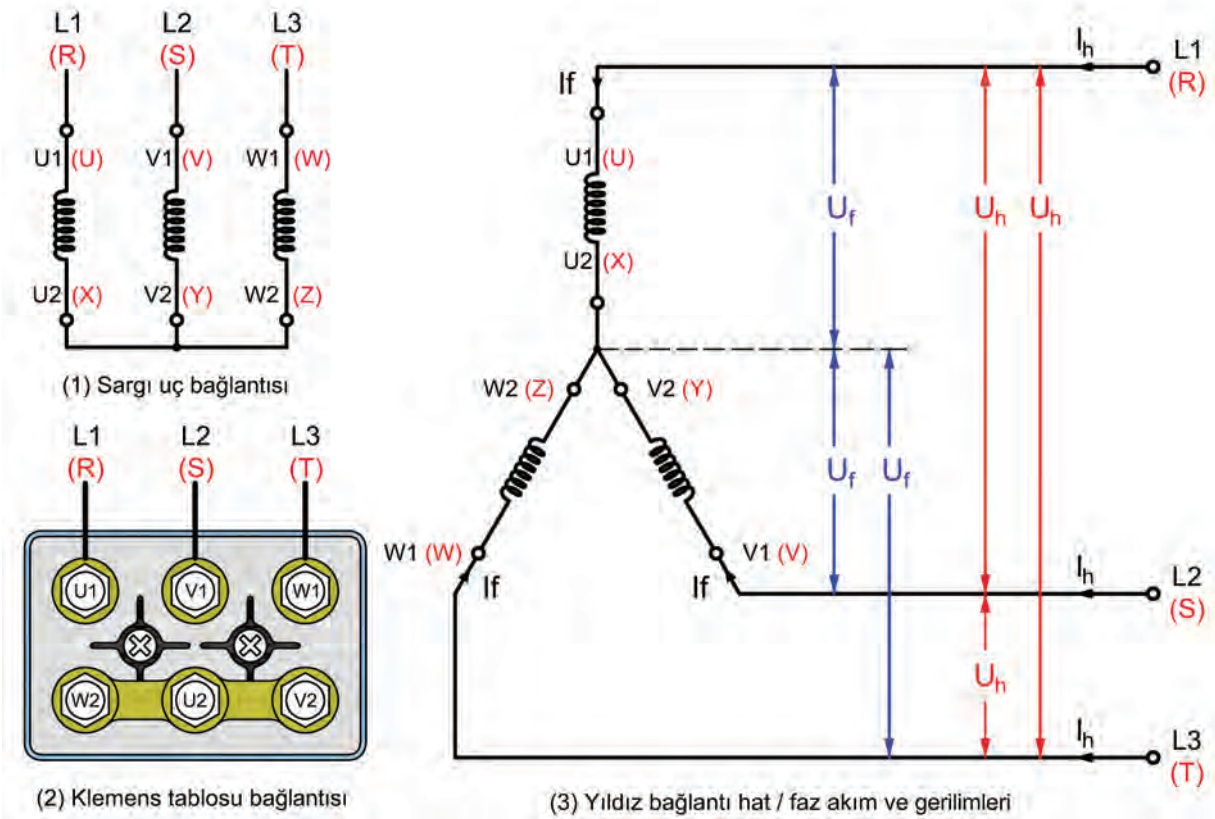
$$I_h = I_f$$

$$U_h = \sqrt{3} \times U_f$$

$$U_h = 1,73 \times U_f$$

Formüle göre

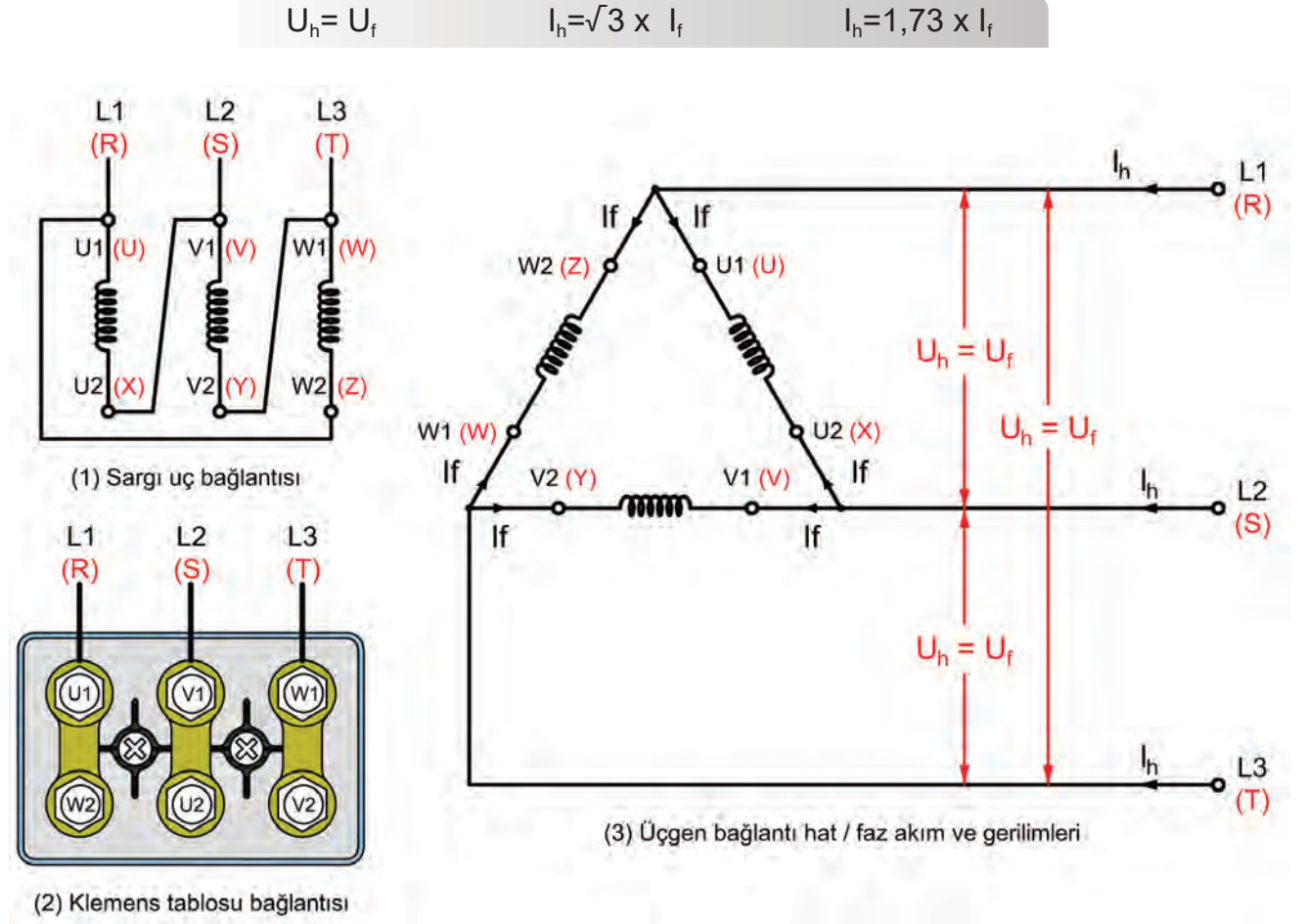
I_h	: Hat akımı	(A)
I_f	: Faz akımı	(A)
U_h	: Hat gerilimi	(V)
U_f	: Faz gerilimi	(V)



Görsel 1.11: Üç fazlı asenkron motorun yıldız bağlantısı

Üç Fazlı Asenkron Motorun Üçgen (Δ) Bağlantısı

Stator sargılarından bir faza ait sargı çıkış ucunun kendisini takip eden diğer faz sargısının girişine (birinci fazın çıkış ucunun ikinci fazın giriş ucuna, ikinci fazın çıkış ucunun üçüncü fazın giriş ucuna ve üçüncü fazın çıkış ucunun birinci fazın giriş ucuna) bağlanmasıyla oluşan bağlantıya **üçgen bağlantı** denir. Üçgen bağlantı " Δ " şeklinde gösterilir. Üç fazlı asenkron motor klemensi U1-W2, V1-U2, W1-V2 uçları köprülenecek şekilde bağlanır. Üçgen bağlantıda hat gerilimleri, faz gerilimlerine eşittir. Hat akımları ise faz akımlarının $\sqrt{3}$ katıdır (Görsel 1.12).

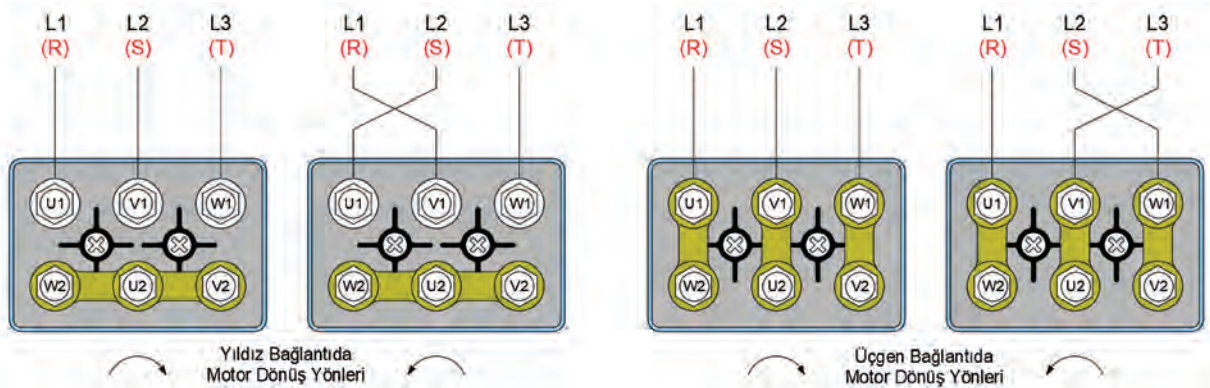


Görsel 1.12: Üç fazlı asenkron motorun üçgen bağlantısı

Not: Üç fazlı asenkron motorun yıldız veya üçgen bağlanmasına motor etiketindeki bilgilere bakılarak karar verilir. Motor etiketinde üç fazlı şebekede 380 V, yıldız bağlantılı (λ) olarak çalıştırılması gerektiği yazan asenkron motor, yanlışlıkla (Δ) bağlı olarak çalıştırılırsa yüksek gerilim uygulanacağı için motorun sargıları zarar görür.

1.1.1.6. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Devir Yönünü Değiştirme

Üç fazlı asenkron motorların çalışma durumuna göre devir yönlerinin değiştirilmesi gerekebilir. Bunu sağlamak için motor klemensine bağlanan fazlardan (L1-L2-L3) herhangi ikisinin yeri değiştirilir ve biri sabit bırakılır. Bu durum hem yıldız hem de üçgen bağlantı için geçerlidir (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Üç fazlı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesi

1.1.1.7. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Katalog Bilgileri

Asenkron motorlar, farklı firmalar tarafından üretilmektedir. Dolayısıyla her firmanın üretimle ilgili kendi katalogları bulunmaktadır. Bu kataloglarda asenkron motorla ilgili bilgiler verilir. Genel olarak verilen katalog bilgileri Tablo 1.4 ve Tablo 1.5'te gösterilmiştir.

Tablo 1.4: Asenkron Motor Katalog Bilgileri (Fiziksel)

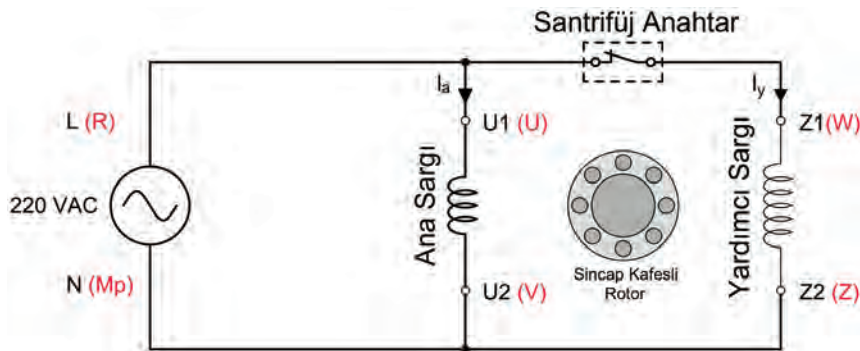
Yapı Büyüklüğü	Asenkron motorun fiziksel büyüklüğüdür. Büyüklüğe göre kaldırma halkası bulunur.
Gövde ve Kapaklar	Gövde ve kapakların yapıldığı malzeme cinsidir. Alüminyum veya dökme demirden yapılır.
Flanş	Flanşlı motorların malzeme bilgisi ve büyüklüğü belirtilir.
Koruma Sınıfı	IP55: Toza ve sıçrayan suya karşı koruma sağlar. IP56: Toza ve su püskürmesine karşı koruma sağlar.
Soğutma	Küçük yapılı motorlarda soğutma için pervane yoktur. Büyük yapılı motorlarda çelik sacdan yapılmış delikli muhafaza kapağı içinde soğutucu pervane bulunur.
Klemens Tablosu	Klemens tablosunun konumu, yapıldığı malzeme ve koruma sınıfı belirtilir.
Kablo Girişi	Klemens tablosuna kabloların nasıl girdiği belirtilir. Motor yapı büyüklüğüne göre rakor sayısı ve büyüklükleri de değişir. En büyük kablo dış çapı ve iletken kesiti belirtilir.
Yataklar	Motor yapı büyüklüğüne göre kullanılan rulman tipleri belirtilir.
Gürültü Düzeyi	Motor gürültü seviyesi dB cinsinden belirtilir.
Yapı Biçimi ve Kurulma Düzeni	Ayaklı, ayaksız ve flanş durumu belirtilir. Kurulma alanı (taban, tavan veya duvar) belirtilir.

Tablo 1.5: Asenkron Motor Katalog Bilgileri (Elektriksel)

Faz Sayısı	Bir veya üç fazlı olduğunu belirtir.
Gerilim ve Frekans	Anma gerilimi (V) ve frekansı (Hz) belirtilir. Frekans 50/60 Hz'dir.
Güç	Motor gücü (kW/Hp) belirtilir.
Akım	Motor akımı (A) belirtilir.
Devir ve Kutup Sayısı	Motor devri (devir/dk.) ve kutup sayısı belirtilir.
Moment	Motor momenti ile ilgili bilgi verilir.
Yalıtım Sınıfı	Sargıların yalıtım sınıfı belirtilir. Standart sınıf "F sınıfı"dır.
Çalışma Türleri	Motorun sürekli, kısa süreli ve dönemli kesintili gibi çalışma süreleri belirtilir.
Kalkış Sıklığı ve Süresi	Motorun kalkış periyotları ile ilgili bilgi verilir.
Uç Bağlantı Şekli	Motorun yıldız (λ) veya üçgen (Δ) bağlanma şartları belirtilir.
Yol Verme Yöntemi	Motora hangi yol verme yöntemlerinin uygulanabileceğini belirtir.
Verim Sınıfı	IE1: Standart verimli IE2: Yüksek verimli IE3: Premium (çok yüksek) verimli IE4: Süper premium

1.1.1.8. Bir Fazlı Asenkron Motorların Özellikleri ve Çalışması

Bir fazlı alternatif gerilimle çalışan motorlara **bir fazlı asenkron motorlar** denir. Çamaşır makinesi, buzdolabı gibi ev aletlerinde ve küçük güçlü elektrikli sistemlerde bu motorlar kullanılır. Güçleri genellikle 1,5 kW'a kadardır. Çeşitli bir fazlı motor olmakla birlikte en çok kullanılan türü yardımcı sargılı motorlardır. Bir fazlı motorların statorunda **ana sargı (AS)** ve **yardımcı sargı (YS)** olmak üzere iki ayrı sargı bulunur. Ana sargı kalın telden az sipirlidir ve uçları U1-U2 (U-V) harfleri ile gösterilir. Yardımcı sargısı ise ince telden çok sipirlidir ve sargı uçları Z1-Z2 (W-Z) harfleri ile gösterilir (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motorun prensip şeması

Üç fazlı asenkron motorlarda fazlar arasındaki elektriki açı sebebiyle döner manyetik alan meydana gelmektedir. Ancak bir fazlı asenkron motorlarda tek sargı ile döner manyetik alan elde edilemez. Bu nedenle yardımcı sargıya ihtiyaç vardır. Ana ve yardımcı sargı, aralarında 90° elektriki açı farkı oluşturacak şekilde stator oluklarına yerleştirilerek birbirine paralel bağlanır. Bu sargılara bir fazlı alternatif gerilim uygulandığında ana ve yardımcı sargı üzerinde manyetik alanlar oluşur. Sargılar arasında 90° elektriki açı farkı olmasına rağmen sargılara uygulanan gerilimler aynı fazlı olduğundan manyetik alanlar da aynı fazdadır. Bu nedenle iki sargıda da döner manyetik alan meydana gelmez.

İki sargıda meydana gelen manyetik alanlar arasında faz farkının oluşması için sargılardan geçen akımlarında da faz farklı olması sağlanır. Bunun için de ana sargı ve yardımcı sargı iletken kesitleriyle sipir sayıları farklı yapılır. Kalın kesitli telle çok sipirli olarak sarılan ana sargı omik direncinin küçük, endüktif reaktansının büyük olması sağlanır. Ayrıca ana sargı alta, yardımcı sargı üste yerleştirilerek endüktif reaktans daha da artırılır. Bu sayede ana sargı akımı gerilimden 90° ye yakın geri kalır.

Yardımcı sargıdan geçen akımın gerilimden ileride olması için yardımcı sargıya seri olarak bir kondansatör bağlanır. Böylece ana ve yardımcı sargı akımları arasında 90° faz farkı meydana gelir. Bu da düzgün bir döner alanın meydana gelmesini sağlar. Sargılar arasındaki farklılıklardan dolayı düzgün bir döner alan oluşarak rotorun dönmesi sağlanır.

Ana sargı, motorun esas görev yapan kısmıdır. Yardımcı sargı ise sadece yol almayı kolaylaştırır ve yol almadan sonra devreden çıkarılır. Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motorlarda devir yönünü değiştirmek için ana sargıdan ya da yardımcı sargıdan geçen akımlardan herhangi birinin yönünün değiştirilmesi gerekir.

1.1.2. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Malzemeler

Kumanda ve güç devrelerinde birçok devre elemanı kullanılmaktadır. Belli başlı elemanlar aşağıda verilmiştir.

1.1.2.1. Kumanda Butonları

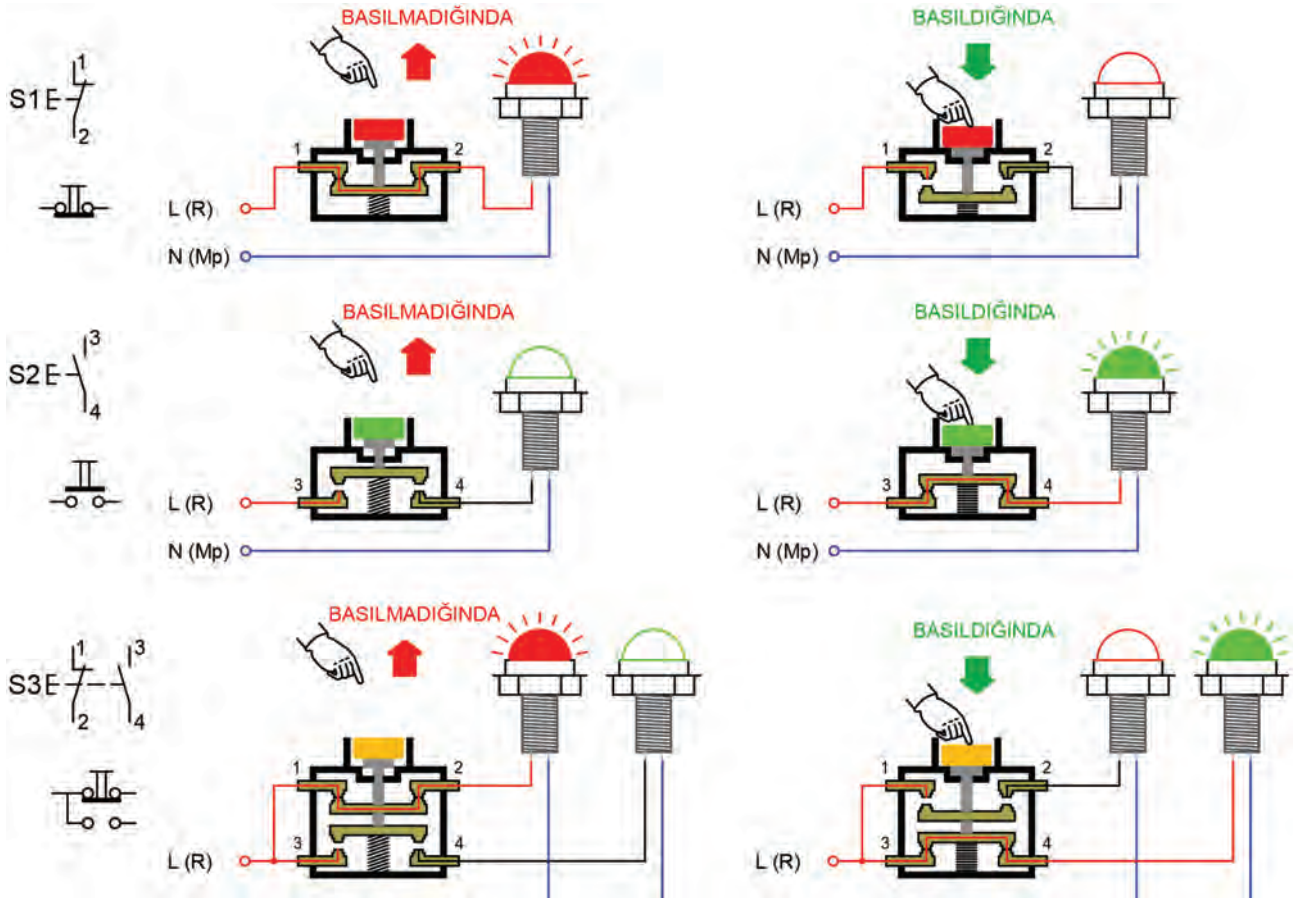
Bir kumanda devresinin çalışmasını başlatmak, çalışan bir devreyi durdurmak ya da bir devreyi çalıştırırken diğerini durdurmak için kullanılan devre elemanına **kumanda butonu** denir. Yapılarına göre buton çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

Ani Temaslı (Yay Geri Dönümlü) Butonlar: Butona basılı olduğu sürece kontakları konum değiştiren, baskı kaldırıldığında ise bir yay vasıtasıyla kontakları tekrar eski konumlarına dönen butonlardır. Stop, start ve jog butonu olmak üzere üç farklı tipte üretilir.

- **Start (Başlatma) Butonu:** Kumanda devresinin çalışmasını başlatan butonlardır. Normalde açık olan kontağı, butona basıldığında kapanan ve buton üzerindeki baskı kaldırıldığında yay vasıtası ile tekrar açılarak normal konumuna dönen butonlardır. Butona basıldığı sürece akım geçişine izin vererek bağlı olduğu devrenin enerjilenmesini sağlar.
- **Stop (Durdurma) Butonu:** Kumanda devresinin çalışmasını durduran butonlardır. Normalde kapalı olan kontağı, butona basıldığında açılan ve buton üzerindeki baskı kaldırıldığında yay vasıtası ile tekrar kapanarak normal konumuna dönen butonlardır. Butona basıldığı sürece akım geçişine izin verilmez ve bağlı olduğu devrenin enerjisini keser.
- **Jog (Çift Yollu) Buton:** Kumanda devresinde, devrenin bir kısmının çalışmasını durdururken başka bir kısmının çalışmasını başlatan butonlardır. Normalde kapalı ve normalde açık olmak üzere iki kontağı olan, butona basıldığında kapalı kontağı açılıp açık kontağı kapanan butonlardır. Bir adet stop ve bir adet start butonunun birleştirilmesiyle üretilmişlerdir. Butona basıldığı sürece bir devrenin enerjisini keserken diğer bir devrenin enerjilenmesini sağlar.



Görsel 1.15: Butonlar ve buton blokları



Görsel 1.16: Ani temaslı (yay geri dönüşlü) butonların iç yapıları ve çalışmaları

Kalıcı Tip Butonlar: Butona basıldığında konum değiştiren, uygulanan baskı kalktığında normal konumuna dönmeyen butonlardır. Konum değiştirme işlemi butona tekrar basılması ile gerçekleşir. Kalıcı butonların basmalı, çevirmeli, ışıklı ve anahtarlı tipte üretilenleri de mevcuttur.

Acil Durdurma (Emergency) Butonu: Butonuna basıldığında bağlı bulunduğu devrenin enerjisini keserek çalışmasını durduran ve tüm potansiyel tehlikeleri engelleyen bir emniyet kontrol anahtarıdır. Devrede bir şeylerin yanlış gitmesi veya bir tehlikenin oluşması durumunda, bağlı sistemin kolayca durdurulabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Acil durdurma butonu

1.1.2.2. Paket (Pako) Şalterler

Bir eksen etrafında dönebilen bir mil üzerine art arda dizilmiş ve paketlenmiş kontaklardan oluşan çok konumlu şaltere **paket (pako) şalter** denir. Paket şalterlerin her bir diliminde, iki, üç ya da dört kontak bulunur. Kontakların açılıp kapanması dilimlerdeki çıkıntılar sayesinde olur (Görsel 1.18).

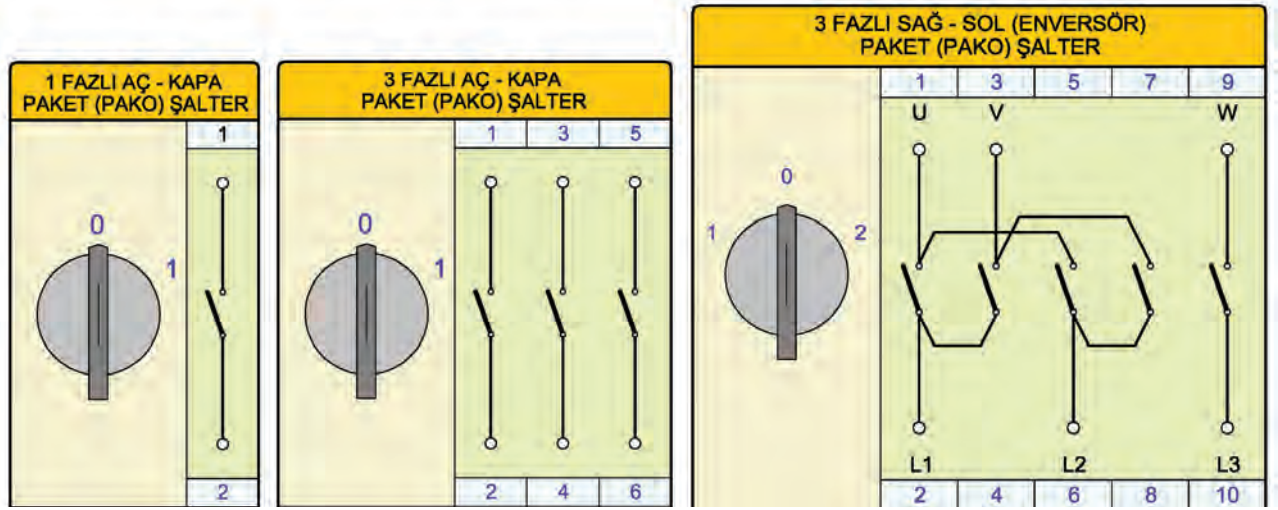


Görsel 1.18: Bir ve üç fazlı paket şalterler

Paket şalterler düşük güçlü elektrikli ekipmanların çalıştırılmasında, durdurulmasında (yükü enerjilendirmek ve izole etmek amacıyla) ve kumanda devrelerinde butonların yerine kullanılabilir. Ayrıca pako şalterler motor kumanda devrelerinde aç-kapa işlemi yapmak, yıldız-üçgen ve direkt yol verme devrelerinde motora yol vermek, elektrik motorlarını ileri ve geri çalıştırabilmek için kullanılabilir. Çift devirli motorlarda kumanda şalteri amacıyla, ölçüm devrelerinde ölçüm anahtarı olarak, kumanda devrelerinde enerjiyi yönlendirme amacıyla kullanılabilir.

10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 125 A ve 200 A akım kapasitelerinde yapılır. Üzerlerinde koruma fonksiyonu yoktur. Termik ve manyetik akımlara karşı hiçbir koruma sağlamaz.

Paket şalterlerle birlikte bağlantı şemaları ve çalışma diyagramları bulunur. Bu diyagramlar sayesinde kontaklarının konumları hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Üzerinde bulunan kolun çevrilmesi ile bakalit dilimler döner ve üzerindeki kontakları konum değiştirir (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: Çeşitli paket şalterlerin çalışma diyagramları

1.1.2.3. Sınır Anahtarları

Hareketli aygıtlarda bir hareketi durdurup başka bir hareketi başlatan ve aygıtın hareket eden parçası tarafından kumanda edilen elemanlara **sınır anahtarı** denir. Sınır anahtarının normalde biri kapalı, diğeri açık iki kontağı mevcuttur. Bant sistemlerinde, kapı sistemlerinde ve takım tezgâhları gibi hareketli sistemlerde kullanılır (Görsel 1.20).



Görsel 1.20: Sınır anahtarları

Makaralı Sınır Anahtarı: Hareketli kontağı makara şeklinde olan sınır anahtarıdır. Kumanda devresinin hareketli kısmında bulunan bir çıkıntı, sınır anahtarının makarasına çarptığında sınır anahtarının kontakları konum değiştirir.

Pimli Sınır Anahtarı: Makara yerine pimin bulunduğu sınır anahtarıdır.

1.1.2.4. Sinyal Lambaları

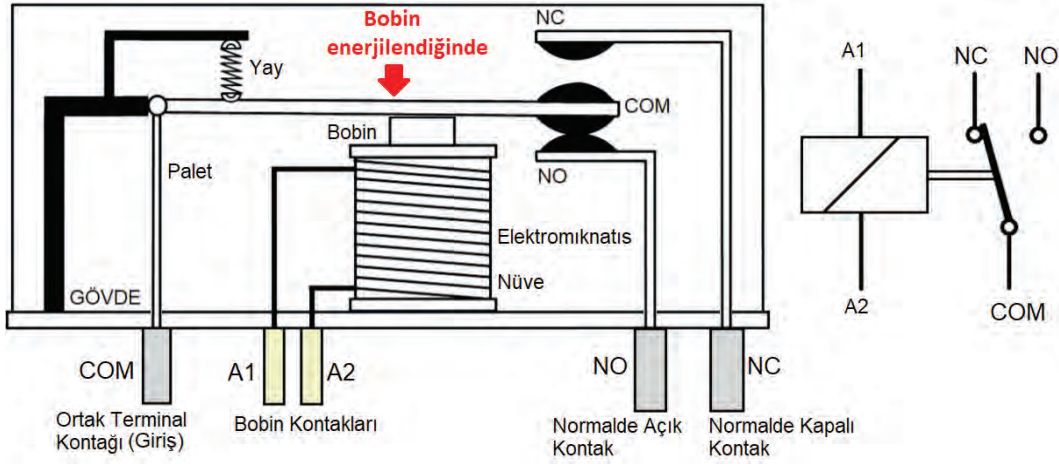
Bir kumanda devresinde, devrenin çalışma durumlarını gösteren ışıklı bildirim elemanına **sinyal lambası** denir. Sinyal lambaları 12 V-24 V-220 V gibi çeşitli gerilim değerlerinde ve AC / DC çalışmaya uygun farklı gerilim tiplerinde üretilir. Kumanda panolarında kullanılır. Montaj çapı genellikle 22 mm'dir (Görsel 1.21).



Görsel 1.21: Sinyal lambaları

1.1.2.5. Röleler

Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara **röle** denir. Temel olarak bobin ve buna bağlı çalışan kontaklar-
dan oluşur. Devrelerde küçük bir akımla büyük güçlü alıcıları kontrol etmede kullanılır. Röleler, bir ya da birden
fazla kontağa sahip olabilir. Rölenin bobin gerilimi 5 V ila 48 V aralığındadır. Bobini, doğru ya da alternatif
gerilimle çalışan tipleri mevcuttur (Görsel 1.22).

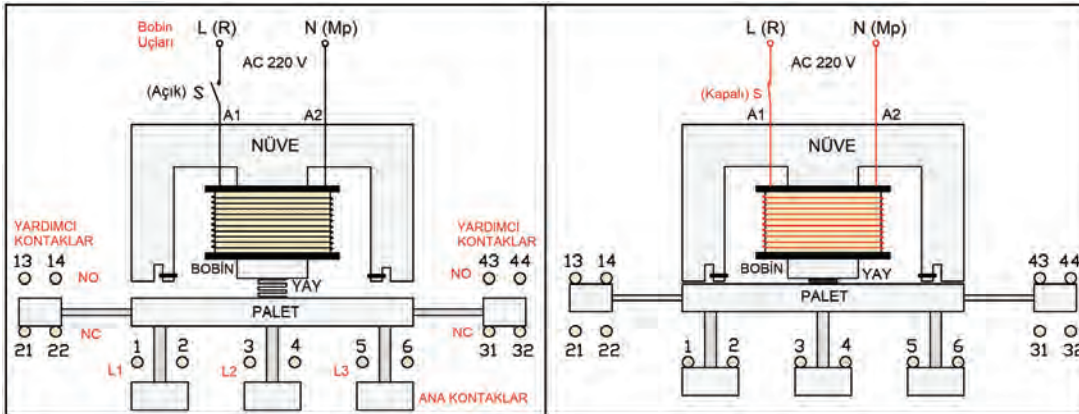


Görsel 1.22: Rölenin yapısı ve sembolü

Rölelerde A1 ve A2 harfleri bobin uçları, NC [normally close (normıliy kılöz)] normalde kapalı kontakları, NO [normally open (normıliy opın)] normalde açık kontakları ve COM (kom) ise ortak terminal girişi belirtir. Rö-
leye enerji uygulandığında bobin, elektromıknatıs hâline gelerek paletin kontakları konum değiştirir. Akım kesil-
ince elektromıknatıslık ortadan kalkar ve esnek gergi yayı, paleti geri çekerek kontakları ilk konumuna getirir.

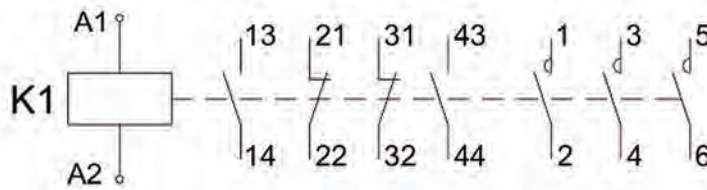
1.1.2.6. Kontaktörler

Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** denir. Kontaktörler; elektromıknatıs, palet ve kon-
taklar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Elektrik motoru, iklimlendirme sistemleri, pompa, vakum, konveyör,
kompresör ve aydınlatma gruplarının kontrol ve kumandasında kullanılır. Kontaktör bobini enerjilendiğinde,
bobin üzerinde bir manyetik alan meydana gelerek nüvenin mıknatıslanmasını sağlar. Elektromıknatıs özelliği
kazanan sabit nüve, karşısında bulunan hareketli paleti kendine çekerek kontakların konum değiştirmesini
sağlar (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Kontaktörün çalışması

Kontaklar gümüş, bakır-nikel, demir-kadmiyum, karbon, tungsten gibi metallerden yapılır. Yapı itibarıyla
ana kontaklar (güç kontakları) ve yardımcı kontaklar (kumanda kontakları) olmak üzere iki farklı kontak yapısı
bulunur. Kontakların konumuna göre de normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) olmak üzere iki farklı
şekilde imal edilir. Çeşitli firmaların farklı kontak yapılarında üretilen kontaktörleri de mevcuttur. Görsel 1.24'te
bir kontaktörün yapısında bulunan kontaklar sıralanmıştır. Tablo 1.6'da bu kontaktörde bulunan kontakların
özellikleri verilmiştir.



Görsel 1.24: Kontaktörün kontak yapısı ve konumları

Tablo 1.6: Kontaktörün Uçları ve Özellikleri

13 – 14	1. kontak, normalde açık yardımcı kontak	A1 – A2	Bobin uçları girişi
21 – 22	2. kontak, normalde kapalı yardımcı kontak	1 – 2	L1 (R) fazına ait güç kontağı
31 – 32	3. kontak, normalde kapalı yardımcı kontak	3 – 4	L2 (S) fazına ait güç kontağı
43 – 44	4. kontak, normalde açık yardımcı kontak	5 – 6	L3 (T) fazına ait güç kontağı

Kontaktör Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Kullanma Sınıfı: Kontaktörler çalışma gerilimi, işletme ve kullanma şekillerine göre sınıflara ayrılarak standartlaştırılmıştır. Sınıflarına göre farklı yükleri kumanda eder. Kullanma sınıfının doğru tespit edilmesi ve uygun olarak seçim yapılması, kontaktörün sağlıklı çalışması açısından önemlidir (Görsel 1.25). Kontaktörlerin üretim sınıfları ve kullanım alanları Tablo 1.7 ve Tablo 1.8’de verilmiştir.

Tablo 1.7: Alternatif Akım Kontaktörlerinin Üretim Sınıfları ve Kullanım Alanları

SINIFI	KULLANIM ALANLARI
AC – 1	Omik yüklerde, özellikle ısıtma uygulamalarında kullanılır.
AC – 2	Bilezikli asenkron motorlara yol vermede kullanılır.
AC – 3	Sincap kafesli asenkron motorların çalıştırılmasında kullanılır. En yaygın uygulama sınıfıdır.
AC – 4	Sincap kafesli veya bilezikli motorların kesik çalışma ve ters akımla frenleme uygulamalarında kullanılır.
AC – 5b	Akkor flamanlı lambaların kumandasında kullanılır.
AC – 6a	Transformatörlerin kumandasında kullanılır.
AC – 7a/b	Az endüktif yüklerde, özellikle ev cihazlarında ve benzer uygulamalarda kullanılır.

Tablo 1.8: Doğru Akım Kontaktörlerinin Üretim Sınıfları ve Kullanım Alanları

SINIFI	KULLANIM ALANLARI
DC – 1	Omik DC yüklerin beslenmesinde kullanılır.
DC – 3	Şönt motorların çalıştırılması ve frenlenmesiyle ilgili devrelerde kullanılır.
DC – 5	Seri motorların çalıştırılması ve frenlenmesiyle ilgili devrelerde kullanılır.
DC – 6	Akkor flamanlı lambaların kumandasında kullanılır.

Anma Gerilimi: Kontaktörün kumanda edeceği gerilim değeridir. Genellikle 220 V veya 380 V’tur.

Bobin Gerilimi: Bobinin çalışma gerilimidir. Bu gerilim AC / DC olabilmektedir.

Anma Akımı: Kontaktörün güç kontaklarının akım değeridir.

Anma Gücü: Kumanda edilecek alıcının gücüdür.

Kontak Yapısı ve Sayısı: Kontaktörlerde güç (ana) ve kumanda (yardımcı) kontakları olmak üzere iki tip kontak mevcuttur. Güç kontakları, yüksek akıma dayanıklı olup motor vb. alıcıları çalıştırmak için kullanılır. Kumanda kontakları ise kumanda devre elemanlarının kontrolünde görev yapar. Güç kontakları üç adettir ve tümü normalde açık (NO) kontaklardır. Kumanda kontakları ise üreticiye göre çeşitli kombinasyonlarda, sayısı farklı normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) kontaklardan oluşur.



Görsel 1.25: Kontaktör

1.1.2.7. Zaman Röleleri

Kumanda devrelerinin zamana bağlı olarak çalışıp durmalarını sağlayan zaman geciktirici devre elemanına **zaman rölesi** denir. Zaman röleleri çoğunlukla zaman ayarını sağlayan elektronik devre ve gecikme ile konum değiştiren kontaklardan oluşur (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Çeşitli zaman röleleri

Zaman Rölesi Çeşitleri

Düz Zaman Rölesi (Çekmede Gecikmeli Tip): A1-A2 besleme uçlarına enerji uygulandıktan sonra gecikme yapan zaman röleleridir. Normalde açık zaman gecikmeli kapanan ve normalde kapalı zaman gecikmeli açılan kontak olmak üzere zamana bağlı olarak konum değiştiren iki tip kontağı vardır. Enerjilendikten sonra gecikme yapar ve ayarlanan süre sonunda kontakları konum değiştirir. Enerjisi kesildiğinde gecikmeli çalışan kontakları ani olarak normal konumlarına döner.

Ters Zaman Rölesi (Bırakmada Gecikmeli Tip): A1-A2 besleme uçlarının enerjisi kesildikten sonra gecikme yapan zaman röleleridir. Normalde açık zaman gecikmeli açılan ve normalde kapalı zaman gecikmeli kapanan kontak olmak üzere zamana bağlı olarak konum değiştiren iki tip kontağı vardır. Enerji verildiğinde kontaklar ani olarak konum değiştirir. Enerji kesildikten sonra gecikme başlar ve ayarlanan sürenin sonunda kontaklar tekrar konum değiştirir.

Yıldız-Üçgen Zaman Röltesi: Yıldız-üçgen yol verme işleminde kullanılan zaman röleleridir. Röle içinde yıldız kontağı ve üçgen kontağı olmak üzere iki ayrı kontak bulunur. A1-A2 besleme uçlarına enerji verildiğinde normalde açık olan yıldız kontağı anında kapanır. Kumanda devresinde bağlı olduğu yıldız kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde motor, yıldız bağlantılı olarak çalışır. Ayarlanan süre sonunda yıldız kontağı açılır, üçgen kontağı kapanır. Kumanda devresinde bağlı olduğu üçgen kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde motor, üçgen bağlantılı olarak çalışır. Yapısı itibarıyla bağlantı kolaylığı sağlar.

Sağ-Sol Zaman Rölesi: Motoru ileri geri yönde belirli sürede çalıştırmak amacıyla kullanılan zaman röleleridir. Çalışma mantığı olarak düz zaman rölesi ile benzer özelliktedir.

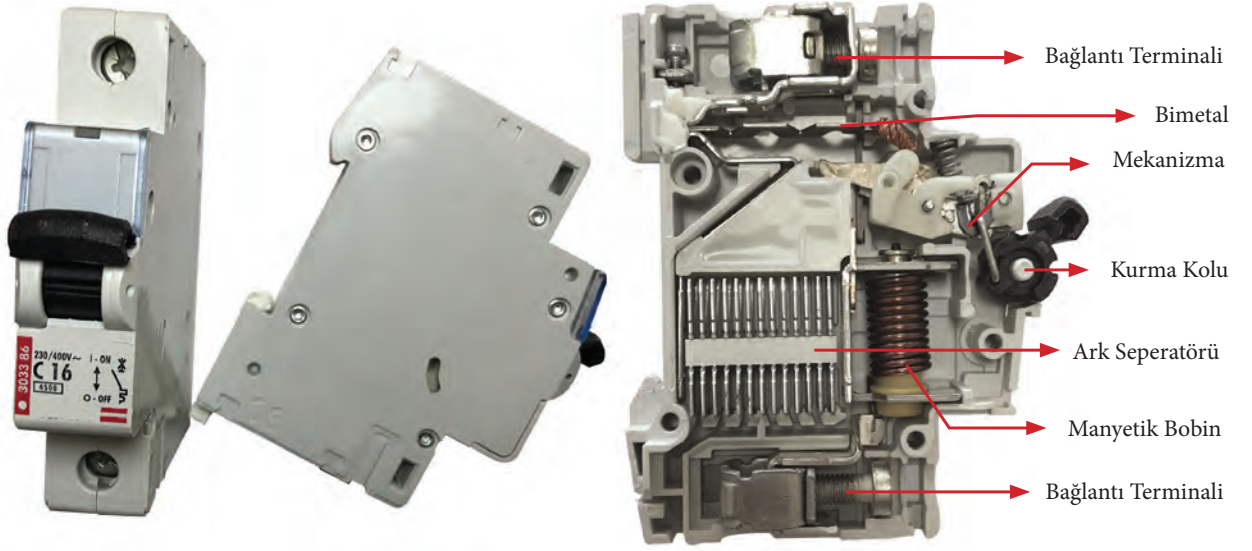
1.1.2.8. Sigortalar

Elektrik hattını ve hatta bağlı cihazları, aşırı akımın etkilerine karşı koruyan devre elemanına **sigorta** denir. Hattın güvenliğini sağlar ve devreye daima seri bağlanır. Standart akım değerleri ile üretilir. Üzerinde yazan akım değerleri aşıldığında, bağlı oldukları hattın enerjisini keserek koruma sağlar. Sigorta seçiminde bu akım değerlerine dikkat edilmelidir. Kontaklarına faz giriş ve faz çıkış bağlantısı yapılır. Sigorta çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Otomatik Sigortalar: Kumanda devrelerinde en çok kullanılan sigorta çeşididir. **0,5 A – 1 A – 1,6 A – 2 A – 3 A – 4 A – 6 A – 10 A – 16 A – 20 A – 25 A – 32 A – 40 A – 50 A – 63 A – 80 A – 100 A – 125 A** gibi standart akım değerlerinde üretilir. W otomat olarak anılır. Kumanda devrelerinde kullanılan otomatik sigorta çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

B Tipi Sigortalar: Aşırı akımda hemen atar. Aydınlatma veya priz tesislerinde kullanılır.

C Tipi Sigortalar: Aşırı akımda gecikmeli atar. Motor koruma devrelerinde kullanılır. Gecikmeli çalışması sayesinde motorların ilk kalkınma anında çektikleri aşırı akımlarda devreye girmez (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Otomatik sigortalar ve otomatik sigortanın iç yapısı

NH (Bıçaklı) Sigortalar: Sanayi tesislerindeki yüksek akımlı alıcıların korunmasında kullanılan sigortalar-dır. Altlık (gövde) ve buşon olmak üzere iki parçadan oluşur. Akım taşıma kapasitesine göre içinde kullanılan bakır telin erimesiyle bağlı bulunduğu devrenin akımını keser. Dış yüzeyleri porselen malzemeden üretilmiştir.

1.1.2.9. Aşırı Akım Röleleri

Aşırı akımların elektrik motorlarına zarar vermesini önlemek için kullanılan koruma elemanlarına **aşırı akım rölesi** denir. Elektrik devrelerinde kullanılan sigortalar çalışma karakteristikleri nedeniyle elektrik motor-larını koruyamaz. Bu sebeple koruma röleleri kullanılır (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Aşırı akım rölesi

Aşırı akım röleleri, küçük hata akımlarında gecikmeli olarak, büyük hata akımlarında ise çok kısa bir süre-de devreyi açarak koruma sağlar. Güç devresine seri bağlanan üç adet kontağı (1-2, 3-4, 5-6), kumanda dev-resine seri bağlanan bir adet kapalı kontağı (95-96) ve genellikle aşırı akım etkisini ışıklı bildirimde kullanmak için bir adet açık kontağı (97-98) vardır. Sigorta ve kontaktörlerle birlikte kullanılır. Aşırı akım rölesinin, termik aşırı akım rölesi ve manyetik aşırı akım rölesi olmak üzere iki çeşidi vardır.

1.1.2.10. Motor Koruma Şalterleri



Görsel 1.29: Motor koruma şalteri

Motor devreleri için özel olarak tasarlanmış, termik manyetik korumaya sahip bir koruma cihazıdır. Bu nedenle termik röle ve sigorta kullanımına gerek kalmamaktadır. Anahtarlama ve koruma işlemlerinin tek cihazdan yapılmasına imkân verir. Pako şalter gibi kullanılıp motoru direkt başlatabilir ve istenmeyen herhangi bir durumla karşılaşıldığında (aşırı akım, kısa devre) ani olarak devreyi açar (Görsel 1.29).

Kısa devreye karşı tepkileri çok hızlıdır ve yüksek kısa devre kesme kapasitesine sahiptir. Bu yönüyle özellikle sigortadan ayrılır. Motor koruma şalterleri, sigorta ve termik röle ile yapılacak korumaya göre panolarda daha az yer kaplayıp montaj kolaylığı da sağlar. Üzerinde yazan akım ayar sahası sınırları dâhilinde ayarlanarak kullanılabilir. Motorların çekeceği akımlara uygun sınıflardaki akım ayar sahalarına göre üretilir.

1.1.2.11. Motor (Faz) Koruma Röleleri

Üç fazlı asenkron motorlarda L1-L2-L3 fazlarının varlık yokluk kontrolünü yapan ve fazlardan birinin kesilmesi durumunda devreyi açan koruma elemanlarına **motor (faz) koruma rölesi** denir. Üç fazlı devrelerde fazlardan biri kesilse de motor çalışmaya devam eder. Ancak iki faza kalan motor şebekeden yüksek akım çekerek kısa süre içinde yanar. Bu durumu önlemek için diğer koruma elemanlarıyla birlikte motor faz koruma röleleri de kullanılır (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Motor (faz) koruma ve faz sırası rölesi

1.1.2.12. Faz Sırası Röleleri

Üç fazlı asenkron motorlarda L1-L2-L3 fazlarının sıra kontrolünü yapan ve faz yerlerinin değişmesi hâlinde devreyi açan koruma elemanlarına **faz sırası rölesi** denir. Faz sıralarının değişimi üç fazlı asenkron motorların dönüş yönünü de değiştirmektedir. Motor dönüş yönünün istemsiz olarak değişmesinin istenmediği yerlerde (asansör, kompresör vb.) kullanılır. Bazı motor (faz) koruma röleleri içinde faz sırası da takip edildiğinden aynı röle ile hem faz koruma hem de motor devir yönünün istemsiz değişimine karşı koruma yapılır (Görsel 1.30).

1.1.2.13. Gerilim Koruma Röleleri

Motorları ve sistemleri aşırı veya düşük gerilime karşı koruyan koruma elemanına **gerilim koruma rölesi** denir. Şebeke geriliminden kaynaklanan olumsuz etkilere karşı sistemi korur. Alt ve üst gerilim sınırları belirleterek gerilim dalgalanmalarını önler.

1.1.2.14. Frekans Koruma Röleleri

Şebeke frekansının değişimlerine karşı koruma sağlayan rölelere **frekans koruma röleleri** denir. Şebeke frekansının değişmesi elektrik motorlarının devirlerinin de değişimine sebep olmaktadır. Ayarlanan alt ve üst sınırlarının dışına çıkılması hâlinde gecikme süresi sonunda motor devreden çıkarılır.

1.1.2.15. Kaçak Akım Koruma Röleleri

Elektrik devrelerinde oluşan hata akımlarını algılayarak devreyi açan koruma elemanlarına **kaçak akım koruma rölesi** denir. **Kaçak akım**, elektrikle çalışan cihazların iletkenlerinin veya enerji altındaki parçalarının izolasyonunun bozulması sonucunda cihaz gövdesinde oluşan istenmeyen akımdır. Bu akım cihaz gövdesine dokunan kişi için tehlike oluşturur. Kaçak akım röleleri bu tehlikeli akımları algılar ve bağlı bulunduğu devrenin enerjisini keser (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Kaçak akım röleleri

1.1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNDE KULLANILAN KABLOLAR

Panolarda kullanılan kablolar kumanda kabloları ve güç kabloları olmak üzere iki kısımda incelenir. Kablo seçimi proje aşamasında yapılır.

Kumanda Kablosu Seçimi: Kumanda kablosu olarak özel bir durum belirtilmemişse NYAF tipi kablolar kullanılır. Bu kablolar çok damarlı olup rahatça bükülebilir ve şekillendirilebilir. Genellikle 1-1,5-2,5 mm² kesitli kablolar kullanılsa da kesitler kumanda ettikleri elemanın gücüne göre değişim gösterebilir. Bazı panolarda AC ve DC kumanda kabloları veya 24 V, 220 V gibi farklı gerilim değerli kablolar aynı kanalda bulunabilir. Böyle durumlarda kablolar farklı renklerde olmalıdır.

Güç Kablosu Seçimi: Güç kablosu seçimi için panonun konumlandırılacağı ortamın şartları ve kumanda edeceği aktif alıcıların toplam gücü dikkate alınır. Panonun monte edileceği ortamın nem, yangın ihtimali, kimyasal tehdit vb. durumlarına uygun özellikte imal edilmiş güç kablosu seçilir. Kumanda edilecek alıcıların gücü tespit edilir ve gerilim düşümü hesaplanır. Bu şekilde panoda kullanılması gereken güç kablolarının kesitleri belirlenir.

Not: Belirtilen bu hususların haricinde panoya özel isteklere göre her faz için ayrı renkteki kablolar tercih edilebilir.

NYA Kablolar: Tek damarlı, tek telli bakır kablolardır. Küçük güçlü kumanda devrelerinde kullanılır. Kablo kesitleri; 0,5 mm², 0,75 mm², 1 mm², 1,5 mm², 2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm², 35 mm², 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm², 150 mm², 185 mm², 240 mm², 300 mm², 400 mm², 500 mm² dir.

NYAF Kablolar: Tek damarlı, çok telli bakır kablolardır. Hareketli cihazların bağlantılarında, bina içinde kuru yerlerde, sıva altı veya sıva üstünde ve panolardaki kumanda devrelerinde kullanılır. En çok kullanılan kablo kesitleri; 0,25 mm², 0,5 mm², 0,75 mm², 1 mm², 1,5 mm², 2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm², 35 mm², 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm² ve 150 mm² dir.

TTR Kablolar: Çok damarlı, çok telli bakır ve PVC dış kılıflı kablolardır. Mekanik zorlamanın az olduğu uygulamalarda kullanılır. TTR kablolar; 2, 3, 4 veya 5 damarlı olabilir. En çok kullanılan kablo kesitleri aşağıda verilmiştir.

- **Bir Fazlı Sistemler:** 3x1,5 mm², 3x2,5 mm², 3x10 mm², 3x16 mm², 3x25 mm²...
- **Üç Fazlı Topraklı Sistemler:** 4x1,5 mm², 4x2,5 mm², 4x10 mm², 4x16 mm², 4x25 mm²...
- **Üç Fazlı Toprak ve Nötr Sistemler:** 5x1,5 mm², 5x2,5 mm², 5x10 mm², 5x16 mm², 5x25 mm²...

Halojen Free Kablolar: Halojen içermeyen kablolardır. PVC kabloların yangın esnasında çıkarmış olduğu yoğun duman ve karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO₂) gibi zehirli gazları çıkarmaz. Elektronik cihazlarda ve metal aksamalarda oksitlenmeye sebep olmaz. Alev geciktirici özelliğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde yangın sırasında alev olsa bile kendiliğinden söner ve yangını büyütmez. Genellikle kapalı alanlarda tercih edilir.

AMAÇ: Buton, kontaktör, aşırı akım rölesi ve zaman rölesinin açık ve kapalı kontaklarını ölçü aletiyle tespit etmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Buton	Start, stop ve jog butonu	3 adet
Kontaktör		1 adet
Aşırı akım rölesi		1 adet
Zaman rölesi	Ortak uçlu, düz veya ters zaman rölesi	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Malzemeleri sağlam olarak teslim alınız ve malzemeleri kontrol ediniz.
2. Multimetreyi diyot veya buzzer (bazır) kademesine alınız.
3. Start butonunun kontak uçlarına ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Kontaklar açık olduğundan ölçü aleti değer göstermeyecek ve buzzerden ses gelmeyecektir.
4. Ölçü aleti problemlerini kaldırmadan start butonuna basınız. Kontaklar kapandığı için ölçü aleti değer gösterecek ve buzzerden ses gelecektir.
5. Stop butonunun kontak uçlarına ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Kontaklar kapalı olduğundan ölçü aleti değer gösterecek ve buzzerden ses gelecektir.
6. Ölçü aleti problemlerini kaldırmadan stop butonuna basınız. Kontaklar açıldığı için ölçü aleti değer göstermeyecek ve buzzerden ses gelmeyecektir.
7. Jog butonunun herhangi iki kontak ucuna ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Ölçü aleti değer gösteriyorsa ve buzzerden ses geliyorsa ölçtüğünüz kontaklar stop kontakları, değer göstermiyor ya da buzzerden ses gelmiyorsa start kontaklarıdır.
8. Ölçü aleti problemlerini kaldırmadan jog butonuna bastığınızda kontaklar konum değiştirecek ve değerlendirme değişecektir.
9. Kontaktörün A1-A2 uçlarına ölçü aletinin problemlerini dokundurunuz. Bu uçlar bobin uçları olduğu için ölçü aleti belirli bir değer gösterecektir.
10. Kontaktörün ana ve yardımcı kontaklarını tespit ediniz.
11. Ölçü aleti problemlerini ana kontaklara dokundurunuz. Ölçü aleti değer göstermeyecektir.
12. Kontaktör pimine basarak ana kontakları tekrar ölçünüz. Kontaklar kapandığı için ölçü aleti bu kez değer gösterecektir.
13. Yardımcı kontakların normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) kontaklarını tespit ediniz ve ölçü aleti ile kontakları ölçünüz. NO kontaklarında değer göstermeyecek, NC kontaklarında değer gösterecektir.
14. Kontaktör pimine basarak yardımcı kontakları tekrar ölçünüz. Bu kez değerlendirme öncekinin tersi olacaktır.
15. Aşırı akım rölesinin 95-96 No.lu kapalı kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın kapalı olduğunu test ediniz.
16. Aşırı akım rölesinin 97-98 No.lu açık kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın açık olduğunu test ediniz.
17. Zaman rölesinin 1-2 No.lu kapalı kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın kapalı olduğunu test ediniz.
18. Zaman rölesinin 3-4 No.lu açık kontaklarına ölçü aletinin problemlerini bağlayarak kontağın açık olduğunu test ediniz.

SORULAR

1. Kontaktörün çalışmasını açıklayınız.
2. Aşırı akım rölesi ne amaçla kullanılır?
3. Röle ile kontaktör arasındaki farklılıkları açıklayınız.



KOD=19511

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ölçü aleti kademe seçimi ve malzeme bilgisi	20	
Numarası :	2	Buton kontaklarının tespiti	20	
ÖĞRETMEN	3	Kontaktör kontaklarının tespiti	20	
Adı-Soyadı :	4	Aşırı akım rölesi kontaklarının tespiti	20	
İmza :	5	Zaman rölesi kontaklarının tespiti	20	
TOPLAM PUAN			100	

1.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ

Kumanda devresi şemaları çizilirken devre elemanlarının gösterimi için semboller kullanılır. Farklı semboller olmakla birlikte dünya genelinde IEC [ayisi (International Electrotechnical Commission) (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)] ve ANSI [ensi (The American National Standards Institute) (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)] normlarının kullanımı ağırlıktadır.

SEMBOLÜN ANLAMAMI	Türk Normu (TSE)	Avrupa Normu (IEC)	Amerikan Normu (ANSI)
Üç fazlı AC gerilim kaynağı			
Topraklama ve nötr hattı			
Sigorta (1 fazlı)			
Sigorta (3 fazlı)			
Otomatik sigorta (1 fazlı)			
Otomatik sigorta (3 fazlı)			
Şalter, paket şalter (1 fazlı)			
Şalter, paket şalter (3 fazlı)			
Termik aşırı akım rölesi bobini			
Termik aşırı akım rölesi kontakları (kapalı-açık)			
Sinyal lambası			
Durdurma (stop) butonu			
Başlatma (start) butonu			
Çift yönlü (Jog) butonu			
Acil stop (emergency) butonu			
Sınır anahtarı kontağı (açık-kapalı)			

SEMBOLÜN ANLAMI	Türk Normu (TSE)	Avrupa Normu (IEC)	Amerikan Normu (ANSI)
Termik manyetik şalter (TMS), motor koruma şalteri			
Köprü tipi doğrultmaç			
Üç fazlı asenkron motor			
Dahlender (çift devirli asenkron) motor			
Bir fazlı asenkron motor			
Kontaktör bobini			
Kontaktör güç kontağı (3 ~) (normalde açık kontak-NO)			
Kontaktör kontağı (1 ~) (normalde açık kontak-NO)			
Kontaktör kontağı (1 ~) (normalde kapalı kontak-NC)			
Düz zaman rölesi bobini			
Düz zaman rölesi normalde kapalı, zaman gecikmeli açılan kontak (NC)			
Düz zaman rölesi normalde açık, zaman gecikmeli kapanan kontak (NO)			

SEMBOLÜN ANLAMI	Türk Normu (TSE)	Avrupa Normu (IEC)	Amerikan Normu (ANSI)
Ters zaman rölesi bobini (bırakma gecikmeli)			
Ters zaman rölesi normalde kapalı, zaman gecikmeli kapanan kontak (NC)			
Ters zaman rölesi normalde açık, zaman gecikmeli açılan kontak (NO)			
Sağ-sol rölesi bobini			
Sağ-sol rölesi bobini kontakları (R-sağ, L-sol) (NO)			
Yıldız-üçgen rölesi bobini			
Yıldız-üçgen rölesi bobini kontakları (yıldız-üçgen)			
Soft starter bobini			
Soft starter güç kontakları			
1 fazlı transformatör (trafo)			

Görsel 1.32: Kumanda ve güç devrelerinde kullanılan semboller (TSE, IEC ve ANSI normlarında)

AMAÇ: Kumanda ve güç devresinde kullanılan sembolleri uygun norma ve teknik resim kurallarına göre çizmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	3 adet
Gönyeler	30-60-90 ve 45-45-90 derece	2 adet
Daire şablonu		1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 1.32’de verilen kumanda sembollerini inceleyiniz.
2. Antetli A4 kâğıdına tabloyu çiziniz.
3. Teknik resim kurallarına uyarak sembolleri sırasıyla belirlenen alanlara çiziniz.
4. Tablodaki açıklamaları norm yazı ile uygun alanlara yazınız.
5. Çizimleri teslim ediniz.



SORULAR

1. Sembol nedir? Açıklayınız.
2. Kumanda devrelerinde kullanılan sembol norm çeşitlerini yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	TSE normundaki sembollerin çizilmesi	20	
Numarası :	2	IEC normundaki sembollerin çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	ANSI normundaki sembollerin çizilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Sembollerin normlara uygun olarak kullanılması	20	
İmza :	5	Şemaların kâğıda ortalanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

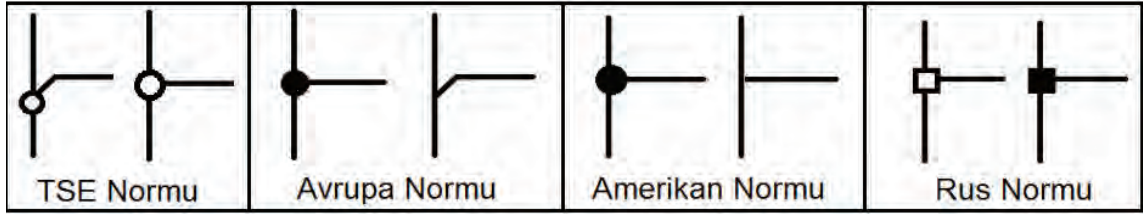
1.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNİN ÇİZİMİ

Kumanda tekniklerine ait devre şemaları, kumanda ve güç devre şemalarından oluşur. Motoru kontrol eden elemanlar kumanda devresinde bulunur. Motor ve motoru koruma elemanlarının güç kontakları ise güç devresinde bulunur.

1.3.1. Kumanda Devrelerinin Çizimi

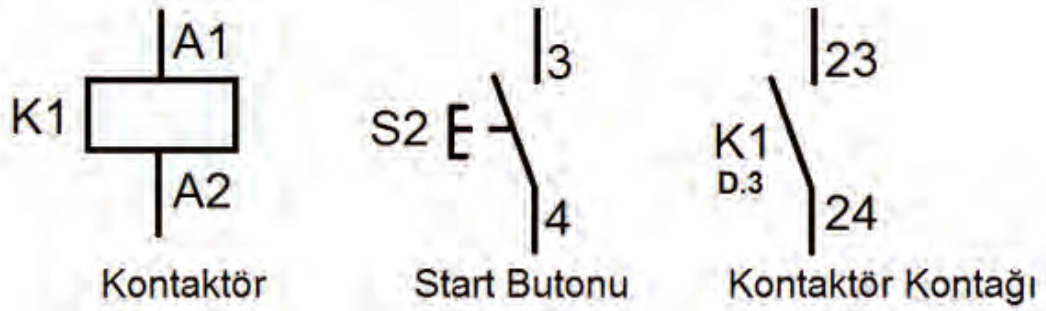
Kumanda devresini çizerken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir.

1. Çizimin hangi norm ile yapılacağı belirlenir (TSE, IEC, ANSI).
2. Belirlenen norma göre çizim yönü belirlenir. Çizim yönü, Amerikan (ANSI) normunda soldan sağa doğru, diğer normlarda ise yukarıdan aşağıya doğrudur.
3. Kumanda devre elemanları fazdan nötr hattına doğru belirli sırada yerleştirilir. Yerleştirme yapılırken elemanların hiza ve mesafelerine dikkat edilmelidir.
4. Elemanlar arası hatlar çizilir.
5. Hatlarda bulunan ek yerleri Görsel 1.33'te gösterildiği şekilde işaretlenir.



Görsel 1.33: Normlara göre ek yerlerinin gösterimi

6. Her elemanın bobin ve kontakları Tablo 1.9'da gösterildiği şekilde isimlendirilir. Avrupa (IEC) normunda kontaklara numara verilirken Amerikan (ANSI) ve Türk (TSE) normunda genellikle numara verilmez (Görsel 1.34).



Görsel 1.34: Avrupa (IEC) normuna göre klemens ve elemanların isimlendirilmesi

Tablo 1.9: Normlara Göre Elemanların İsimlendirilmesi

NO	ELEMANLAR	TSE (DIN)	AVRUPA (IEC)	AMERIKAN (ANSI/CSA)
1	Kontaktör	C1, C2 ...	K1, K2 ...	M1, M2 ...
2	Yardımcı kontaktörler	C	K	A, B, C ...
3	Zaman rölesi	ZR1, ZR2 ...	K1, K2 ...	TR1, TR2 ...
4	Aşırı akım rölesi	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	OL1, OL2, OL3 ...
5	Sigorta (güç)	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	e1, e2, e3 ...
6	Sigorta (kumanda)	e1, e2, e3 ...	F1, F2, F3 ...	e1, e2, e3 ...
7	Butonlar	b1, b2, b3 ...	S0, S1, S2 ...	İsim (START...)
8	Sinyal lambası	L1, L2 ...	H1, H2 ...	İsim (ÇIKIŞ...)
9	Asenkron motor	3 ~ ASM	M1, M2 ...	3~ ASM Motor (M1...)
10	Sınır anahtarı	a1, a2 ...	LS1, LS2 ...	S1, S2 (SW1, SW2) ...
11	Kondansatör	k1, k2 ...	C1, C2 ...	c1 (C1), c2 (C2) ...
12	Bobin	L1, L2 ...	L1, L2 ...	L1, L2 ...

Not: IEC normu proje, pano çizimlerinde her kontaktörün alt kısmında o kontaktöre ait açıklamalar gösterilir. Örneğin kontaktöre ait açık ve kapalı kontakların proje içinde bulunduğu sayfa, satır ve sütun sayıları gibi. Kullanılan devre elemanlarının akım taşıma kapasiteleri, gerilim çeşidi, gerilim miktarı ve kesiti gibi bilgiler de elemanların uygun yerlerinde belirtilir.

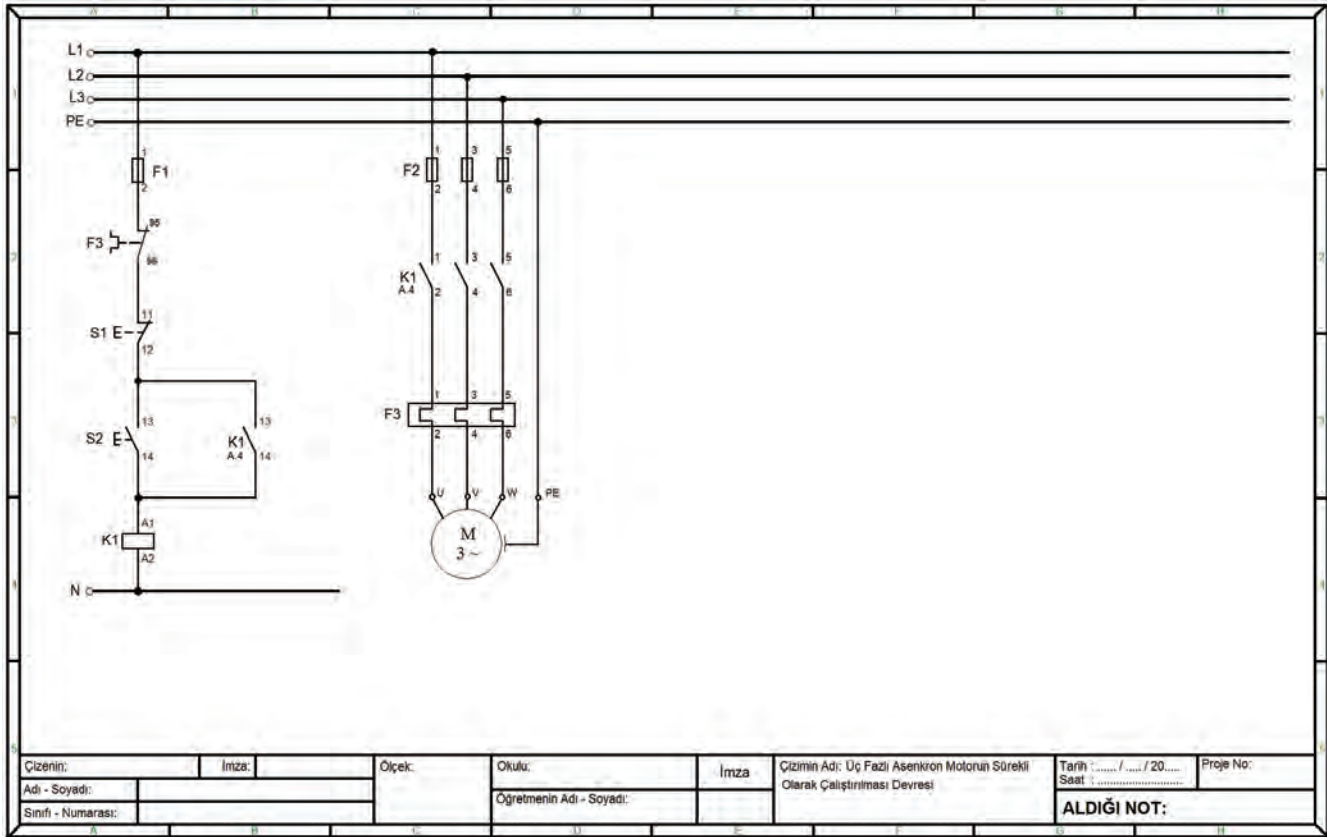
1.3.2. Güç Devrelerinin Çizimi

Güç devresi, motorun bulunduğu devredir. Belirlenen norm kurallarına göre kumanda devresi gibi çizilir.

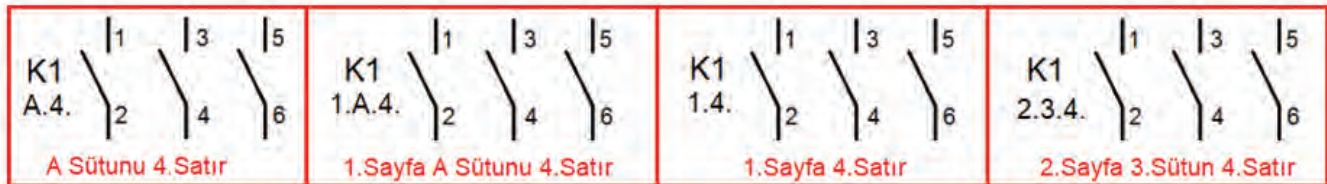
Güç devresini çizerken dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir.

- Güç devresinin çizimi her zaman yukarıdan aşağıya doğrudur.
- Avrupa normunda enerji hattı ortak, diğer normlarda ayrı olarak gösterilir.
- Güç devresinin girişine üç fazlı sigorta bağlanır.
- Çizilecek her bir eleman arasında eşit aralıklar bırakılmalıdır.
- Kumanda devresi bağlantılarına göre daha kalın hatlar çizilir.
- Hatlar arasında eşit mesafeler bırakılır (nötr ve toprak hattı da dâhil).

Görsel 1.35'te örnek bir antetli kâğıt formu üzerinde IEC normunda çizilmiş üç fazlı asenkron motorun sürekli çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresi görülmektedir. Antetli kağıdın kenarlarında alanın koordinatlarını gösteren harf ve sayılar bulunur. Bunlar özellikle kontakları bulunan ana elemanların konumlarını göstermek amacıyla kullanılır. Özellikle kalabalık uygulamalarda ve çok sayfalı projelerde elemanların nerede olduklarını kolaylıkla bulmak amacıyla avantaj sağlar. Tek sayfalarda iki haneli, çok sayfalarda üç haneli olarak kullanılır. Görsel 1.36'da örnek numaralandırma işlemleri görülmektedir



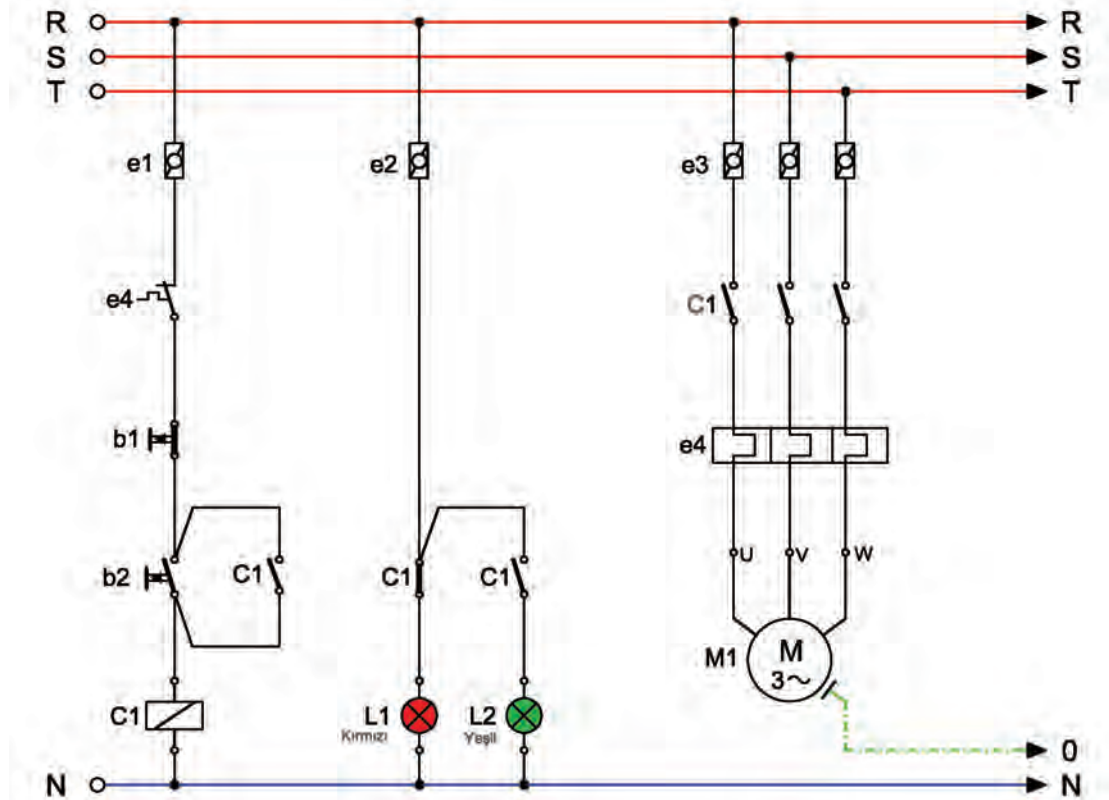
Görsel 1.35: IEC normuna göre örnek antetli kâğıt formatı üzerinde kumanda ve güç devresi çizimi



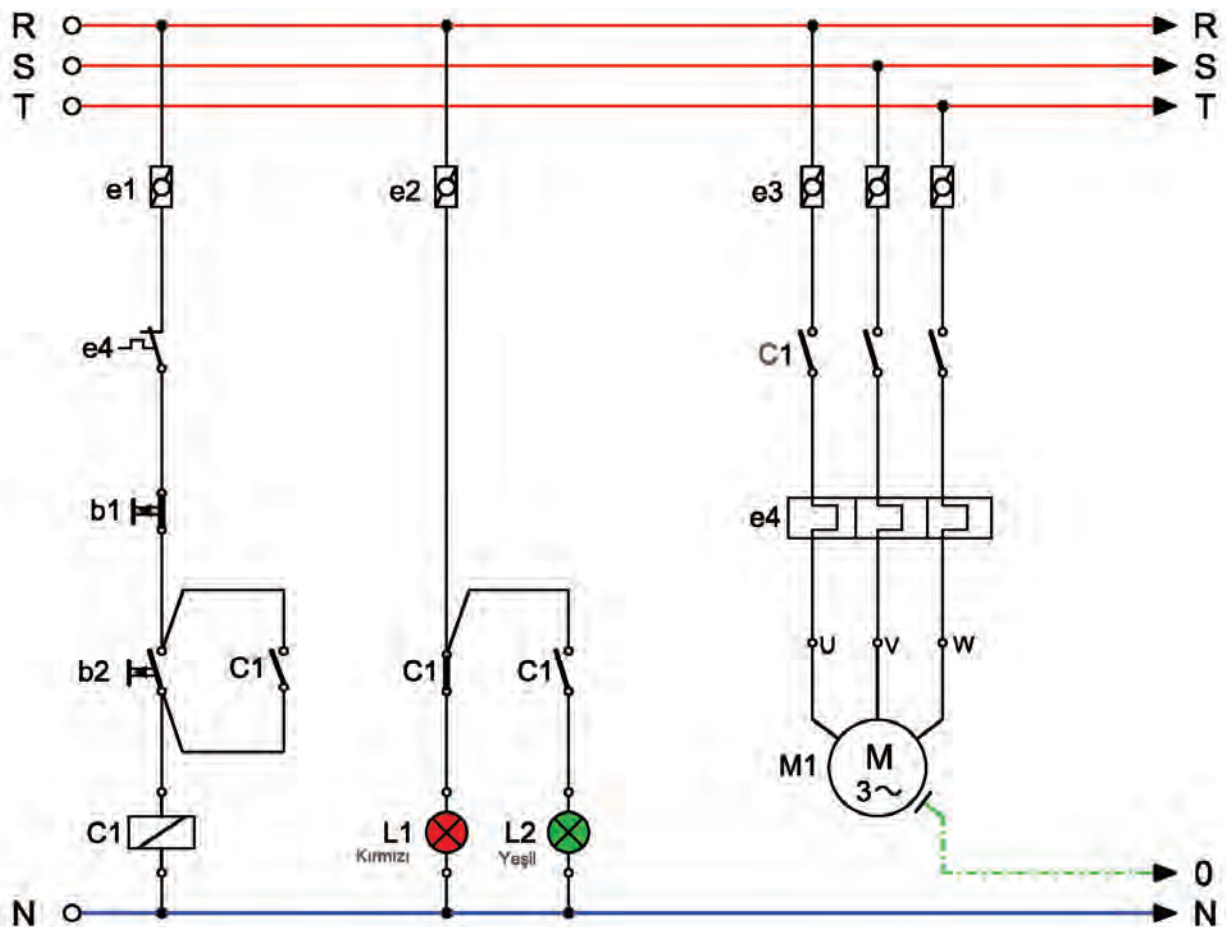
Görsel 1.36: Devre elemanları üzerinde çeşitli numaralandırma işlemleri

AMAÇ: Asenkron motorun sürekli çalışmasına ait kumanda ve güç devresini TSE, IEC ve ANSI normlarına göre teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek.

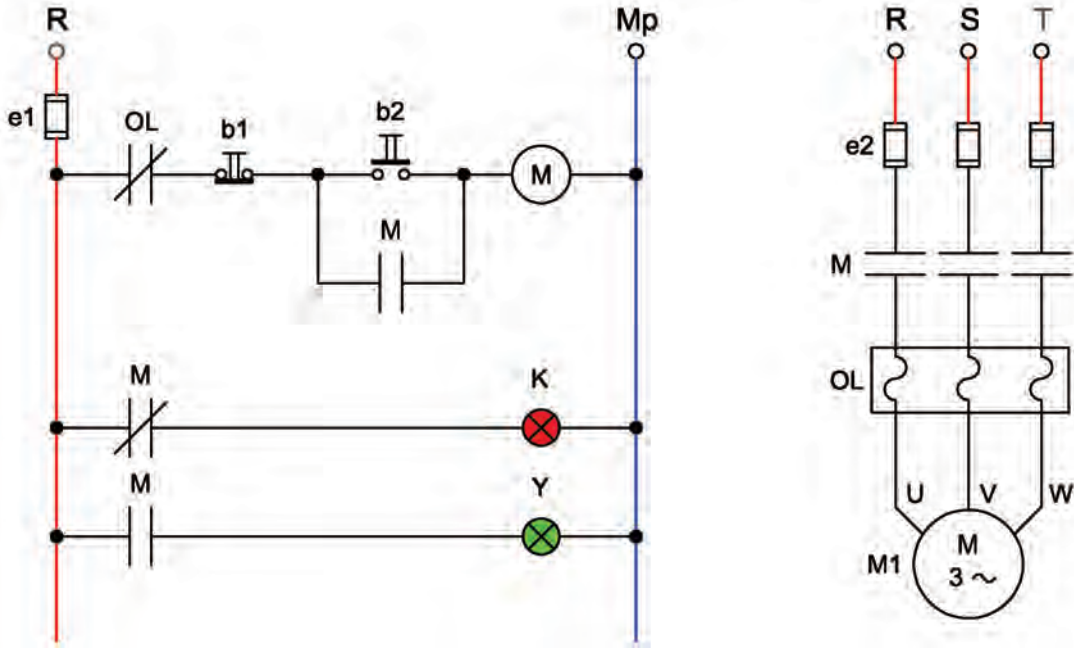
DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.37: Kumanda ve güç devresinin TSE normuna göre çizimi



Görsel 1.38: Kumanda ve güç devresinin IEC normuna göre çizimi



Görsel 1.39: Kumanda ve güç devresinin ANSI normuna göre çizimi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	3 adet
Gönyeler	30-60-90 ve 45-45-90 derece	2 adet
Daire şablonu		1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 1.37’de TSE normuna uygun olarak verilen kumanda ve güç devresini antetli kâğıda teknik resim kurallarına uygun olarak çizin ve gerekli isimlendirmeleri yapınız.
2. Görsel 1.38’de IEC normuna uygun olarak verilen kumanda ve güç devresini antetli kâğıda teknik resim kurallarına uygun olarak çizin ve gerekli isimlendirmeleri yapınız. Ekte verilen antetli kâğıt üzerinde çizimi yapabilirsiniz.
3. Görsel 1.39’da ANSI normuna uygun olarak verilen kumanda ve güç devresini antetli kâğıda teknik resim kurallarına uygun olarak çizin ve gerekli isimlendirmeleri yapınız.
4. Çizimleri teslim ediniz.



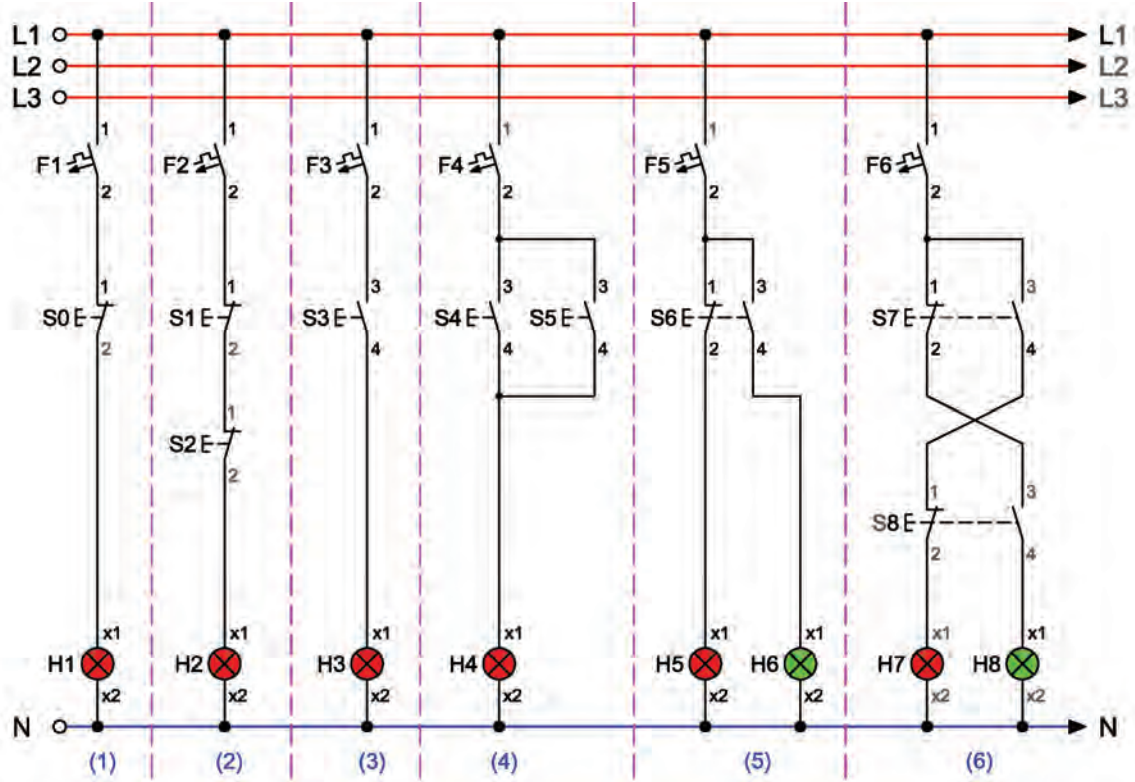
SORULAR

1. Çizimlerde normlar neyi ifade etmektedir? Açıklayınız.
2. TSE, IEC ve ANSI normları arasında ne gibi farklılıklar vardır?

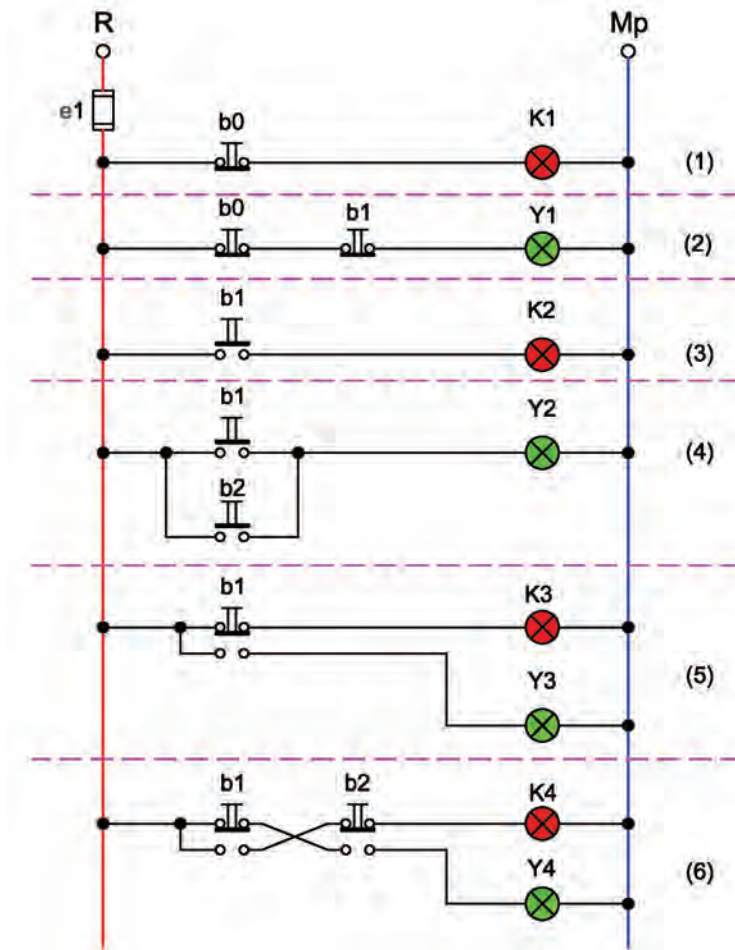
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	TSE normundaki devrelerin antet üzerine çizilmesi	20	
Numarası :	2	IEC normundaki devrelerin antet üzerine çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	ANSI normundaki devrelerin antet üzerine çizilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Sembollerin normlara uygun olarak kullanılması	20	
İmza :	5	Şemaların kâğıda ortalanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Kumanda devresinde lambaları çeşitli butonlarla çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.40: Çeşitli buton uygulamaları (IEC normu)



Görsel 1.41: Çeşitli buton uygulamaları (ANSI normu)

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	Bir fazlı otomatik sigorta (B 1x6A)	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı	1 adet
Sinyal lambası	Yeşil	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Jog butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalem vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Görsel 1.40.1'deki bağlantıyı kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız. S0 stop butonuna basıldığında H1 lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
4. Görsel 1.40.2'deki bağlantıyı kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız. S0 veya S1 stop butonuna basıldığında H1 lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
5. Görsel 1.40.3'teki bağlantıyı kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız. S1 start butonuna basıldığında H1 lambasının yandığını (basılı tutulduğu sürece) gözlemleyiniz.
6. Görsel 1.40.4'teki bağlantıyı kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız. S1 veya S2 start butonuna basıldığında H1 lambasının yandığını (basılı tutulduğu sürece) gözlemleyiniz.
7. Görsel 1.40.5'teki bağlantıyı kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız. S1 jog butonuna basılmadığında H1 lambasının yandığını ve H2 lambasının yanmadığını gözleyiniz. S1 jog butonuna basıldığında H1 lambasının söndüğünü ve H2 lambasının yandığını gözlemleyiniz.
8. Görsel 1.40.6'daki bağlantıyı kurunuz ve devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız. S1 ve S2 jog butonuna basılmazken H1 ve H2 lambaları yanmayacaktır. S1 butonuna basıldığında (S2 basılmadığında) H2 lambası yanacak, S2 butonuna basıldığında (S1 basılmadığında) ise H1 lambası yanacaktır. Her iki butona aynı anda basılırsa lambalar yine yanmayacaktır.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Buton nedir? Çeşitleri nelerdir? Açıklayınız.
2. Devrelerde sinyal lambası hangi amaçla kullanılır?
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

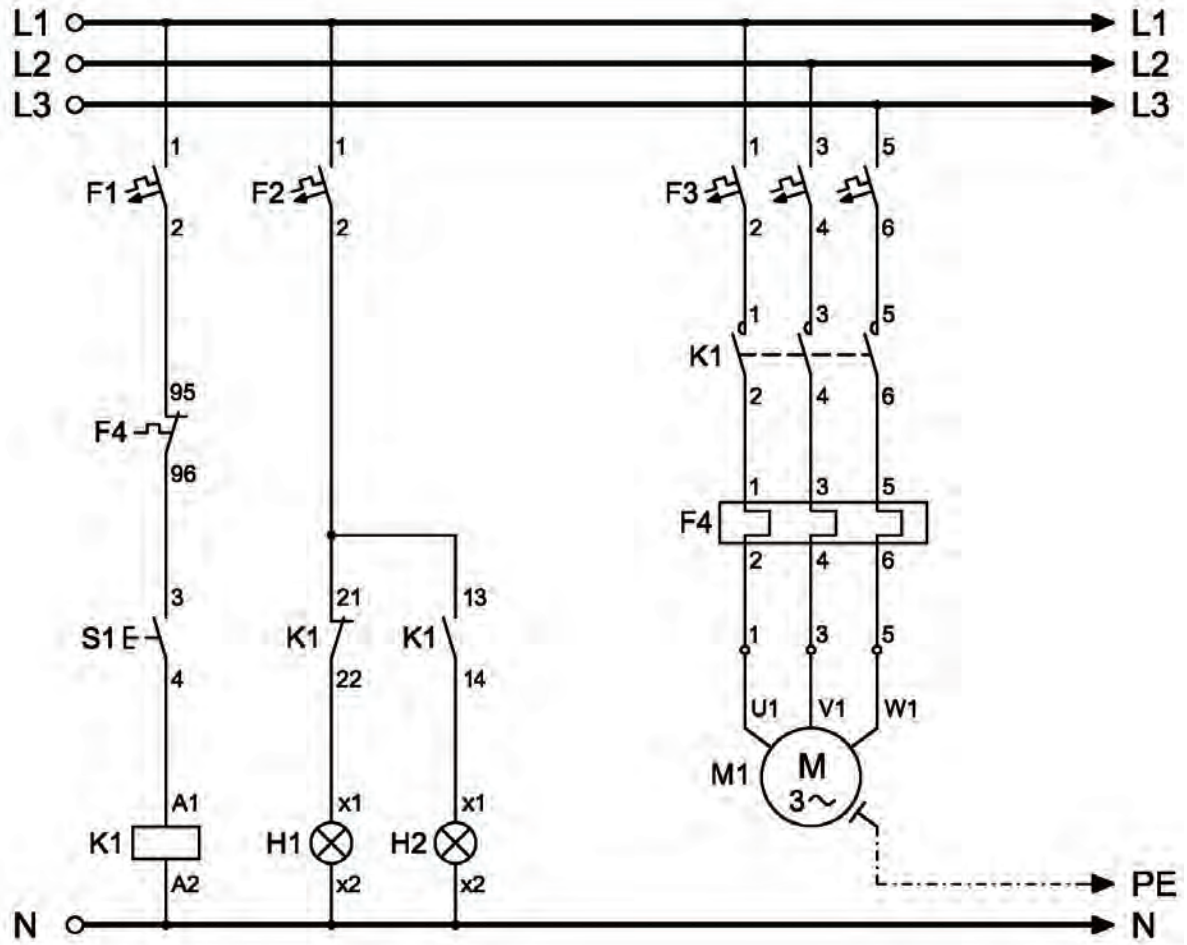


KOD=19514

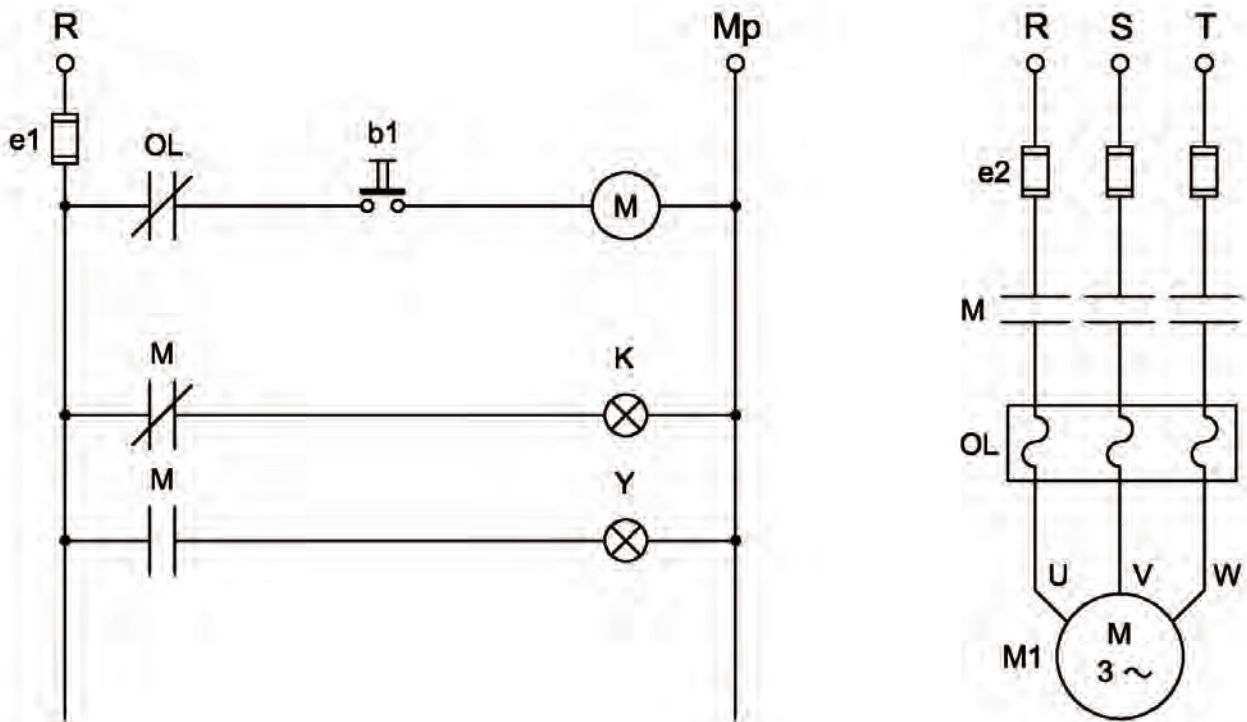
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Butonların sağlamlığının kontrol edilmesi	20	
Numarası :	2	Stop butonu bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Start butonu bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Jog butonu bağlantılarının yapılması	20	
İmza :	5	Butonların çalıştırılması ve yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir yönde kesik (aralıklı) çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.42: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik (aralıklı) çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.43: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik (aralıklı) çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Kumanda devresinde S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve kontakları konum değiştirir. K1 kontaktörünün güç devresindeki açık kontaklarının kapanmasıyla motor çalışır. S1 butonuna basıldığı müddetçe motor çalışmaya devam eder. Butondan elin çekilmesiyle kontaktör bobininin enerjisi kesilir ve güç kontakları açılarak motoru durdurur yani S1 butonuna basılı olduğu sürece motor çalışır. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Buton	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.42).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.42).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basılı tutunuz ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Start (S1) butonundan elinizi çekiniz ve çalışan motorun durduğunu gözlemleyiniz.
9. Devrenin enerjisini kesin.
10. Malzemeleri sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Kontaktör nasıl çalışır? Açıklayınız.
2. Devrede aşırı akım rölesi neden kullanılır? Açıklayınız.
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çizin.

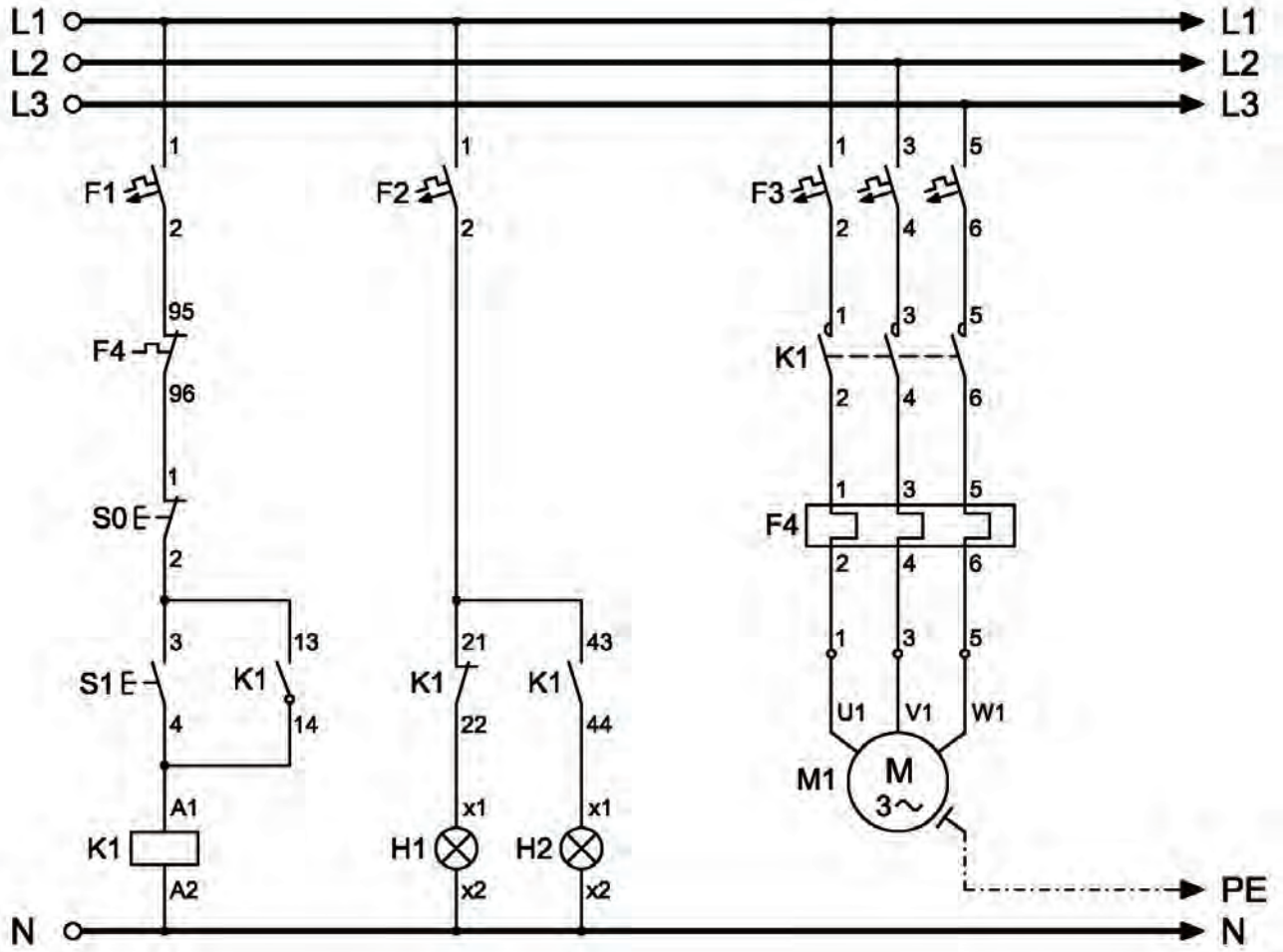


KOD=19515

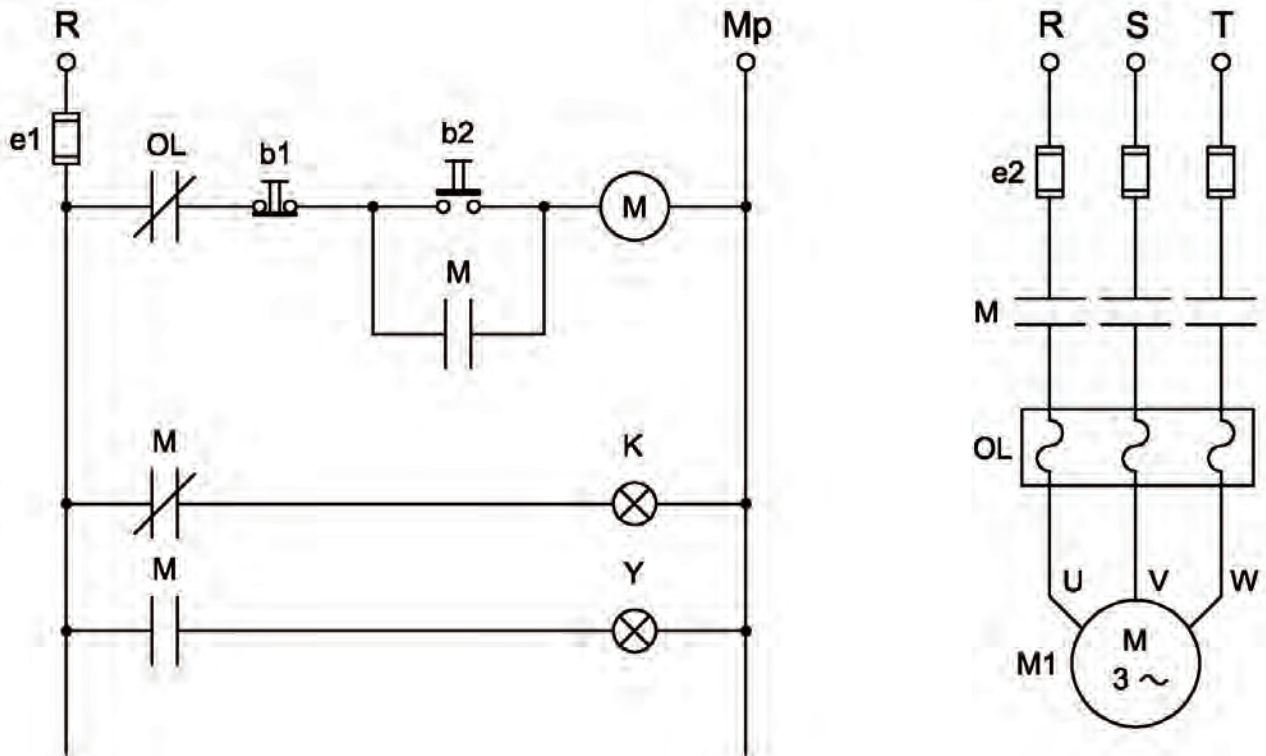
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir yönde sürekli çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.44: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde sürekli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.45: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde sürekli çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Kumanda devresinde S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve devrenin kontakları konum değiştirir. Motora seri bağlı güç kontakları kapanarak motoru çalıştırır. Kumanda devresindeki start butonuna paralel bağlı NO kontağı da kapanarak K1 kontaktörünün kalıcı olarak çalışmasını sağlar. Buton bırakılsa bile motor çalışmaya devam eder. Start butonuna paralel bağlanan ve sürekli çalışmayı sağlayan bu kontağa **mühürleme kontağı** denir. Motoru durdurmak için S0 butonuna basmak yeterlidir. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı	1 adet
Sinyal lambası	Yeşil	1 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense, yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.44).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.44).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basarak motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Start (S1) butonundan elinizi çekiniz ve motorun çalışmaya devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
10. Devrenin enerjisini kesiniz.
11. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

1. Devrenin kesik çalıştırma devresinden farkı nedir? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

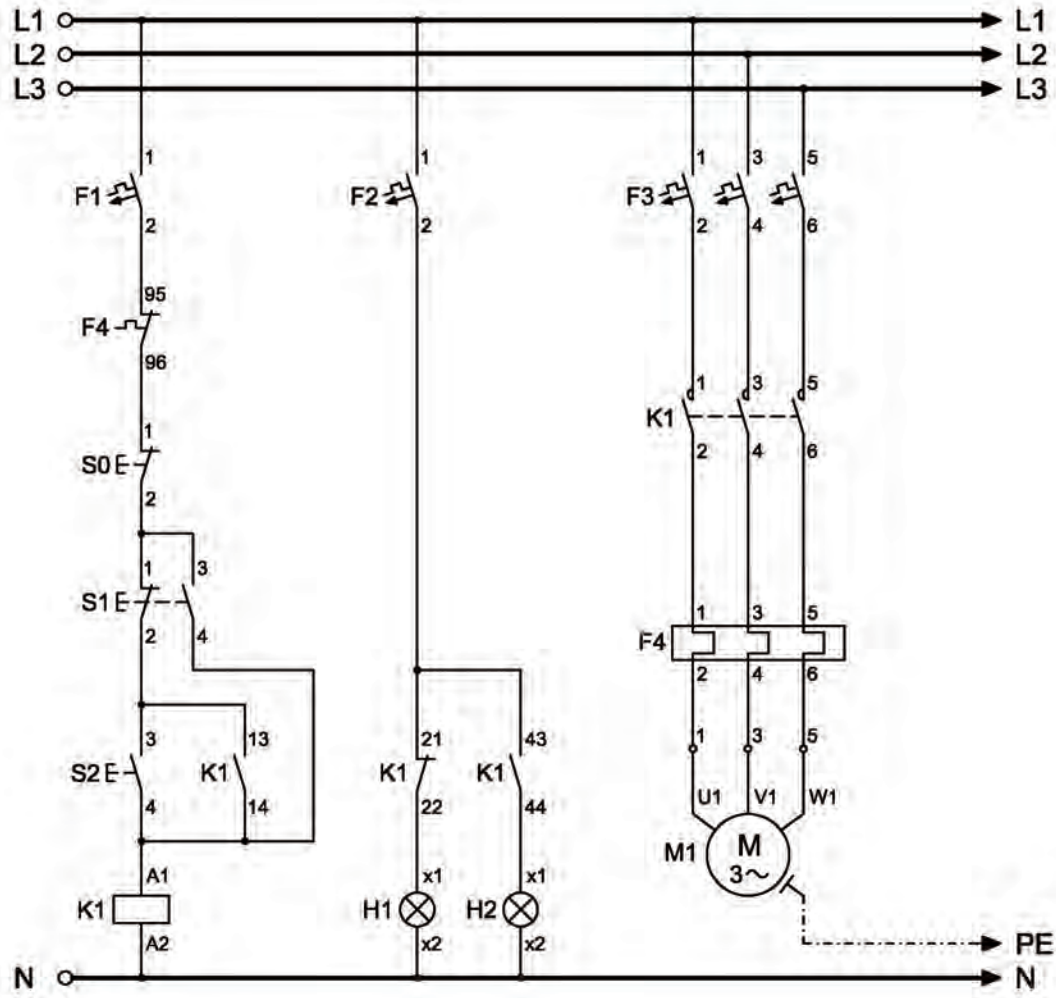


KOD=19516

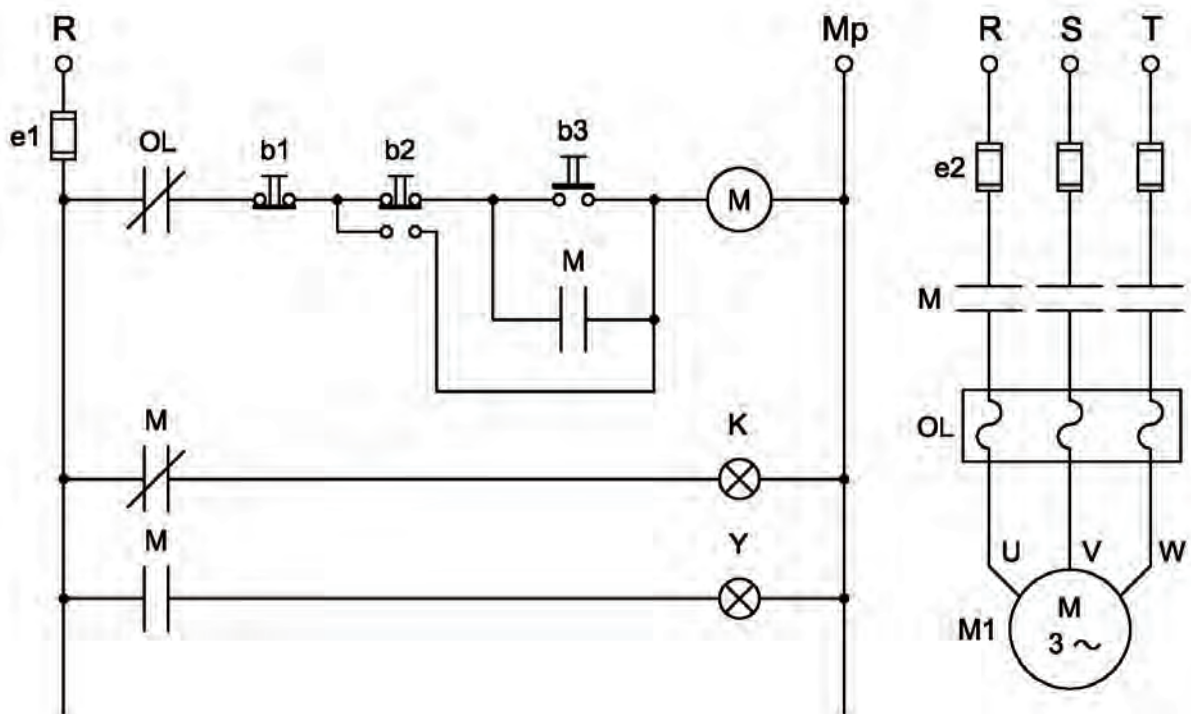
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir yönde kesik ve sürekli olarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.46: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik ve sürekli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.47: Üç fazlı asenkron motorun bir yönde kesik ve sürekli çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Kumanda devresinde S2 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve devrenin kontakları konum değiştirir. Motora seri bağlı güç kontakları kapanarak motoru çalıştırır. Kumanda devresindeki mühürleme kontağı kapanarak sürekli çalışmayı sağlar. Motorun durdurulması için S0 stop butonuna basılması yeterlidir. S1 jog butonu kesik çalışma için kullanılır. S1 butonuna basıldığında akım jog butonunun alt kontaklarından geçerek K1 kontaktörünü enerjilendirir ve motor çalışır. S1 butonundan elin çekilmesiyle jog butonu konum değiştireceğinden K1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve motor durur. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı	1 adet
Sinyal lambası	Yeşil	1 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Jog butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense, yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.46).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.46).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S2) butonuna basarak motoru çalıştırınız ve sürekli çalışmayı gözlemleyiniz.
8. Stop (S0) butonuna basarak motorun çalışmasını durdurunuz.
9. Jog (S1) butonuna basarak motoru kesik çalıştırınız.
10. Devrenin enerjisini kesin.
11. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Devrede jog butonunun görevini açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

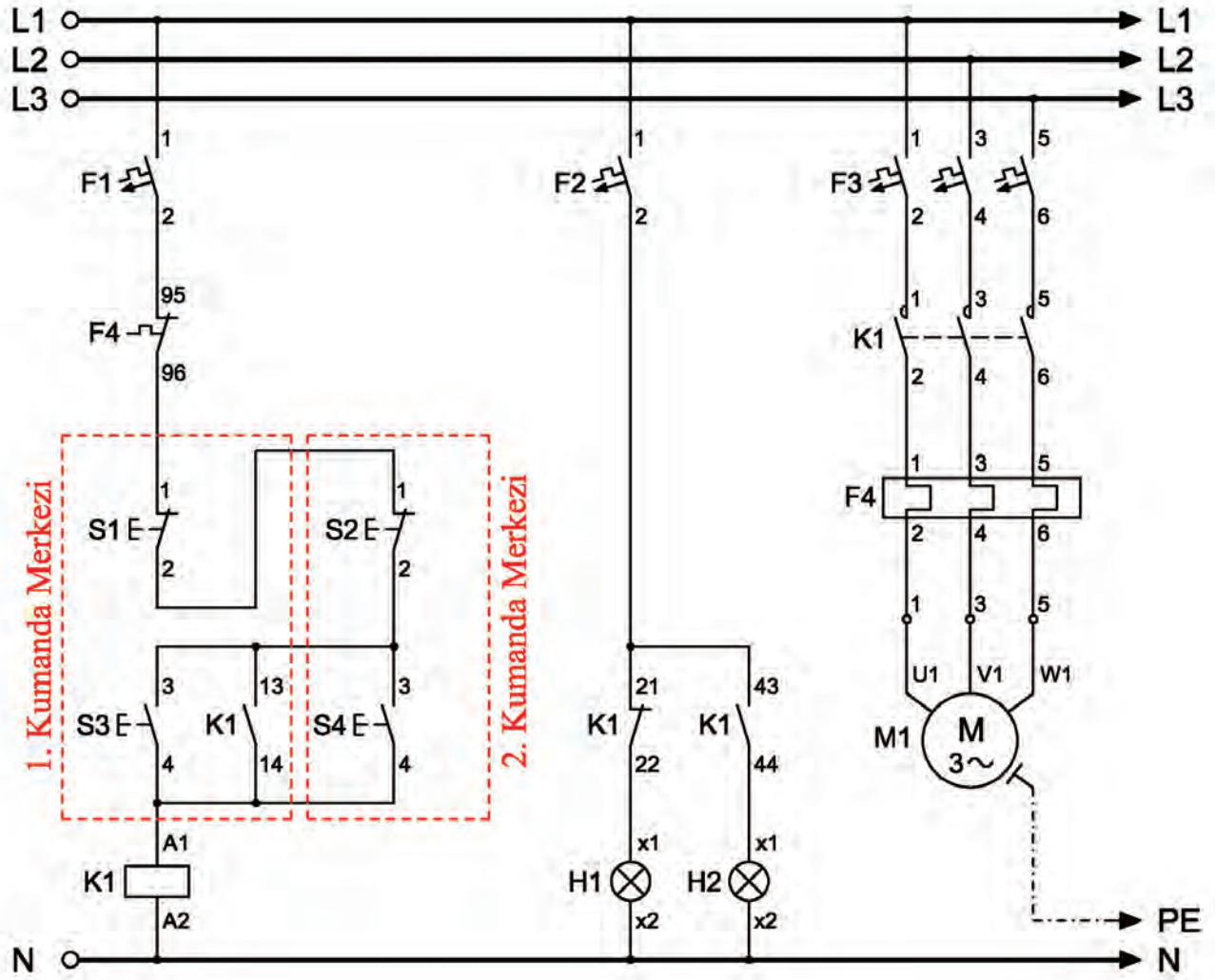


KOD=19517

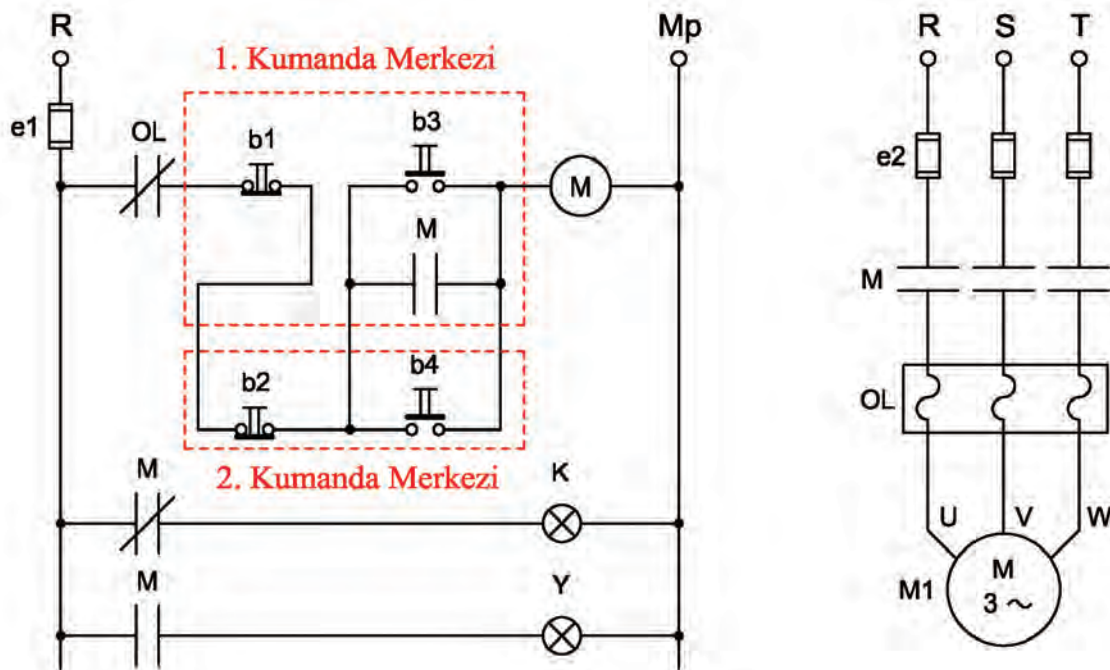
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru birden çok merkezden kumanda ederek motoru kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.48: Üç fazlı asenkron motorun birden çok merkezli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.49: Üç fazlı asenkron motorun birden çok merkezli çalıştırılması (ANSI normu)



KOD=19518

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Farklı merkezlerden kumanda devrelerinde kontrollerin gerçekleşmesi istenen kumanda merkezi kadar stop butonu seri, start butonu paralel bağlanır. Mühürleme kontağı, kumanda panosuna en yakın merkezdeki start butonu üzerinden yapılır. Her bir kumanda merkezinde birer adet start ve stop butonu bulunur.

Bu devre, motorun iki farklı merkezden çalıştırılıp durdurulması amacıyla kullanılmıştır. Her iki merkezde de bulunan start ve stop butonları ile motor kontrolü birbirinden bağımsız olarak sağlanır. S3 ya da S4 başlatma butonlarından herhangi birine basıldığında motor enerjilenir ve hareket eder. S1 ya da S2 durdurma butonlarından herhangi birine basıldığında ise motorun enerjisi kesilir ve motor durur. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı	1 adet
Sinyal lambası	Yeşil	1 adet
Start butonu	Ani temaslı	2 adet
Stop butonu	Ani temaslı	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.48).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.48).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S3 veya S4) butonuna basınız ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Stop (S1 veya S2) butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
9. Farklı merkezlerden butonlara basarak motoru çalıştırıp durdurunuz.
10. Devrenin enerjisini kesin.
11. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

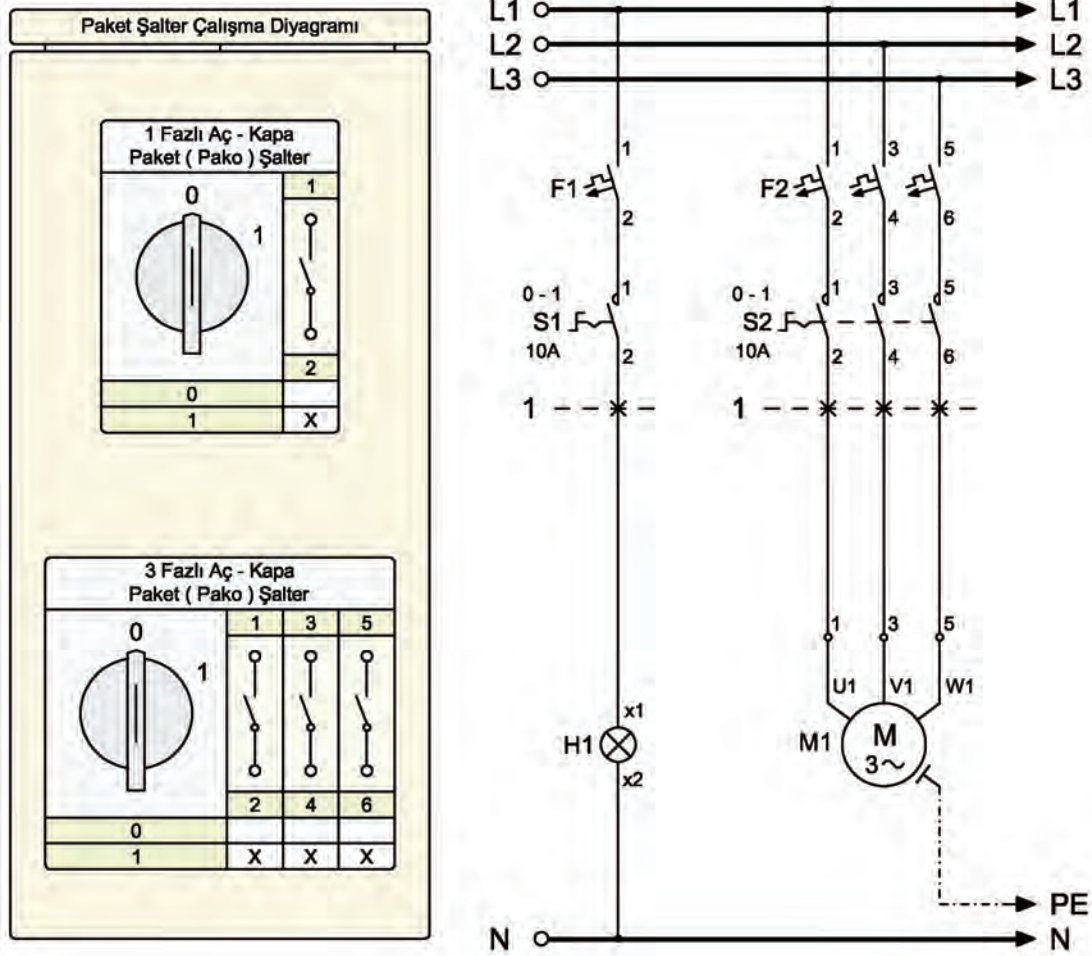


1. Devrede bulunan iki start ve iki stop butonunun kullanım amacını açıklayınız.
2. Devrede stop butonları paralel, start butonları seri bağlanırsa ne olur? Açıklayınız.
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çizin.

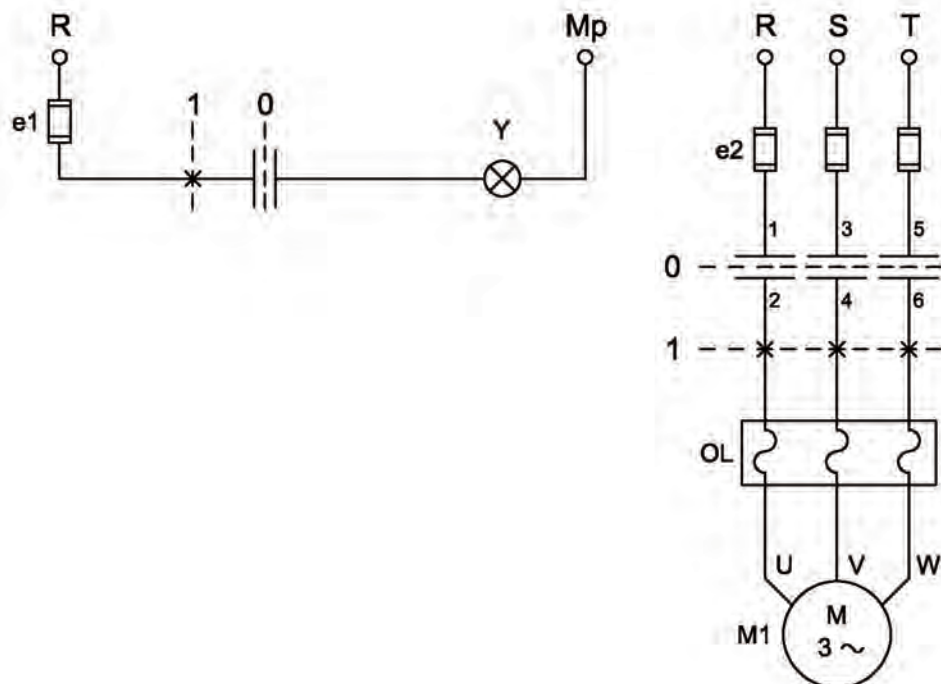
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Lamba grubu ve üç fazlı asenkron motoru aç-kapa paket şalterlerle çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.50: Lamba ve üç fazlı asenkron motorun aç-kapa paket şalterlerle çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.51: Lamba ve üç fazlı asenkron motorun aç-kapa paket şalterlerle çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Aç-kapa paket şalterler normalde “0” konumundadır ve kontakları açıktır. “1” konumuna alınınca kontakları kapanarak alıcıyı (lamba veya motor) çalıştırır. “0” konumuna alındığında tekrar eski konumuna dönerek alıcıların çalışmasını durdurur.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Bir fazlı paket şalter	Aç-kapa (0-1)	1 adet
Üç fazlı paket şalter	Aç-kapa (0-1)	1 adet
Lamba	220 V AC	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Bağlantıları devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.50).
4. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
5. Bir fazlı aç-kapa paket şalteri “1” konumuna alınız ve H1 lambasının yandığını gözlemleyiniz.
6. Bir fazlı aç-kapa paket şalteri “0” konumuna alınız ve H1 lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
7. Üç fazlı aç-kapa paket şalteri “1” konumuna alınız ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Üç fazlı aç-kapa paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Paket şalterler nerelerde kullanılır?
2. Paket şalter seçiminde nelere dikkat edilir?
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.



KOD=19519

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalter uçlarının tespit edilmesi	20	
Numarası :	2	Bir fazlı paket şalter bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Üç fazlı paket şalter bağlantısının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Bir fazlı paket şalter diyagramının yorumlanması	20	
İmza :	5	Paket şalter uçlarının tespit edilmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

DEVRENİN ÇALIŞMASI

İki kontaktörün normalde kapalı kontaklarının karşılıklı olarak birbirlerinin önüne bağlanmasıyla yapılan güvenlik önlemine **elektriksel kilitleme** denir. Bu bağlantı iki kontaktörün aynı anda çalışması istenmeyen yerlerde, özellikle devir yönü değiştirme uygulamalarında kullanılır. Bu kilitleme sayesinde motor bir yöne dönerken diğer yöne doğru dönmesi engellenmiş olur. Devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve motor ileri yönde dönmeye başlar. K1 kontaktörüne ait K1 normalde kapalı kontağı açıldığı için S2 start butonuna basılsa bile K2 kontaktörü enerjilenemeyeceğinden motor geri yönde dönemez. Lambaya seri bağlı K1 açık kontağı kapandığı için yeşil sinyal lambası (H2) yanar. S0 stop butonuna basılarak motor durdurulur. Motoru geri yönde döndürmek için S2 butonuna basmak gerekir. S2 butonuna basıldığında K2 kontaktörü enerjilenir ve motor geri yönde çalışmaya başlar. K2 kontaktörü çalışırken K1 kontaktör bobinine seri bağlı K2 açık kontağı açılacağından, S1 butonuna basılsa dahi motor ileri yönde çalışmaz. Lambaya seri bağlı K2 açık kontağı kapandığı için sarı sinyal lambası (H3) yanar. S0 stop butonuna basılarak motor durdurulur. Motorun devir yönünün değişmesinin sebebi iki fazın yerinin değişmesidir. K2 kontaktör güç kontakları devreye L1 ve L3 fazlarının yeri değişecek şekilde bağlanır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, sarı ve yeşil	3 adet
Butonlar	Start ve stop butonu (yay geri dönüşlü)	3 adet
Aşırı akım rölesi	Motor akımına uygun akım değerinde	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.52).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin ileri yön bağlantısını K1 kontaktörü üzerinden faz sırasına göre yapınız.
6. Güç devresinin geri yön bağlantısını K2 kontaktörü üzerinden iki fazın yerini değiştirerek yapınız.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. S1 butonuna basınız. K1 kontaktörünün enerjilendiğini, motorun ileri yönde çalıştığını ve yeşil sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz. Bu anda S2 butonuna basınız ve hiçbir etki etmediğini gözlemleyiniz.
9. S0 stop butonuna basınız. Motorun durduğunu ve kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
10. S2 butonuna basınız. K2 kontaktörünün enerjilendiğini, motorun geri yönde çalıştığını ve sarı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz. Bu anda S1 butonuna basınız ve hiçbir etki etmediğini gözlemleyiniz.
11. S0 stop butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
12. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

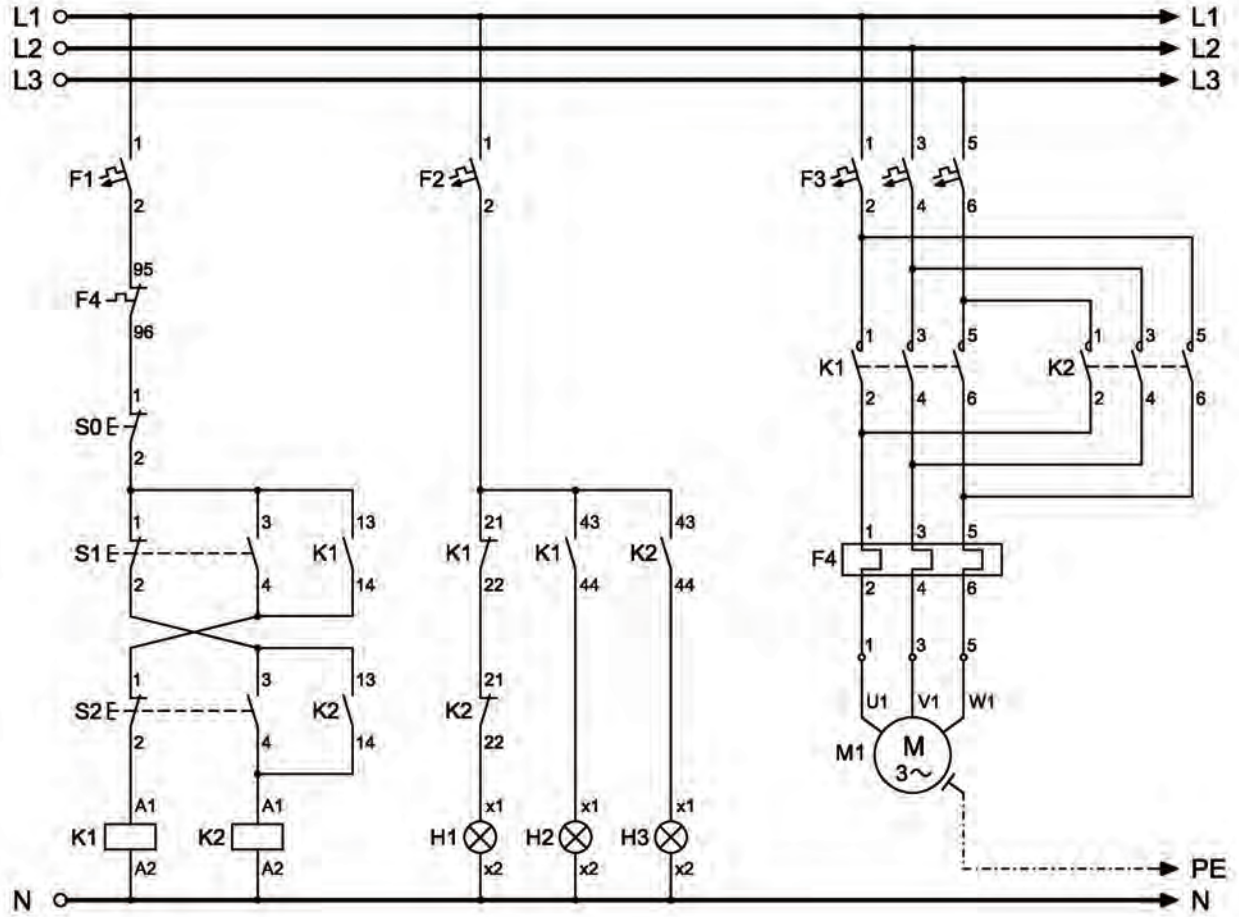
SORULAR

1. Motor bir yönde çalışırken diğer yön butonuna basıldığında ne olur? Açıklayınız.
2. Asenkron motorlarda devir yönü nasıl değiştirilir? Açıklayınız.
3. Kumanda ve güç devresini antetli kâğıt üzerine çizin.

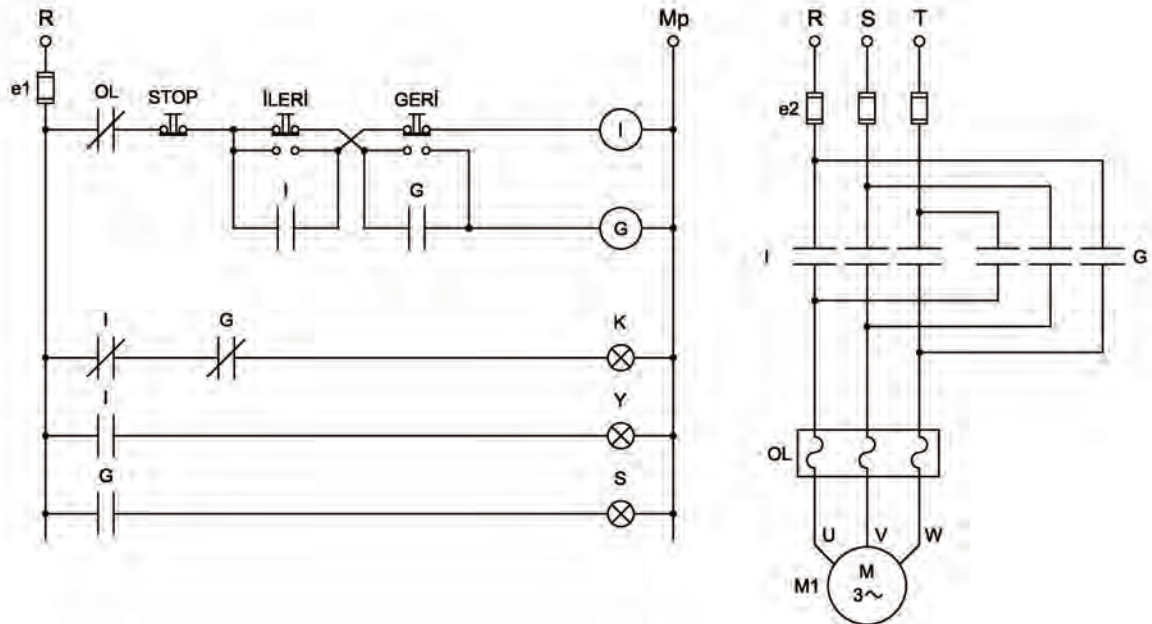
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Motorun ileri yönde çalıştırılması	20	
İmza :	5	Motorun geri yönde çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun butonsal kilitlemeli olarak devir yönünü değiştirmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.54: Üç fazlı asenkron motorun butonsal kilitlemeli olarak devir yönünün değiştirilmesi (IEC normu)



Görsel 1.55: Üç fazlı asenkron motorun butonsal kilitlemeli olarak devir yönünün değiştirilmesi (ANSI normu)



KOD=19521

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Jog butonu kontakları ile yapılan güvenlik önlemine **butonsal kilitleme** denir. K1 ve K2 kontaktör bobinleri, enerjilerini jog butonlarının üst kontaklarından alır. Devrede S1 (ileri yön) butonuna basıldığında S2 jog butonu üzerinden K1 kontaktörü enerjilenir ve motor ileri yönde çalışmaya başlar. Motoru geri yönde çalıştırmak için S2 butonuna basmak yeterlidir. S2 (geri yön) butonuna basıldığında K1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve ileri yönde çalışma sonlanarak motor geri yönde çalışmaya başlar. Motoru durdurmak için S0 butonuna basmak yeterlidir.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, sarı ve yeşil	3 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Jog butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
Multimetre	Dijital	1 adet
EI aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.54).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin ileri yön bağlantısını K1 kontaktörü üzerinden faz sırasına göre yapınız.
6. Güç devresinin geri yön bağlantısını K2 kontaktörü üzerinden iki fazın yerini değiştirerek yapınız.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. S1 butonuna basınız. K1 kontaktörünün enerjilendiğini, motorun ileri yönde çalıştığını ve yeşil sinyal lambasının (H2) yandığını gözlemleyiniz.
9. S0 stop butonuna basınız. Motorun durduğunu ve kırmızı sinyal lambasının (H1) yandığını gözlemleyiniz.
10. S2 butonuna basınız. K2 kontaktörünün enerjilendiğini, motorun geri yönde çalıştığını ve sarı sinyal lambasının (H3) yandığını gözlemleyiniz.
11. S0 stop butonuna basınız. Motorun durduğunu ve kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
12. S1 butonuna basınız. K1 kontaktörünün enerjilendiğini ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz. Bu anda "S2" butonuna basınız. K2 kontaktörünün enerjilendiğini ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
13. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

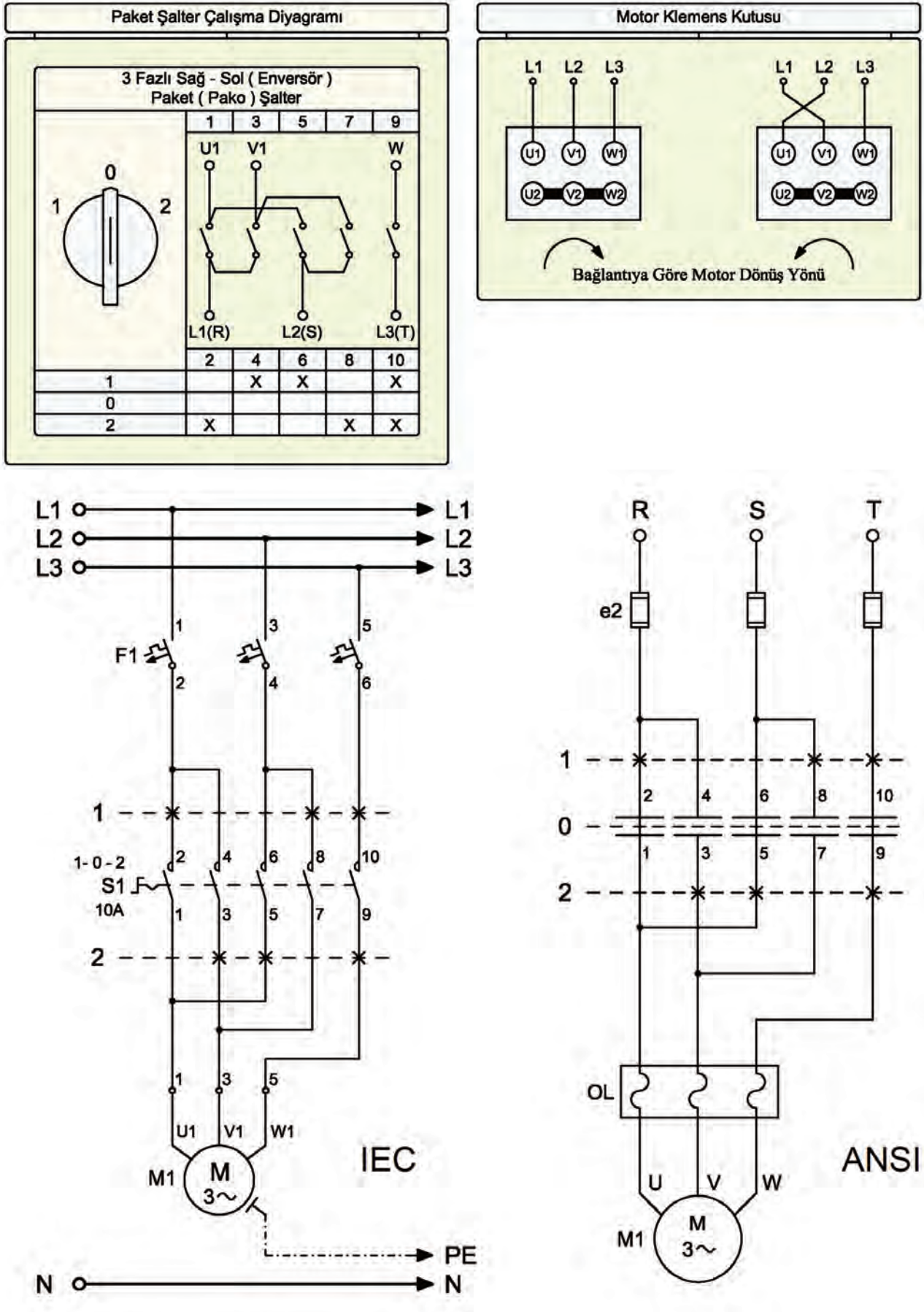
SORULAR

1. Elektriksel ve butonsal kilitlemeyi aynı anda kullanarak devir yönü değiştirme devresinin kumanda ve güç devresini ANSI normuna göre çiziniz.
2. Elektriksel ve butonsal kilitlemeli devir yönü değiştirme devrelerinin farkı nedir?
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Motorun ileri yönde çalıştırılması	20	
İmza :	5	Motorun geri yönde çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun paket şalter ile devir yönünü değiştirmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.56: Üç fazlı asenkron motorun paket şalter ile devir yönünün değiştirilmesi (IEC ve ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devir yönü değiştirme amacıyla kullanılan paket şalterlere **enversör paket şalter** denir. “1-0-2” olmak üzere üç konumludur. “0” konumunda üç fazlı asenkron motor hiçbir şekilde çalışmaz. Geri yönde (saat dönüş yönünün tersi) çalışma için paket şalter “1” konumuna, ileri yönde çalışma (saat dönüş yönünde) için ise “2” konumuna alınır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Paket şalter	Enversör	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Bağlantıları devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.56).
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Paket şalteri “2” konumuna alınız ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
7. Paket şalteri “1” konumuna alınız ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Bu devrede kilitleme nasıl sağlanmaktadır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

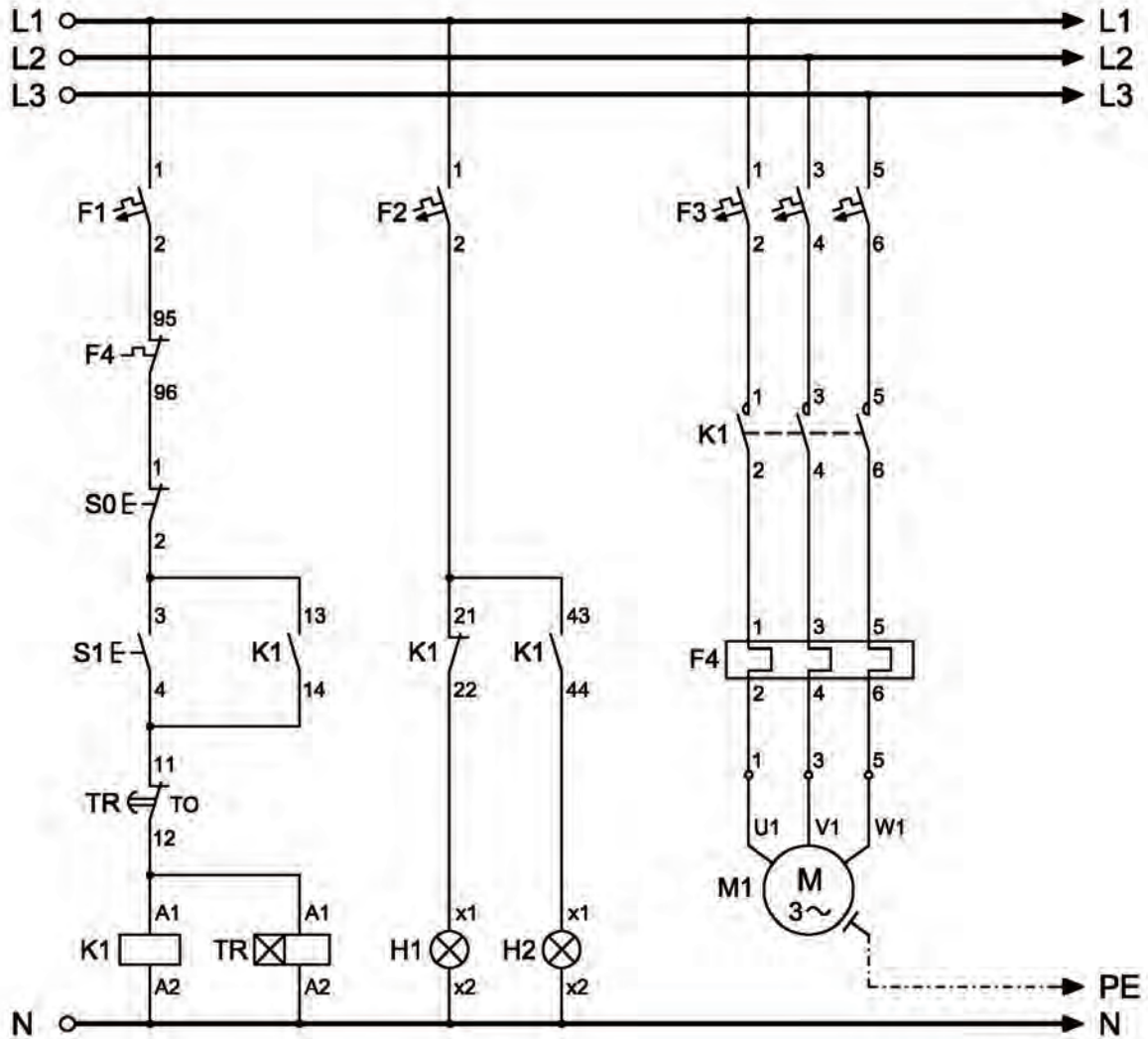


KOD=19522

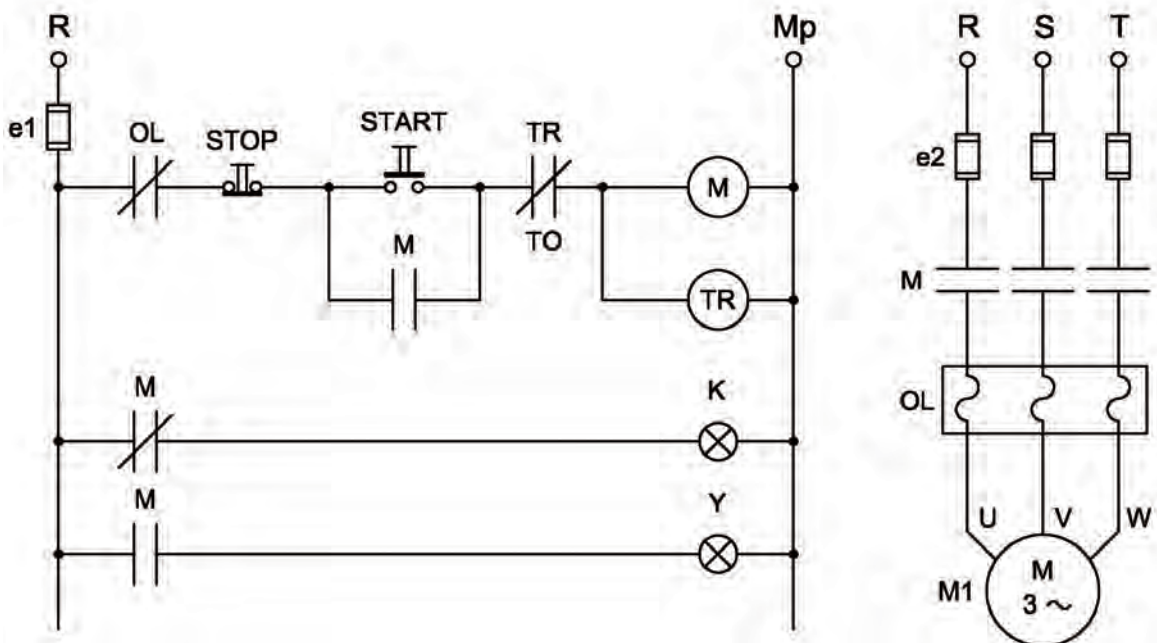
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalter kontaklarının kontrol edilmesi	20	
Numarası :	2	Devre bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devrenin ileri yönde çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin geri yönde çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru düz zaman rölesiyle zaman ayarlı olarak durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.57: Üç fazlı asenkron motorun düz zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (IEC normu)



Görsel 1.58: Üç fazlı asenkron motorun düz zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Bazı hâllerde asenkron motorların belirli bir sürenin sonunda durması istenir. Bu işlem zaman röleleri ile gerçekleştirilir. Bu devrede düz zaman rölesi kullanılmıştır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek motoru çalıştırır. Bu esnada TR düz zaman rölesi de enerjilenerek belirlenen süreyi saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda zaman rölesinin kontakları konum değiştirir. K1 kontaktör bobinine seri bağlı normalde kapalı gecikmeli açılan kontak açılır. Bobin enerjisi kesilen K1 kontaktörü güç kontaklarını açarak motoru durdurur. Ayarlanan süre beklenmeden motor durdurulmak istenirse S0 stop butonuna basılır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.57).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.57).
6. Düz zaman rölesinin süresini 10 sn. olarak ayarlayınız.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. S1 butonuna basarak motorun ve düz zaman rölesinin çalıştığını gözlemleyiniz.
9. Ayarlanan sürenin sonunda motorun durduğunu gözlemleyiniz.
10. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
11. Ayarlanan süre dolmadan S0 butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
12. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Düz zaman rölesi nasıl çalışır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

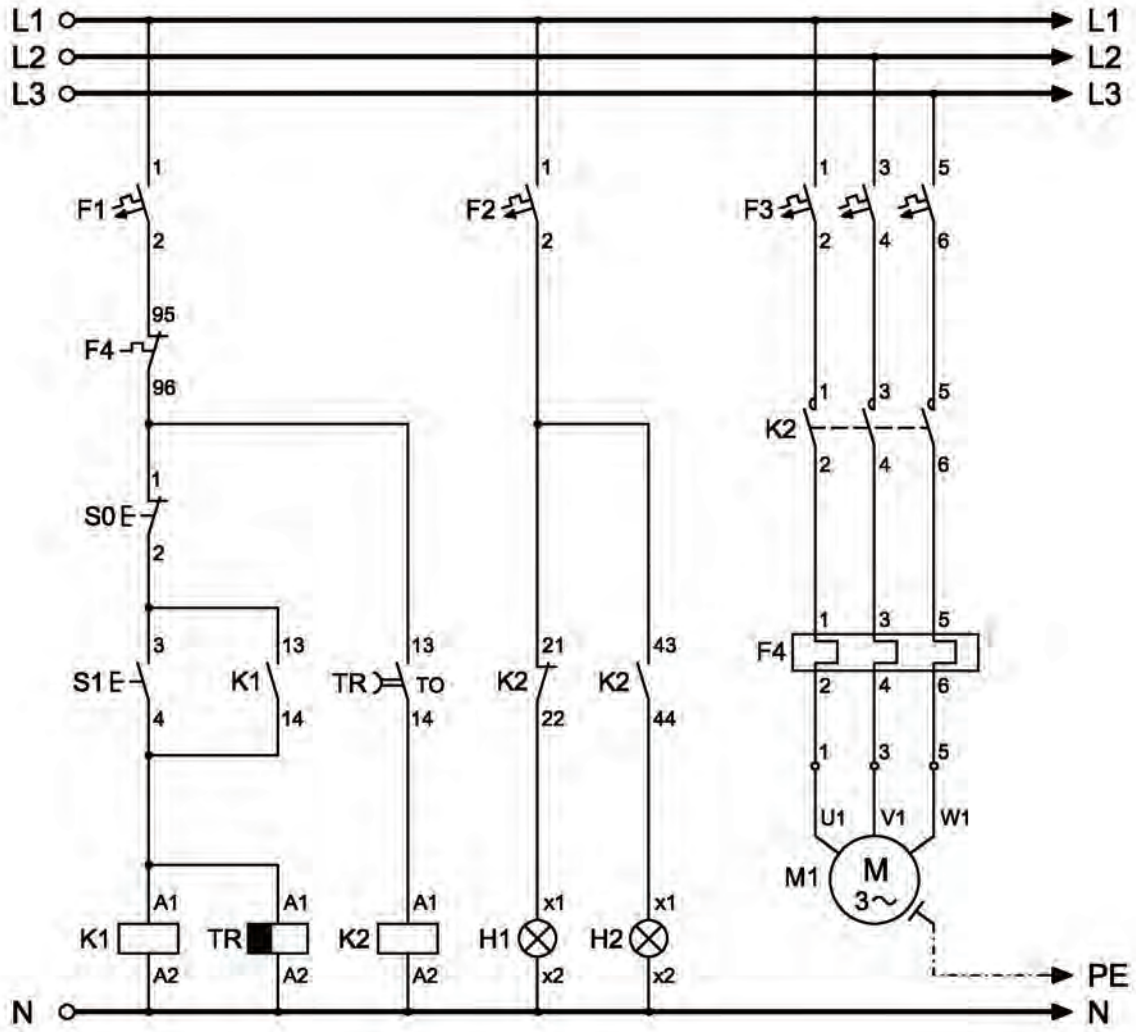


KOD=19523

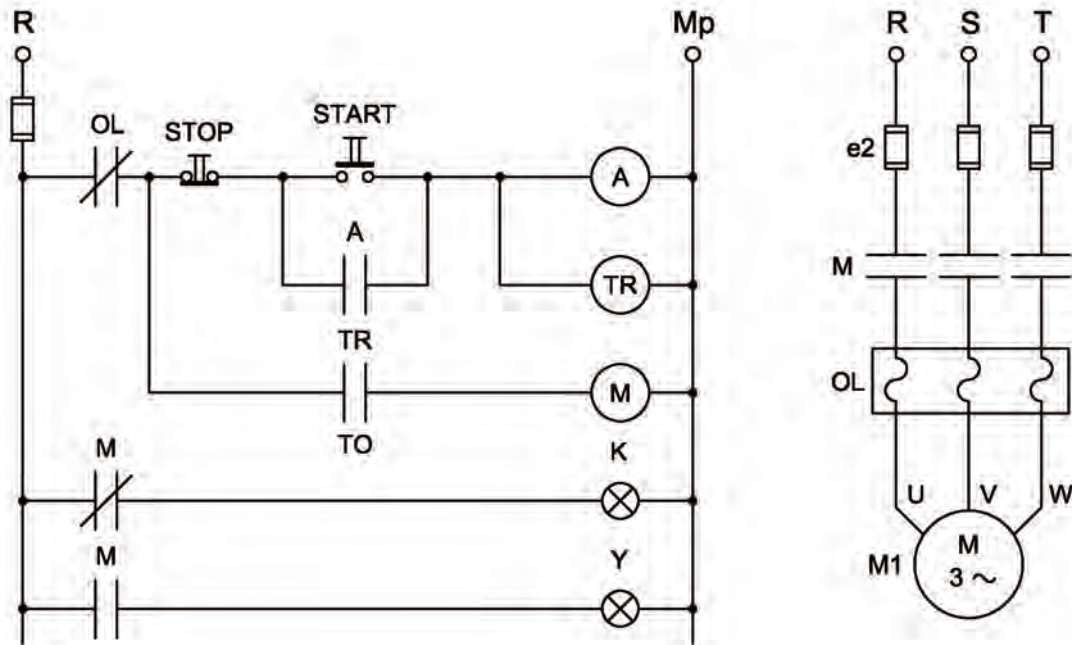
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru ters zaman rölesiyle zaman ayarlı olarak durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.59: Üç fazlı asenkron motorun ters zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (IEC)



Görsel 1.60: Üç fazlı asenkron motorun ters zaman rölesiyle zaman ayarlı durdurulması (ANSI)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Ters zaman röleleri, besleme enerjisi kesildikten sonra kontakları gecikmeli olarak konum değiştiren rölelerdir. Besleme enerjisi verildiğinde kontakları ani olarak konum değiştirir. Bu esnada herhangi bir zamanlama işlemi gerçekleşmez. Ters zaman rölesinin enerjisi kesildikten sonra, ayarlanan süre kadar gecikme gerçekleşir ve zamana bağlı olarak gecikmeli çalışan kontaklar konumlarını değiştirir. Devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü ve zaman rölesi enerjilenerek kontakları konum değiştirir. K1 kontaktörü devreyi mühürlerken zaman rölesi de TR kontağı üzerinden K2 kontaktörünü enerjilendirerek motoru çalıştırır.

S0 stop butonuna basıldığında K1 kontaktörü ile TR zaman rölesinin enerjisi kesilir. Devrenin mühürlemesi sona erer ve zaman rölesinin enerjisi kesildiği için röle, zamanı saymaya başlar. Motor hemen durmaz ve ayarlanan süre sonuna kadar çalışmaya devam eder. Ayarlanan sürenin sonunda normalde açık gecikmeli açılan (TO) kontak açılarak K2 kontaktörünün enerjisini keser ve motor durur. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambaları	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Ters zaman rölesi	Dijital	1 adet
Butonlar	Start ve Stop butonu (yay geri dönüşlü)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.59).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
5. Devreyi normal olarak çalıştırdıktan sonra enerjiyi kesiniz.
6. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.59).
7. Zaman rölesinin süresini 10 sn. olarak ayarlayınız.
8. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
9. S1 butonuna basınız ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz (Bu arada yeşil sinyal lambası yanacaktır.).
10. S0 stop butonuna basarak motorun çalışmaya devam ettiğini gözlemleyiniz.
11. Belirlenen sürenin dolmasını bekleyiniz.
12. Ayarlanan süre sonunda motorun durduğunu gözlemleyiniz.
13. Enerjiyi kesiniz ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Ters zaman rölesi nasıl çalışır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

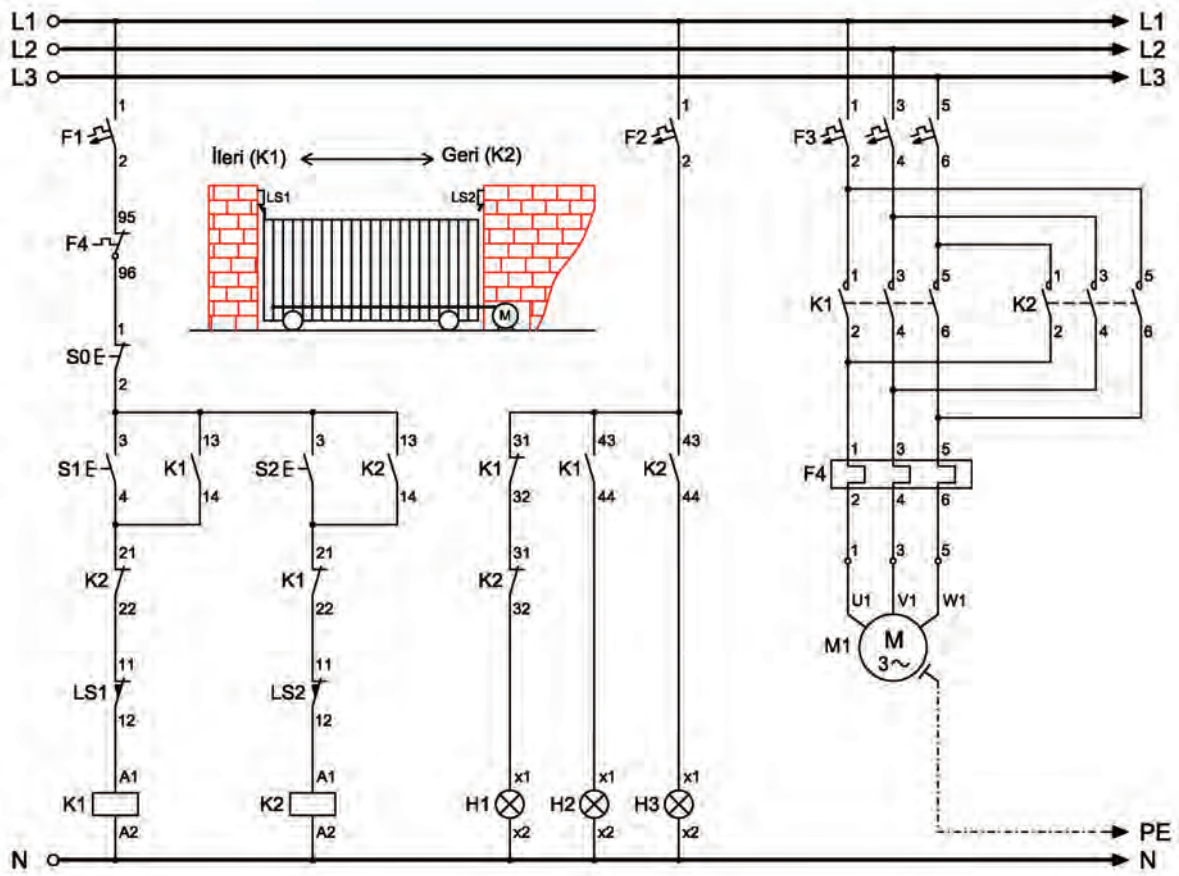


KOD=19524

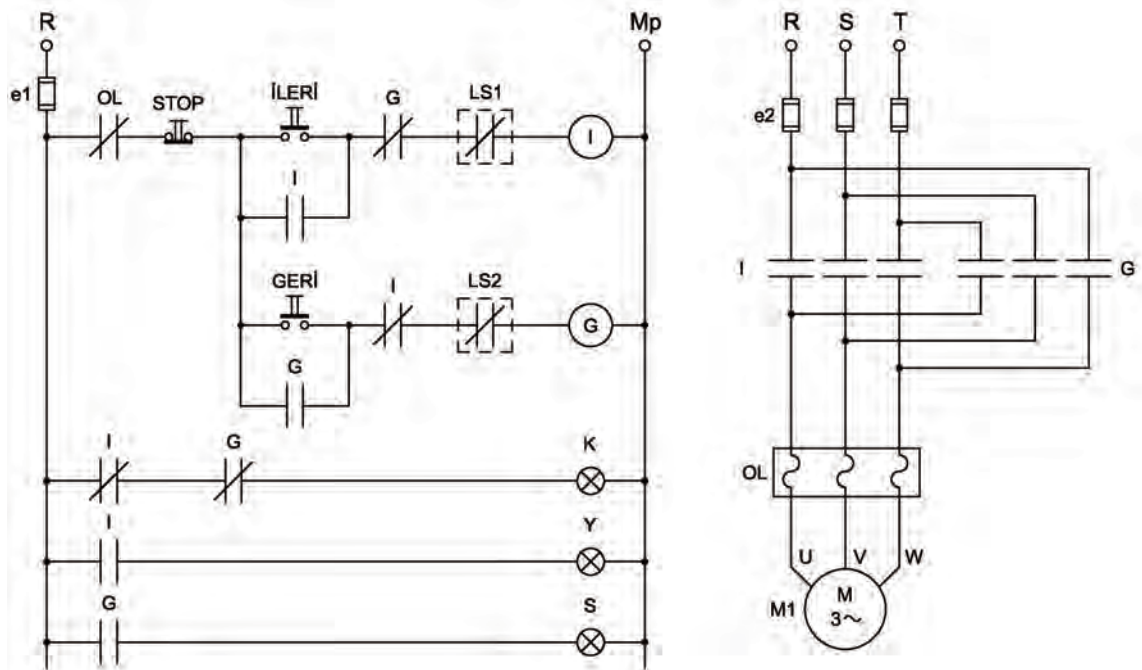
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru sınır anahtarıyla ileri geri yönde çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.61: Üç fazlı asenkron motorun sınır anahtarıyla ileri geri yönde çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.62: Üç fazlı asenkron motorun sınır anahtarıyla ileri geri yönde çalıştırılması (ANSI normu)



KOD=19525

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Sınır anahtarları yapı itibarıyla jog (çift yönlü) butonlara benzer. NO ve NC kontaklara sahiptir. Aralarındaki fark kullanım ve kontrol şeklidir. Jog butonlar, buton kafasına el ile bir baskı uygulandığında kontak konumlarını değiştirir. Sınır anahtarları ise genellikle hareketli bir sistem elemanının konumuna göre makara, yay ya da pimine baskı uygulayarak kontak konumlarını değiştirir. Basınç ortadan kalktığında, kontaklar bir yay vasıtası ile tekrar eski konumlarına döner. Devre şemasında hareketli bir kapının sınır anahtarı ile kontrolü gösterilmektedir. Sınır anahtarlarının kontakları hareketin başlangıç ve bitiş konumlarına yerleştirilmiştir. Devrenin çalışması elektriksel kilitleme devresi ile aynıdır. Tek fark kontaktör girişlerine sınır anahtarlarının kapalı kontaklarının bağlanmış olmasıdır.

S1 butonuna basıldığında motor ileri yönde döner ve kapıyı hareket ettirir. Kapı LS1 sınır anahtarına gelinceye kadar hareketini sürdürür. LS1 sınır anahtarına kapının dokunmasıyla da kontakları konum değiştirerek kapalı kontağı açılır. Böylece K1 kontaktörünün enerjisi kesilerek motor ve kapı durur. S2 butonuna basılınca motorun devir yönü değişir ve motor kapıyı geri yönde hareket ettirir. LS2 sınır anahtarına gelen kapı, sınır anahtarının kapalı kontağının açılmasıyla durur. Motor dururken kırmızı, ileri yönde dönerken yeşil ve geri yönde dönerken sarı sinyal lambası yanar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Sinyal lambaları	Kırmızı, sarı ve yeşil	3 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sınır anahtarı	Makaralı veya pimli	2 adet
Butonlar	Start ve stop butonu (yay geri dönüşlü)	3 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.61).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.61).
6. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
7. S1 butonuna basınız ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
8. LS1 sınır anahtarı pimine basarak motoru durdurunuz.
9. S2 butonuna basınız ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
10. LS2 sınır anahtarı pimine basarak motoru durdurunuz.
11. Motoru herhangi bir anda ya da noktada durdurmak için S0 stop butonuna basınız (Motorun durması için ya stop butonuna basılması ya da son konumundaki sınır anahtarının konum değiştirmesi gerekir.).
12. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR

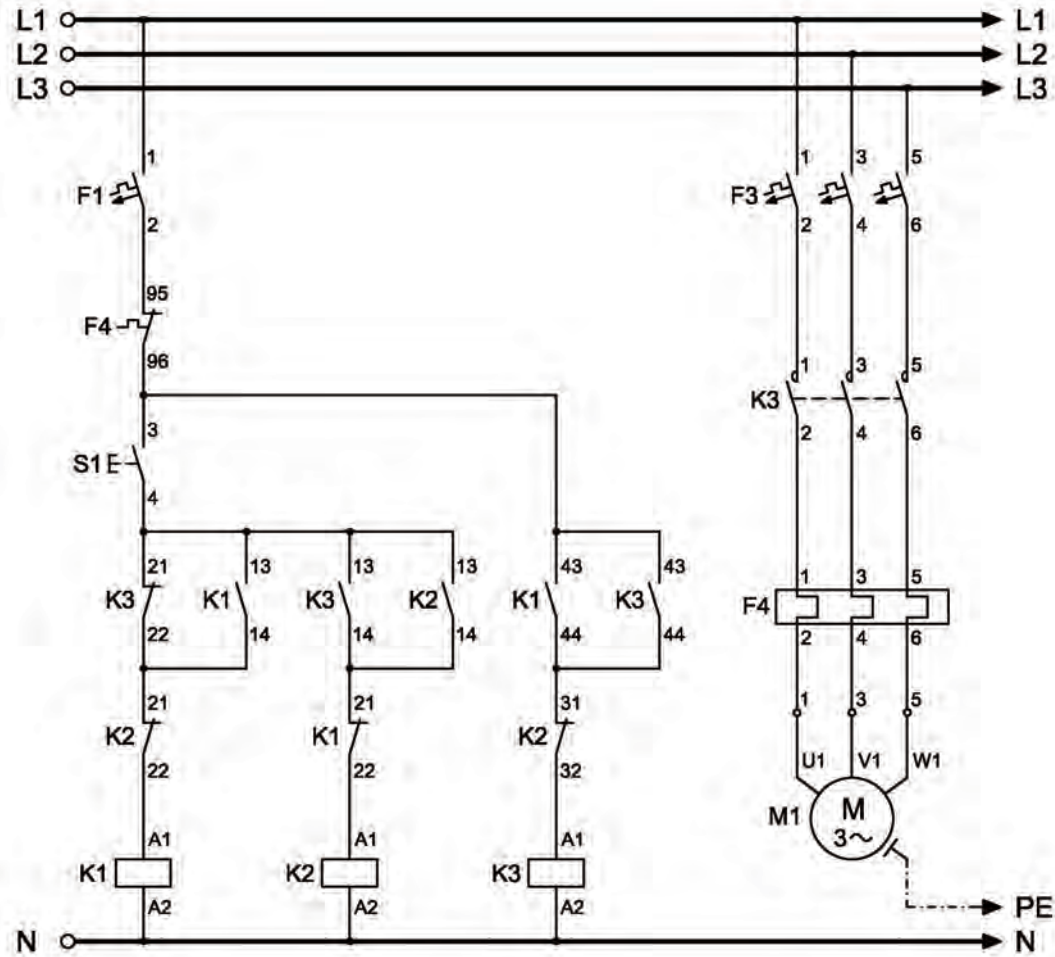


1. Sınır anahtarı nedir? Nerelerde kullanılır?
2. Devrede bulunan mühürleme kontakları sökülürse devrenin çalışması nasıl değişir?
3. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

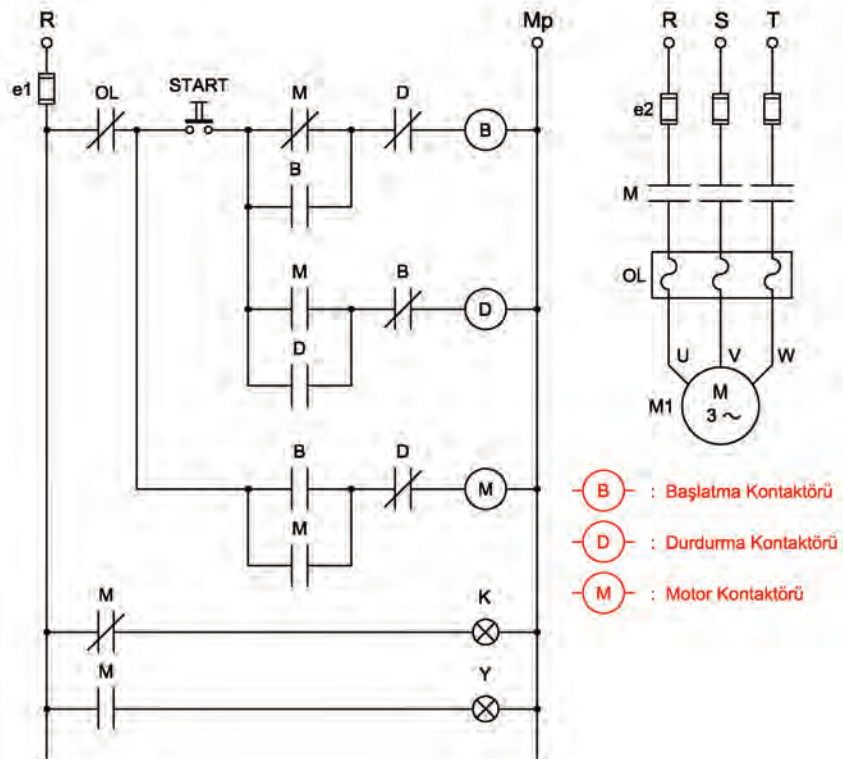
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru bir buton ile çalıştırıp durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.63: Üç fazlı asenkron motoru bir buton ile çalıştırıp durdurma devresi (IEC normu)



Görsel 1.64: Üç fazlı asenkron motoru bir buton ile çalıştırıp durdurma devresi (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede kullanılan bir adet start butonu ile hem çalıştırma hem de durdurma işlemleri gerçekleştirilebilir. S1 butonuna ilk kez basıldığında çalıştırma, ikinci kez basıldığında durdurma işlemi gerçekleşir. Motor dururken kırmızı, çalışırken yeşil sinyal lambası yanar.

Devrede S1 start butonuna ilk basıldığında şu işlemler gerçekleşir:

- K1 kontaktörü enerjilenerek kendini mühürler.
- Kapanan K1 kontağı üzerinden K3 kontaktörü enerjilenir ve kendini mühürler.
- K3 güç kontakları kapanarak motoru çalıştırır.
- Bu arada K1 ve K3 kontaktörlerine ait tüm kontaklar konum değiştirmiş durumdadır.

Devrede S1 start butonuna ikinci kez basıldığında şu işlemler gerçekleşir:

- K2 kontaktörü devreye girer ve kontakları konum değiştirir.
- K1 ve K3 kontaktörlerine seri bağlı K2 kapalı kontakları açılır.
- K1 ve K3 kontaktörleri devreden çıkar.
- K3 güç kontakları açıldığı için motor durur.
- K2 kontaktörü devreden çıkar.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Sinyal lambaları	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.63).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji veriniz.
5. S1 start butonuna basarak K1 ve K3 kontaktörlerinin enerjilendiğini gözlemleyiniz.
6. S1 start butonuna tekrar basarak K2 kontaktörünün enerjilendiğini ve K1 ile K3 kontaktörlerinin devreden çıktığını, son olarak K2 kontaktörünün de devreden çıktığını gözlemleyiniz.
7. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.63).
8. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
9. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
10. S1 butonuna tekrar basarak motoru durdurunuz.
11. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Devrenin avantaj ve dezavantajlarını yazınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

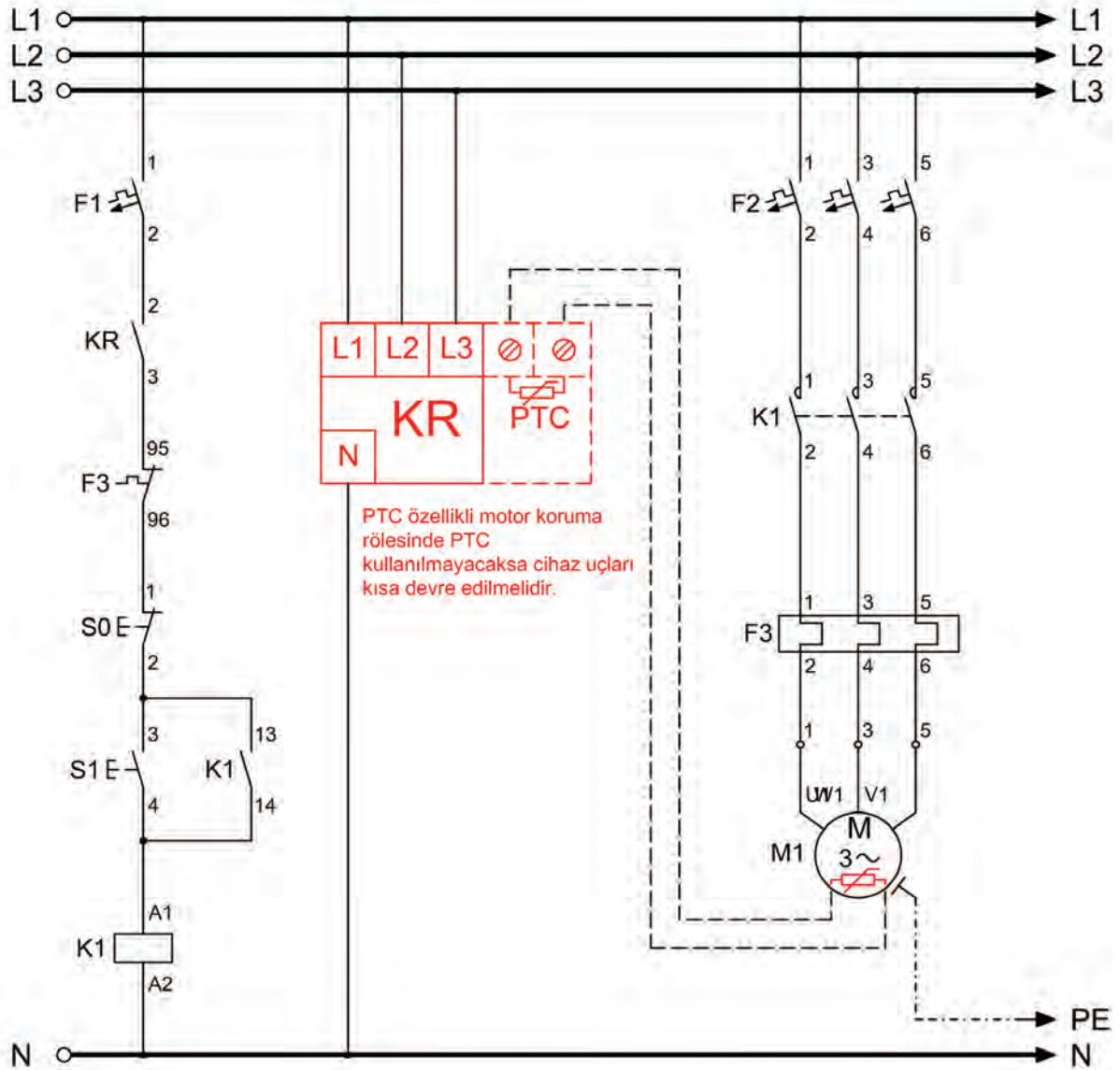
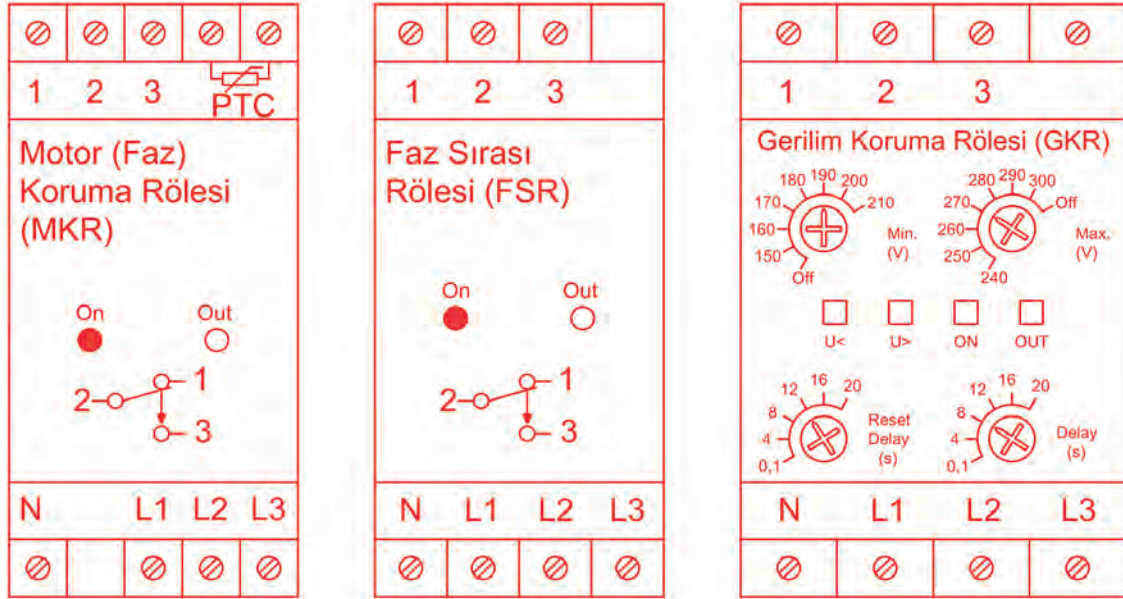


KOD=19526

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru çeşitli koruma röleleri ile çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.65: Üç fazlı asenkron motorun koruma röleli çalıştırılması (IEC normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Motor (Faz) Koruma Röleli Çalışma: Motorun iki faza kalması durumunda koruma yapan bir röledir. Devrede motor (faz) koruma rölesine bağlanan şebeke fazlarının varlığı devamlı olarak kontrol edilir. İlk anda motor koruma rölesinin açık kontağı KR (2-3) konum değiştirerek kontağını kapatır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü aracılığıyla motor çalışmaya başlar. Fazlardan biri herhangi bir sebeple git-tiğinde koruma rölesi devreye girerek kapalı olan KR kontağını açar ve kumanda devresinin enerjisini keser. K1 kontaktörünün de enerjisi kesileceğinden motor durur ve korunmuş olur.

Faz Sırası Röleli Çalışma: Faz sırası rölesi, devir yönünün değişmesinin istenmediği yerlerde kul-lanılır. Röle girişine şebeke fazları L1-L2-L3 sıralaması ile bağlandığında normalde açık olan KR kontağı kapanır. S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek motoru çalıştırır. Herhangi bir sebeple faz sıralaması değişirse röle hata LED'ini yakar ve kapalı olan KR kontağını açarak K1 kontaktörünün enerjisini keser. Bu durum motorun devir yönü değişmeden durmasını sağlar. Motorun tekrar çalışabilmesi için faz sıralamasının düzeltilmesi gerekir.

Gerilim Koruma Röleli Çalışma: Gerilim koruma rölesi, motorun çalışma gerilimlerinde meydana ge-lebilecek dalgalanmalara (düşme ya da yükselme) karşı motoru koruyan röledir. Üzerinde bulunan düşük ve yüksek gerilim ayar düğmelerinden istenen alt ve üst sınır gerilim değeri ayarlanır. Normal çalışma değerinde KR (2-3) normalde açık kontağı kapanır. Devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü ener-jilenir ve motor hareket eder. Şebeke gerilimi ayarlanan değer altına düştüğünde ya da üstüne çıktığında rölenin kontakları konum değiştirir ve KR (2-3) kontağı açılarak motoru korur.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Motor (faz) koruma rölesi		1 adet
Faz sırası rölesi		1 adet
Gerilim koruma rölesi		1 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. İlk bağlantı için motor (faz) koruma rölesini kullanınız. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.65).
4. Motor koruma rölesine üç faz bağlantısını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.65).
7. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
8. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız. Motor çalışırken motor koruma rölesinin aktif olduğuna dikkat ediniz.
9. İş güvenliği kuralları çerçevesinde fazlardan birini keserek motorun durduğunu gözlemleyiniz.
10. Enerjiyi kesin.
11. İkinci bağlantı için sadece motor koruma röle bağlantısını sökünüz. Yerine faz sırası rölesini bağ-lantı uçlarına dikkat ederek bağlayınız (Görsel 1.65).
12. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
13. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.

14. Motor çalışırken faz sırası rölesinin aktif olduğuna yani normal LED'inin yandığına dikkat ediniz.
15. Enerjiyi keserek iş güvenliği kuralları çerçevesinde fazlardan ikisinin yerini değiştiriniz.
16. Devreye tekrar enerji vererek S1 butonuna basınız.
17. Faz sırası üzerinde hata LED'inin yandığını ve motorun çalışmadığını gözlemleyiniz.
18. Enerjiyi kesin.
19. Üçüncü bağlantı için sadece faz sırası rölesini sökünüz. Yerine gerilim koruma rölesini bağlantı uçlarına dikkat ederek bağlayınız (Görsel 1.65).
20. Gerilim koruma rölesinin alt ve üst sınır gerilim değerini ayarlayınız.
21. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
22. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
23. Üç fazlı gerilimi, varyak ile alt sınır gerilim değerinin altına düşürünüz ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
24. Üç fazlı gerilimi, varyak ile üst sınır gerilim değerinin üstüne çıkarınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
25. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SORULAR



1. Motor koruma rölesinin koruması için hangi fazın kesilmiş olması gerekir?
2. Faz sırası rölesi ile faz koruma rölesi arasındaki fark nedir?
3. Kullandığınız gerilim koruma rölesinin alt ve üst sınır değerlerini yazınız.
4. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çizin.

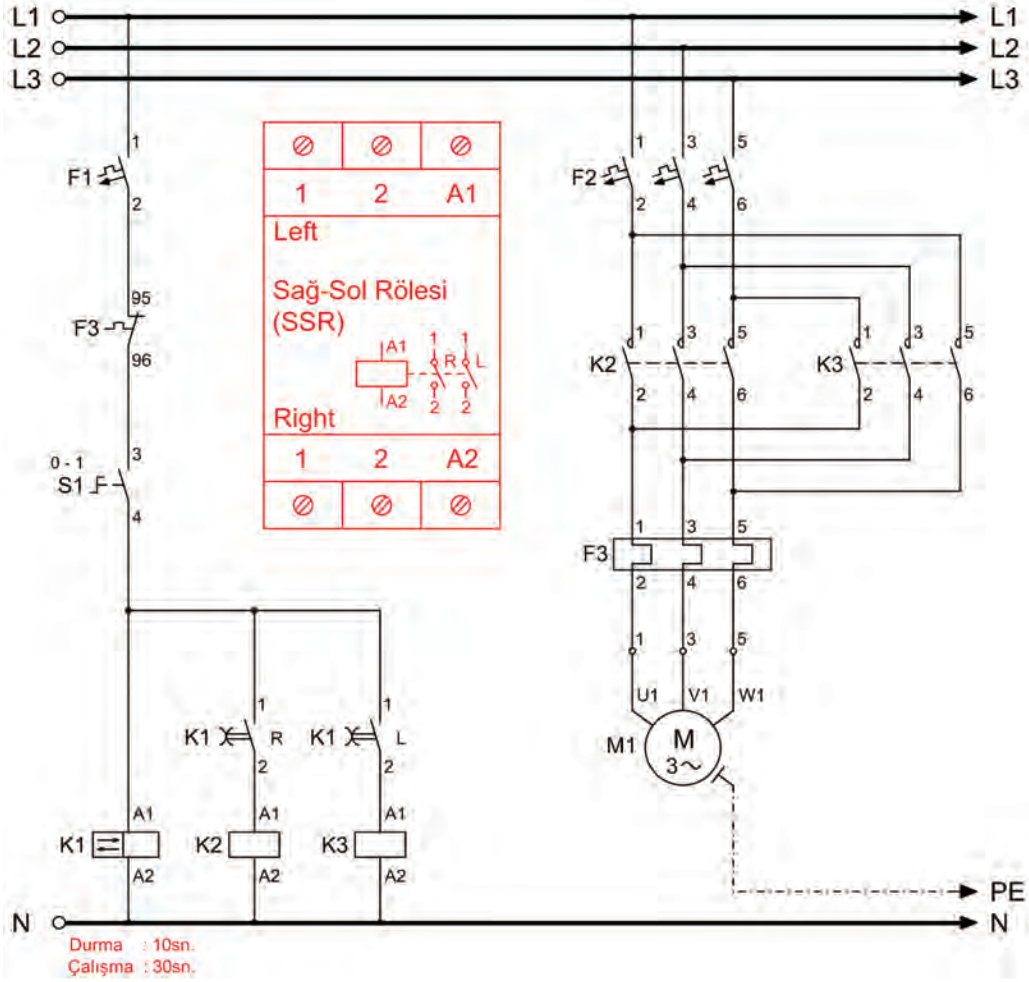


KOD=19527

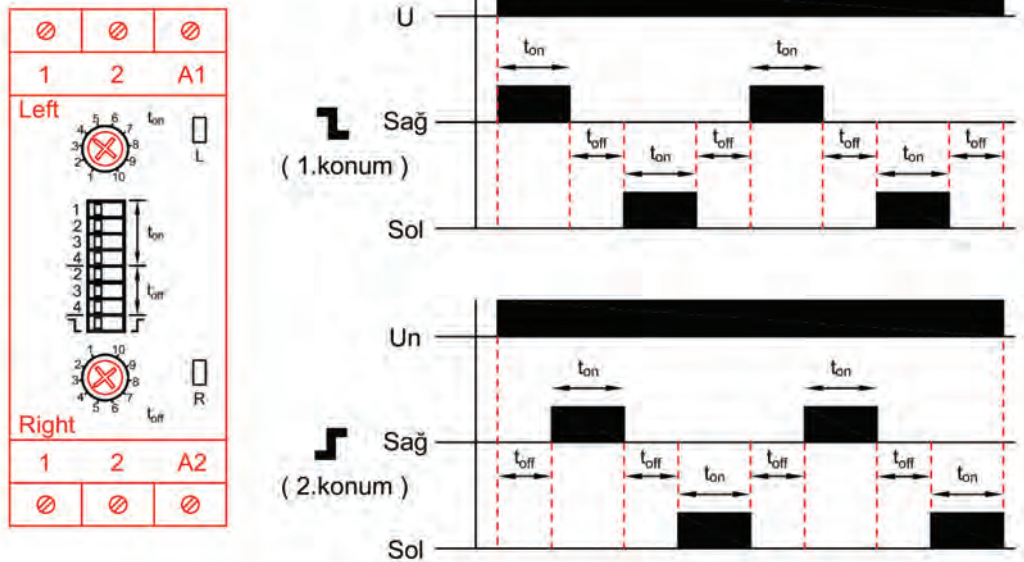
ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı—Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Motor koruma rölesinin çalıştırılması	20	
Numarası	:	2	Faz sırası rölesinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Gerilim koruma rölesinin çalıştırılması	20	
Adı—Soyadı	:	4	Güç devrelerinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrelerin çalışmalarının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN			100

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru sağ-sol rölesi ile çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.66: Üç fazlı asenkron motorun sağ-sol rölesi ile çalıştırılması (IEC)



Görsel 1.67: Sağ-sol rölesinin çekili kalma süresi



KOD=19528

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Sağ-sol rölesi, otomatik sistemlerde otomatik konum (yön) değiştirici olarak kullanılır. Üzerinde zaman ayarı bulunan bu röle, fonksiyonunu ayarlanmış aralıklarla tekrarlar. Devrede kullanılan motor bir tane olursa motor sağa sola döner. Ancak iki ayrı motor olursa motorun birincisi sağa dönerken ikincisi sola döner. İçinde devir yönü değişimi için iki adet röle bulunur. Üzerindeki ton ve toff triptotlarıyla bu rölelerin çalışma zamanı ayarlanır. t_{on} rölelerin çekili kalma süresini, t_{off} ise iki rölenin birden bırakarak bekleme süresini ifade eder (Görsel 1.67).

Görsel 1.66'daki devreye enerji verildiğinde röle, başlangıç seçim anahtarının konumuna bakar. Bu anahtarın iki konumu vardır. Birinci konumda enerji verildiği an sağ röle hemen çeker ve ton süresi kadar bekler. İkinci konumda ise enerji verildiği an t_{off} süresi saymaya başlar ve sürenin sonunda sağ röle çeker. Devredeki röle anahtarının 1. konumda olduğu varsayılmıştır. Start butonuna basıldığında röle enerjilenir. Röle K1 (R) kontağını kapatır ve K2 kontaktörü enerjilenerek motoru sağa doğru döndürür. t_{on} ile ayarlanan süre boyunca sağa dönen motor süre dolunca durur. Röle, bekleme süresini saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda K3 kontaktörü devreye girerek motoru sola doğru döndürür. Bu çalışma periyodik olarak enerji kesilene kadar devam eder.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sağ-sol rölesi		1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.66).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.66).
6. Enversör rölenin çalışma ve bekleme sürelerini ayarlayınız.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Motorun ilk olarak sağa doğru döndüğünü ve çalışmanın ayarlanan sürenin sonuna kadar devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Motor durduktan sonra bekleme zamanının dolmasını bekleyiniz.
10. Belirlenen sürenin sonunda motorun tekrar çalıştığını ve sola doğru döndüğünü gözlemleyiniz.
11. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.



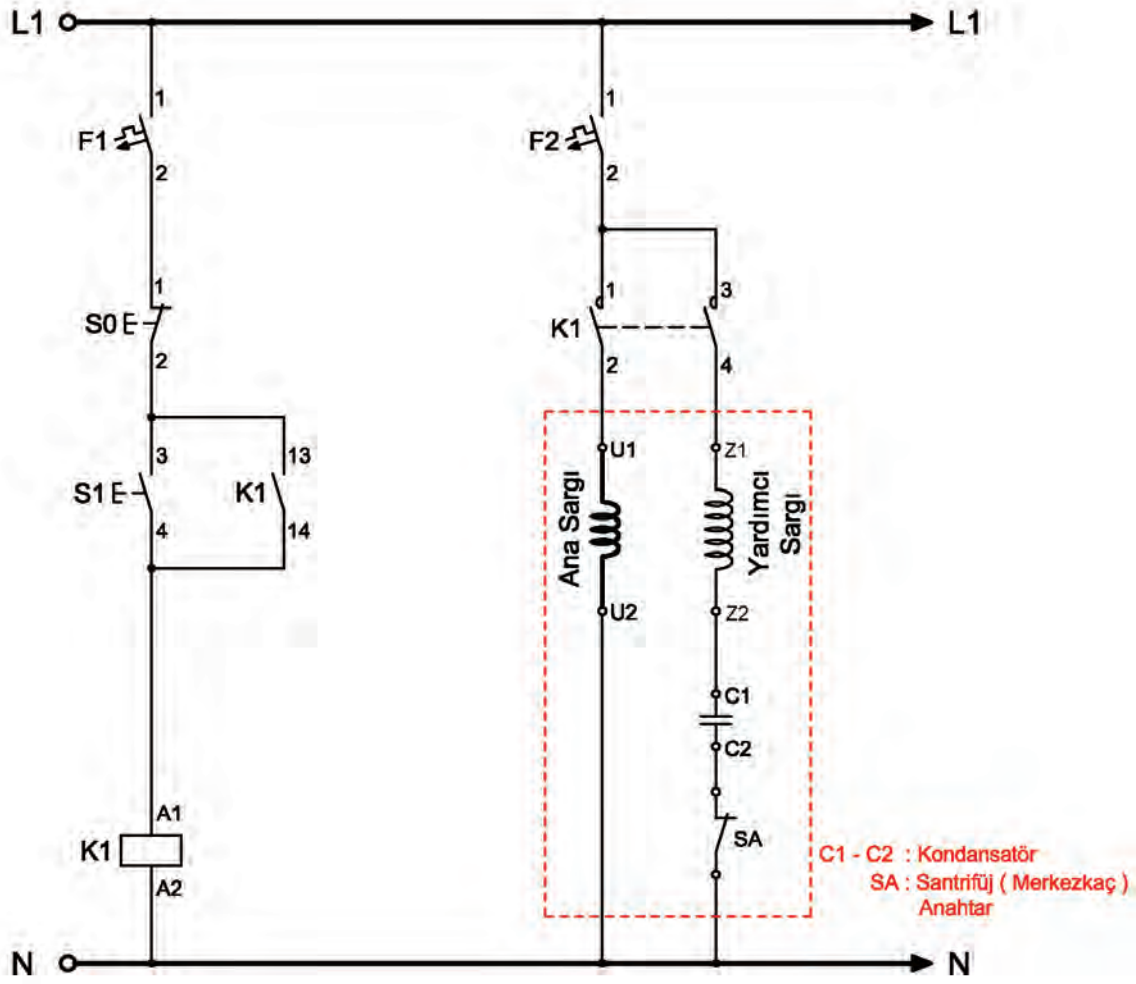
SORU

1. Devre şemasını, antetli kâğıda ANSI normuna uygun olarak çiziniz.

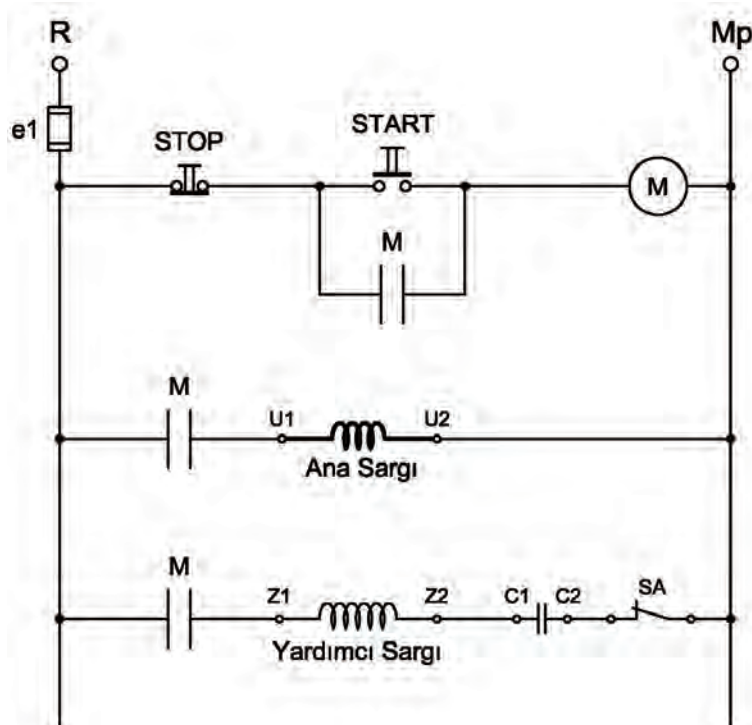
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motoru sürekli çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.68: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun sürekli çalıştırılması (IEC normu)



Görsel 1.69: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun sürekli çalıştırılması (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Bir fazlı asenkron motor klemens tablosunda ana ve yardımcı sargı uçları, kondansatör uçları ve merkezkaç anahtar uçları bulunur. Devrede S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve kontakları konum değiştirir. Kapanan kontaklar devreyi mühürleyerek bir fazlı motoru devreye alır. Ana sargı ile beraber yardımcı sargı da devreye girerek motor çalışmaya başlar. Motorun kalkınması tamamlandıktan sonra merkezkaç anahtar, yardımcı sargıyı devreden çıkartır ve motor ana sargı ile çalışmaya devam eder. S0 stop butonuna basılmasıyla kontaktör bobininin enerjisi kesildiğinden kumanda ve güç devresindeki NO kontakları açılır ve motor durur. Motor durduğunda santrifüj anahtarda eski konumuna döner ve bir sonraki çalışmaya hazır hâle gelir.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 1x10A	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	Bir fazlı	1 adet
Asenkron motor	Bir fazlı, yardımcı sargılı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.68).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.68).
6. S1 butonuna basarak motoru çalıştırınız.
7. Merkezkaç anahtarın devreden çıktığını gözlemleyiniz.
8. S0 butonuna basarak motoru durdurunuz.
9. Enerjiyi kesin ve malzemeleri sökerek teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Devrede santrifüj anahtar ile kondansatörün kullanılma sebebini yazınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

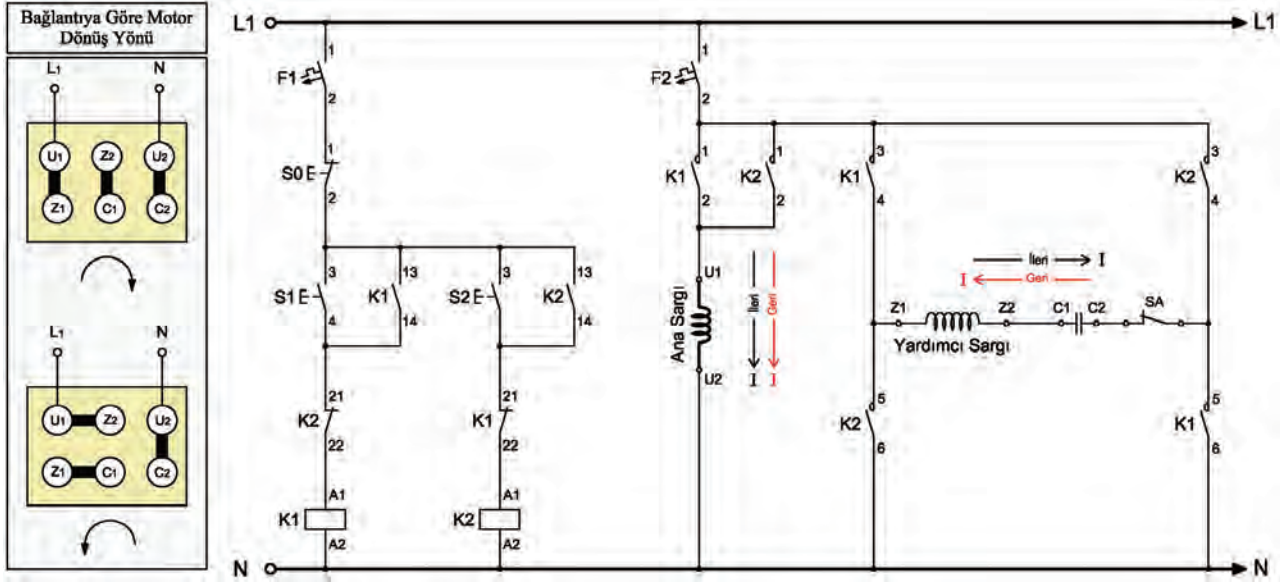


KOD=19529

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motoru ileri geri çalıştırmak.

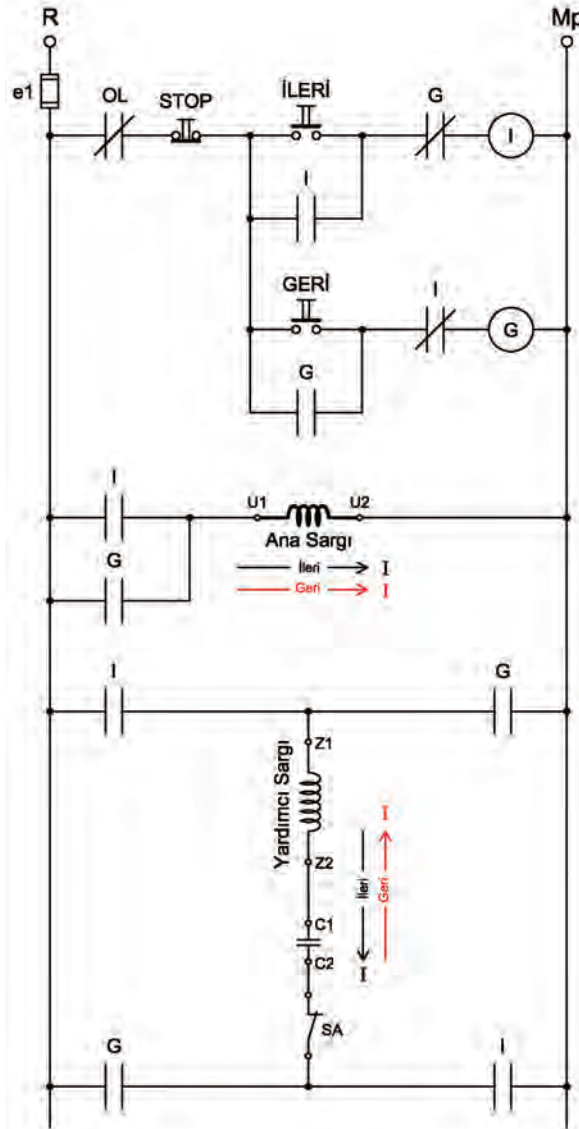
DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.70: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesi (IEC normu)



KOD=19530



Görsel 1.71: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesi (ANSI normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Yardımcı sargılı asenkron motorun devir yönünü değiştirmek için iki yöntem kullanılır:

1. Ana sargı uçları sabit tutulup yardımcı sargıdan geçen akımın yönü değiştirilir.
2. Yardımcı sargı uçları sabit tutulup ana sargıdan geçen akımın yönü değiştirilir.

Bu devrede ana sargı uçları sabit tutulup yardımcı sargı uçlarından geçen akımın yönünün değiştirilmesi yöntemi uygulanmıştır. Kumanda devresinde, elektriksel kilitleme devresi kullanılarak devir yönü değiştirmede koruma sağlanmıştır.

Kumanda devresinde S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek motoru ileri yönde döndürür. Bu esnada motorun ana sargısında akım U1-U2, yardımcı sargısında ise Z1-Z2 yönündedir. S0 stop butonuna basıldığında motor durur. S2 butonuna basıldığında K2 kontaktörü enerjilenir ve motorun kontakları konum değiştirir. Güç devresinde ana sargıdan geçen akımın yönü değişmezken yardımcı sargıdaki akımın yönü değişir. Bu durumda motor, geri yönde dönmeye başlar. S0 stop butonuna basılıncaya kadar motorun çalışması devam eder.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 1x10A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Bir fazlı, yardımcı sargılı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.70).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.70).
6. S1 butonuna basarak motoru ileri yönde çalıştırınız.
7. Merkezkaç anahtarın yardımcı sargıyı devreden çıkardığını gözlemleyiniz.
8. S0 butonuna basarak motoru durdurunuz.
9. S2 butonuna basınız ve motoru geri yönde döndürünüz.
10. Merkezkaç anahtarın yardımcı sargıyı devreden çıkardığını gözlemleyiniz.
11. S0 butonuna basarak motoru durdurunuz.
12. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.



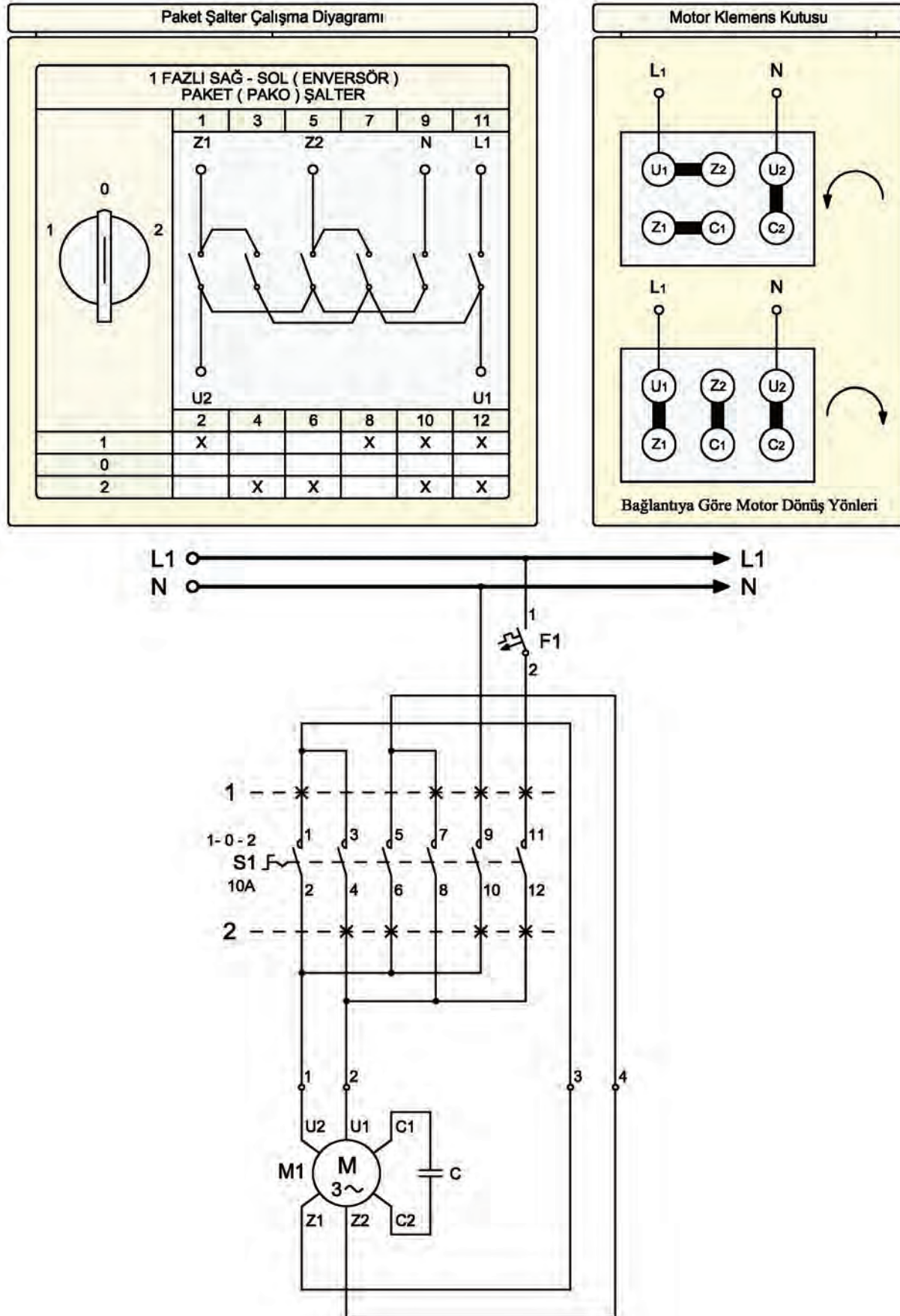
SORULAR

1. Devrede yardımcı sargıdan geçen akım yönü nasıl değişmektedir? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çizin.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Bir fazlı, yardımcı sargılı asenkron motoru enversör paket şalterle ileri geri çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.72: Bir fazlı asenkron motorun enversör paket şalterle devir yönünün değiştirilmesi (IEC Normu)

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devir yönü değiştirme amacıyla kullanılan paket şalterlere **enversör paket şalter** denir. “1-0-2” olmak üzere üç konumludur. “0” konumunda üç fazlı asenkron motor hiçbir şekilde çalışmaz. Geri yönde (saat dönüş yönünün tersi) çalışma için paket şalter “1” konumuna, ileri yönde çalışma (saat dönüş yönünde) için ise “2” konumuna alınır. Bir fazlı asenkron motorlar için kullanılır.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Paket şalter	Enversör	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Bir fazlı, yardımcı sargılı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Bağlantıları devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.72).
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Paket şalteri “2” konumuna alınız ve motorun ileri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
7. Paket şalteri “1” konumuna alınız ve motorun geri yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Bu devrede kilitleme nasıl sağlanmaktadır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.



KOD=19531

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalterin kontak kontrolünün yapılması	20	
Numarası :	2	Devre bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devrenin ileri yönde çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin geri yönde çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	2 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Düz zaman rölesi		2 adet
Start butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı (yay geri dönüşlü)	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	2 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.73).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.73).
6. Start butonuna basınız ve M1 motorunun çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Ayarlanan sürenin dolmasını bekleyiniz.
8. Sürenin sonunda M2 motorunun ters yönde çalıştığını gözlemleyiniz.
9. İki motorun birlikte çalışıp ayarlanan sürenin sonunda kendiliğinden durduğunu gözlemleyiniz.
10. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çiziniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Düz zaman rölesi		2 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.74).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 1.74).
6. Start butonuna basınız ve M1 motorunun çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Ayarlanan sürenin sonunda motorun durduğunu, sonra tekrar çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Çalışmanın periyodik olarak devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Stop butonuna basarak devrenin çalışmasını durdurunuz.
10. Enerjiyi kesin ve malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Devre şemasını antetli kâğıt üzerine çizin.

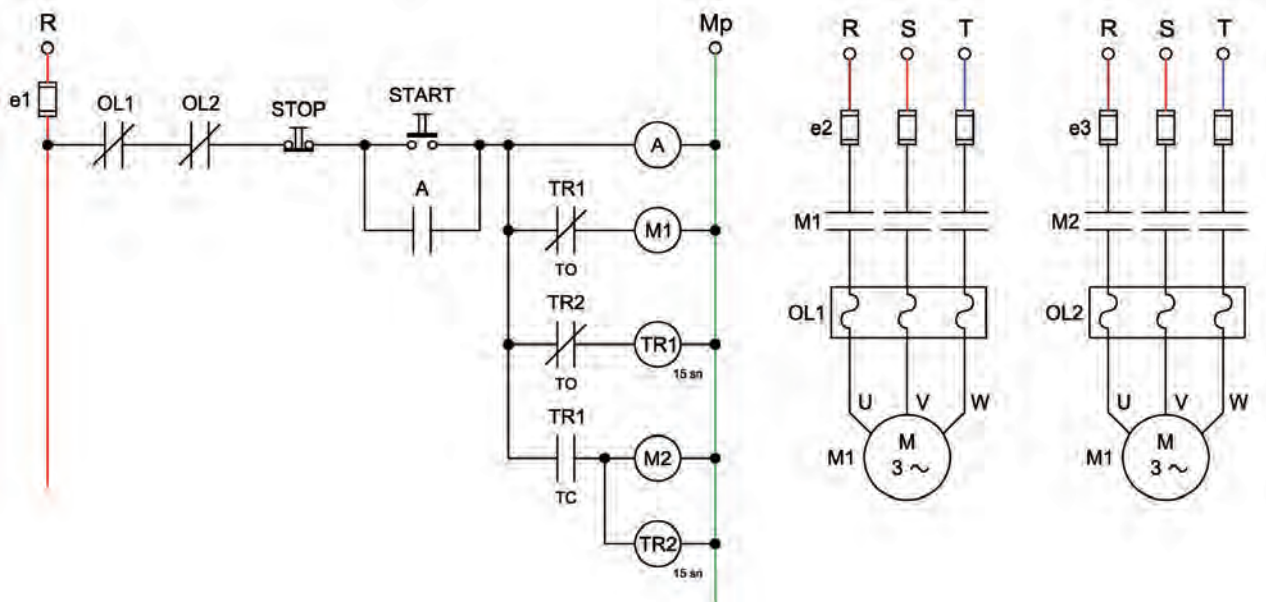
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: İki adet üç fazlı asenkron motoru periyodik olarak zaman ayarlı çalıştırmak.

UYGULAMA: İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıda verilen şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında 1. motor çalışacaktır.
 - 15 sn. sonra 1. motor duracak, 2. motor çalışacaktır.
 - 15 sn. sonra 2. motor duracak, 1. motor çalışacaktır.
 - Sistemin çalışması stop butonuna basılıncaya kadar periyodik olarak devam edecektir.
 - Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 1.75: İki adet üç fazlı asenkron motorun periyodik olarak zaman ayarlı çalıştırılması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Düz zaman rölesi		2 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	2 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalem vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının ve deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Devre şemasına göre kumanda devresinin bağlantılarını yapınız (Görsel 1.75).
3. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
4. Devre şemasına göre güç devresinin bağlantılarını yapınız (Görsel 1.75).
5. Start butonuna basınız ve M1 kontaktörüne bağlı motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Ayarlanan sürenin sonunda çalışan motorun durduğunu ve M2 kontaktörüne bağlı ikinci motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
7. Ayarlanan sürenin sonunda ikinci motorun durduğunu ve birinci motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Çalışmanın periyodik olarak devam ettiğini gözlemleyiniz.
9. Stop butonuna basarak devrenin çalışmasını durdurunuz.
10. Enerjiyi kesin.
11. Malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

**SORU**

1. Devredeki açık ve kapalı kontakların hangi amaçla kullanıldığını açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20
ÖĞRETMEN		3	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
		TOPLAM PUAN		100

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN ZAMAN AYARLI İLERİ VE GERİ YÖNDE ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru isteğe bağlı olarak ileri ve geri yönde çalıştırmak.

UYGULAMA: Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor ileri yönde çalışacaktır.
- 5 sn. sonra motor duracaktır.
- Durmasından 5 sn. sonra motor kendiliğinden geri yönde çalışacaktır.
- Geri yönde çalışma stop butonuna basılıncaya kadar devam edecektir.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.

Kumanda ve güç devre şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkarınız. Deney seti veya kumanda panosuna devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Kumanda devre şemasının çizilmesi	10	
2	Güç devresi şemasının çizilmesi	10	
3	Devre malzeme listesinin çıkarılması	10	
4	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	10	
5	Güç devresi bağlantılarının yapılması	10	
6	Kumanda devresinin hatasız çalışması	10	
7	Motorun ileri yönde çalışması	10	
8	İleri yönde çalışmanın otomatik durması	10	
9	Motorun kendiliğinden geri yönde çalışması	10	
10	Stop butonu ile motorun durdurulması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

Aşağıda verilen kumanda problemlerinin devresini, ANSI normuna ve devrenin çalışma şartlarına uygun olarak tasarlayınız.

1. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor çalışacaktır.
- 10 sn. sonunda kendiliğinden duracaktır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- İstenen herhangi bir anda durdurulabilecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

2. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldıktan 10 sn. sonra motor çalışmaya başlayacaktır.
- Sistemin çalışması, stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölesi atıncaya kadar devam edecektir.
- Sistemde ters zaman rölesi bulunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

3. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor çalışacaktır.
- 10 sn. sonra motor kendiliğinden duracaktır.
- 5 sn. sonra tekrar çalışacaktır.
- Sistemin çalışması 10 sn. çalışma, 5 sn. durma şeklinde olacaktır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- Sistemin çalışması stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölesi atıncaya kadar periyodik olarak devam edecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

4. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Start butonuna basıldığında motor ileri yönde çalışacaktır.
- 5 sn. sonra motor duracaktır.
- 3 sn. sonra motor geri yönde çalışacaktır.
- 5 sn. sonra motor duracaktır.
- 3 sn. sonra motor tekrar ileri yönde çalışacaktır.
- Sistemin çalışması 5 sn. çalışma-3 sn. durma-5 sn. ters yönde çalışma şeklinde periyodik olarak devam edecektir.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.
- Stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölesi atınca sistem çalışmasını durduracaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

5. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Starta basıldığında iki motor birlikte çalışacaktır.
- Start butonundan elin çekilmesiyle 1. motor duracak ancak 2. motor çalışmaya devam edecektir.
- Stop butonu çalışmakta olan 2. motoru durduracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

6. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Sistem sadece start butonu ile kontrol edilecektir.
- Start butonuna 1. kez basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- Start butonuna 2. kez basıldığında 2. motor çalışacaktır.
- Start butonuna 3. kez basıldığında ise motorlar duracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

7. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- 1. start butonuna basıldığında 1. ve 2. motor aynı anda çalışacaktır.
- 2. start butonuna basıldığında 1. motor devreden çıkacaktır.
- 2. motorun çalışması devam edecektir.
- Sistemin çalışması stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölelerinden herhangi biri atıncaya kadar devam edecektir.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

8. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- Starta basıldıktan 10 sn. sonra motor çalışacaktır.
- Ters zaman rölesinin sadece normalde kapalı kontağı vardır.
- Sistem aşırı akım rölesi ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

9. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.

- 1. start butonuna basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- 1. motor, stop butonuna ya da 2. start butonuna basılınca duracaktır.
- 2. start butonuna basıldığında 2. motor çalışacak ve ayarlanan sürenin sonunda 2. motor kendiliğinden duracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- İki motor birlikte çalışmayacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.**10. İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.**

- Start butonuna basıldığında sadece 1. motor çalışacaktır.
- 1. motor, stop butonuna ya da 2. start butonuna basılınca duracaktır.
- Stop butonuna basıldığında 1. motor duracak ve 2. motor çalışacaktır.
- 2. motor 10 sn. çalıştıktan sonra duracaktır.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- İki motor birlikte çalışmayacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.**11. Bir adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.**

- Sistem, yapısı gereği iki farklı merkezden kontrol edilecektir.
- Herhangi bir kontrol merkezinden ileri yön butonuna basıldığında motor ileri yönde dönecektir.
- Farklı bir kontrol merkezinden motor durdurulup motorun yönü değiştirilebilecektir.
- Çalışmada butonsal ve elektriksel kilitleme birlikte kullanılacaktır.
- Sistem, aşırı akım rölesi ile korunacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.**12. Üç adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.**

- Her motor ayrı start ve stop butonu ile çalıştırılıp durdurulacaktır.
- Hiçbir motor kendinden önceki motor çalışmadıkça çalışmayacaktır yani birinci motor çalıştırılmadıkça ikinci, ikinci motor çalışmadıkça üçüncü motor çalıştırılamayacaktır.
- Bir motorun aşırı akım rölesi atarsa kendisi ve sonrasındaki tüm motorlar duracaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.**13. Üç adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.**

- Start butonuna basıldığında 1. motor hemen, 2. motor 10 sn. sonra, 3. motor ise 2. motor çalıştıktan 20 sn. sonra çalışacaktır.
- 1. motor ve 3. motor aynı anda çalışmayacaktır.
- 2. motor 1. motor çalıştıktan 10 sn. sonra, 1. motor çalıştıktan 20 sn. sonra otomatik olarak çalışacaktır.
- Stop butonuna basıldığında ya da 1. motor durduğunda tüm motorlar duracaktır.
- 2. motor durduğunda 1. motor çalışacak ancak 3. motor duracaktır.
- 3. motor durduğunda diğer motorlar çalışmaya devam edecektir.
- Sistemde aşırı akım röleleri ile korunacak ve her koruma rölesi kendi motor hattına bağlanacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.**14. Üç adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılmak istenmektedir.**

- Start butonuna basıldığında ilk iki motor hemen çalışacaktır.
- 3. motor çalışırken diğerleri duracaktır.
- 3. motor iki motor çalışmaya başladıktan 20 sn. sonra geri yönde çalışmaya başlayacaktır.
- 3. motor 5 sn. çalıştıktan sonra motorun dönüş yönü değişecek ve 10 sn. ileri yönde çalıştıktan sonra kendiliğinden duracaktır.
- Herhangi bir anda stop butonuna basıldığında tüm motorlar duracaktır.
- Sistemde tüm motorlar için motor koruma şalteri kullanılacaktır.

Gerekli kumanda ve güç devresini tasarlayınız.

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Δ bağlı bir asenkron motorun $I_h = 6$ A ve $U_h = 380$ V ise $U_f = 220$ V ve $I_f = 6$ A olarak hesaplanır.
2. (...) $2p = 6$ ve $f = 60$ Hz olan motorun n_s değeri 1200 devir/dk.dır.
3. (...) Motorların yapı şekillerinde en güvenilir yapı kapalı tip asenkron motordur.
4. (...) Üç fazlı şebekeler IEC formatında R-S-T olarak gösterilir.
5. (...) Sistemde meydana gelen şebeke frekansının değişimlerine karşı koruma sağlayan rölelere termistör rölesi denir.
6. (...) Faz sırası rölesi kullanılan bir kumanda devresinde, iki fazın yeri değişse bile motor çalışmaya devam eder.
7. (...) Otomatik sigortalar, B ve C tipi olmak üzere iki tipte üretilir.
8. (...) ANSI normuna göre yardımcı kontaktör d ile gösterilir.
9. (...) S1, S2 gibi isimlendirmeler IEC normunda buton veya pako şalterler içindir.
10. (...) Kontaktör, IEC normuna göre M ile isimlendirilir.
11. (...) Enerji verildikten sonra gecikme yapan zaman rölesi düz zaman rölesidir.
12. (...) Gerilim koruma rölesi, aşırı veya düşük gerilimde motoru devreden çıkartır.
13. (...) Motor dönüş yönünü değiştirmek için mutlaka L1 ve L2 fazları yer değiştirilmelidir.
14. (...) Motor koruma şalteri kullanılan güç devrelerinde sigorta ve aşırı akım rölesi kullanılmasına gerek yoktur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun kelimeyi yazınız.

15. Stator döner alan devri ile rotor devri farklı olan motorlara..... denir.
16. Asenkron motorlarda stator sargılarına uygulanan üç fazlı akımın meydana getirdiği manyetik alana denir.
17. Üç fazlı asenkron motorun devir yönünü değiştirmek için yer değiştirilir.
18. Stator devri ile rotor devri arasındaki devir farkına denir.
19. Bir eksen etrafında dönebilen, bir mil üzerinde art arda dizilmiş ve paketlenmiş kontaklardan oluşmuş çok konumlu şalterlere..... adı verilir.
20. Tek yönlü butonlar, çalıştırma ve butonu olarak iki çeşittir.
21. Hareketli aygıtlarda bir hareketi durdurup diğer hareketi başlatan elemanlara..... denir.
22. Kumanda devrelerinde, alıcıların zamana bağlı olarak çalışma veya durmalarını sağlayan elemana denir.
23. Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara denir.
24. Kontaktörlerin gövdesinde bulunan A1 ve A2 harfleri, kontaktörün uçlarını gösterir.
25. Buşon ve altlık sigorta parçalarıdır.
26. Motor devrelerini termik ve manyetik etkiyle aşırı akımlara karşı koruyan devre elemanlarına denir.
27. Üç fazlı asenkron motor sargı girişi uçları şeklindedir.
28. Bir fazlı motorlarda yardımcı sargıyı belli bir devirden sonra devreden çıkaran elemana denir.

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

29. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorla ilgili olarak yanlıştır?

A) Güç elektroniği ile devir sayısı ayarlanır.	B) Yaygın kullanım alanına sahiptir.
C) Momentleri yüksektir.	D) Daha az arıza yapar.
E) Yük altında devir sayıları değişir.	

30. Asenkron motorun dönen parçası aşağıdakilerden hangisidir?

A) Stator	B) Rotor	C) Gövde
D) Kapak	E) Klemens kutusu	

31. Aşağıdakilerden hangisi yapı tipine göre asenkron motor çeşididir?

A) Flanşlı tip	B) Sincap kafesli	C) Yatık
D) Dik	E) Üç fazlı	

32. Aşağıdakilerden hangisi start (başlama) butonunu temsil eden rakamlardır?

- A) 1-2 B) 3-4 C) 5-6
D) 95-96 E) 97-98

33. Bir fazlı asenkron motorlarda yardımcı sargının görevi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ana sargıyı devreden çıkarmak. B) Motorun devir sayısını değiştirmek.
C) Motorun devir yönünü değiştirmek. D) Yol almayı kolaylaştırmak.
E) Motoru durdurmak.

34. Biri normalde kapalı, diğeri ise normalde açık iki kontağa sahip olan ve üzerine basıldığında kontakların konum değiştirdiği butona verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Start butonu B) Stop butonu C) Tek yönlü buton
D) Jog butonu E) Paket şalter

35. Küçük değerli bir akım ile yüksek güçlü bir alıcıyı çalıştırabilmek (anahtarlayabilmek) için kullanılan elemanlara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dönüştürücü B) Röle C) Sinyal lambası
D) Paket şalter E) Buton

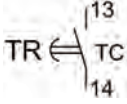
36. Bobinin enerjisi kesildikten sonra gecikme yapan zaman rölesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Düz B) Ters C) Gerilim D) Yıldız-üçgen E) Faz koruma

37. Üç fazlı asenkron motorlarda fazlardan birinin kesilmesi hâlinde devreye girerek sistemin zarar görmesini engelleyen rölelere verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Gerilim koruma rölesi B) Faz sırası rölesi C) Faz koruma rölesi
D) Frekans koruma rölesi E) Aşırı akım rölesi

38. Aşağıda verilen sembol, hangi elemanın kontak sembolüdür?



- A) Düz zaman rölesi B) Ters zaman rölesi C) Kontaktör
D) Aşırı akım rölesi E) Sınır anahtarı



ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

2. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

2.1. ASENKRON MOTORLARDAKİ KALKINMA VE ETKİLERİ

2.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

2.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLER

2.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARDAKİ YOL VERME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Asenkron motorların kalkınması ve yol verme yöntemleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Asenkron motorların kalkınması ve yol verme yöntemleriyle ilgili ne biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Kalkınma, yol verme, hız kontrolü, yumuşak yol verici, motor sürücü, operatör paneli, makrolar, sürücü parametreleri, dahlander motor.

2.1. ASENKRON MOTORLARDAKİ KALKINMA VE ETKİLERİ

Asenkron motorların çalışmaya başladıkları ilk anda şebekeden çektiği akıma **kalkınma (yol alma, kalkış) akımı** denir. Bu akım, motorun gücüne ve kutup sayısına bağlı olmakla birlikte yaklaşık olarak anma akımının üç ile altı katı arasındadır.

Durmakta olan bir asenkron motora üç fazlı şebeke gerilimi uygulandığında stator sargılarında bir manyetik alan meydana gelir. Bu alanda oluşan manyetik alan kuvvet çizgilerinin tamamı rotor çubuklarını keser. Rotorda indüklenen gerilim ve dolayısıyla rotor çubuklarından geçen akım en büyük değerinde olur. İlk anda rotor dönmediğinden zıt emk en küçük değerindedir. Bu nedenle motor şebekeden en büyük akımı çeker. Rotor dönmeye başlayınca stator döner alan hızı (n_s) ile rotor hızı (n_r) arasındaki fark azalmaya başlar. Bunun sonucunda zıt emk değeri yükseleceğinden şebekeden çekilen kalkınma akımı gittikçe azalır.

Kalkınma akımı kısa sürelidir ve küçük güçlü motorlarda şebeke üzerinde pek etkili değildir. Büyük güçlü motorlardaki etkisi ise aşağıda verilmiştir.

Şebekeye Etkisi: Bir ya da birden fazla motorun aynı anda devreye girmesi şebekede büyük gerilim düşümlerine neden olur. Dolayısıyla bu hattın beslenen alıcılar gerilim düşümünden olumsuz etkilenir. Örneğin 100 kW gücündeki bir asenkron motor kalkınırken çalıştığı atölyedeki lambaların aydınlatma şiddeti yaklaşık 3-4 sn. boyunca azalır ve bu durum her çalışmada tekrarlanır.

Motora Etkisi: Yüksek kalkınma akımı motor sargılarında gereğinden fazla ısınma meydana getirir. Bu ısı makinenin yalıtım malzemelerine zarar verecek kadar artabilir. Verilen bu iki nedenle büyük güçlü motorların ve çok sık yol alan küçük güçlü motorların, kalkınma akımlarının şebekeyi olumsuz yönde etkilememeleri için 4 kW'tan (yaklaşık 5 Hp) büyük motorlara yol verme yöntemleri uygulanır.

2.2.2 Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemleri

Asenkron motorların ilk kalkınma anında şebeke ve motor üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla uygulanan en yaygın yol verme yöntemleri aşağıda verilmiştir.

Direkt Yol Verme: Motorun herhangi bir gerilim düşürme yöntemi kullanılmadan direkt çalıştırılmasıdır. Gücü 4 kW'ın altında olan motorlarda uygulanabilir. En ekonomik ve basit yol verme yöntemidir.

Yıldız-Üçgen Yol Verme: Üç fazlı asenkron motorun önce yıldız sonra üçgen çalıştırılarak düşük gerilimle yol verilmesidir. Kalkış akımını düşürmede en ekonomik yöntemdir. Bu yöntemle yol verebilmek için motorun üçgen bağlı çalışma gerilimi, şebeke gerilimine eşit olmalıdır. Bu yol verme yönteminde kalkış sırasında yıldız çalışan motor sargılarına uygulanan gerilim $U_h/1,73$ değerine, motorun şebekeden çektiği akım ise $1/3$ değerine düşer. Kalkınma tamamlandıktan sonra motor üçgen bağlantıya geçerek çalışmasına devam eder. Yıldız-üçgen yol vermede devreye bağlanacak motorun üçgen bağlantı gerilimi, şebeke gerilimi ile aynı olmalıdır.

UYARI: Şebekede yıldız bağlı çalıştırılması gereken motor, yanlışlıkla üçgen bağlı çalıştırılırsa sargılarına 1,73 katı büyük gerilim uygulanmış olur. Gerilimdeki artış oranı kadar sargı akımı büyüyeceğinden motor aşırı akım çeker ve kısa sürede artan ısı sonucu sargıları zarar görür.

Soft Starter (Yumuşak Yol Vericiler) ile Yol Verme: Yumuşak yol vericiler, asenkron motorlara uygulanan gerilimi kademeli olarak artıran mikro işlemci ve tristör tabanlı cihazlardır. Her fazda birbirine ters paralel bağlı tristörlerle gerilim sürekli kontrol edilerek başlangıçta yavaşça artırılır, duruşta ise yavaşça azaltılır. Böylece yumuşak ve kararlı bir hızlanma elde edilir.

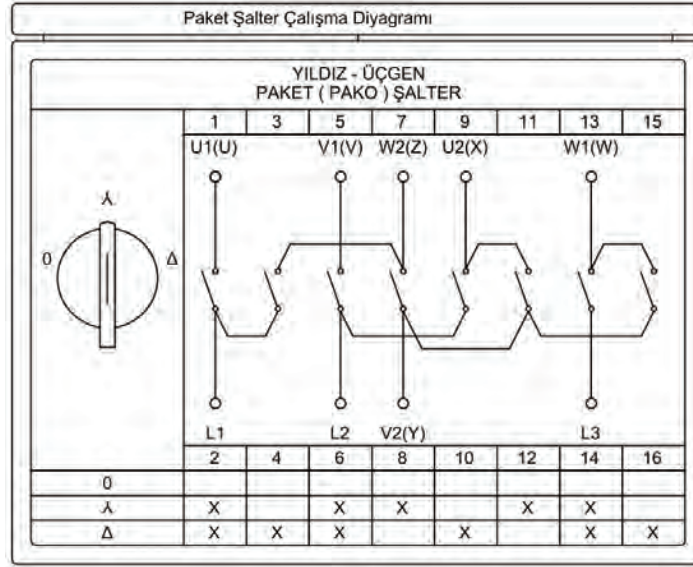
Gerilim kontrolü özelliği ile şebekede ani gerilim düşümleri yaşanmaz. Motor yol aldıktan ve nominal (anma) değerlerine ulaştıktan sonra yumuşak yol verici baypas edilerek yük bir baypas kontaktörü üzerinden beslenir. Böylece yumuşak yol verici çalışma boyunca devrede kalmaz. Duruş anında soft starter tekrar devreye girerek yükü üzerine alır ve yine yumuşak bir duruş sağlar. Yani diğer yol verme yöntemlerinin aksine yumuşak bir duruş da mümkündür.

Bu yöntemle yol vermede mekanik yıpranma ve bakım masrafları en aza indirilmiştir. Yumuşak yol verici devresinde cihazı koruyacak koruma elemanları kullanılmalıdır. Bu elemanlar anma akımına göre seçilmeli ve konfigürasyon buna göre yapılmalıdır.

Motor Sürücüsü ile Yol Verme: Motor sürücüleri, şebeke frekansını kontrol ederek motorun hızını kontrol eden elektronik cihazlardır. Frekans konvertörü, hız kontrol cihazı, driver gibi farklı isimlerle de anılır. Daha çok hız kontrolü için kullanılır. Yumuşak yol vericilerde olduğu gibi yumuşak bir kalkış ve duruş sağlar. Maliyetli olacağı için sadece yol verme amaçlı tercih edilmez.

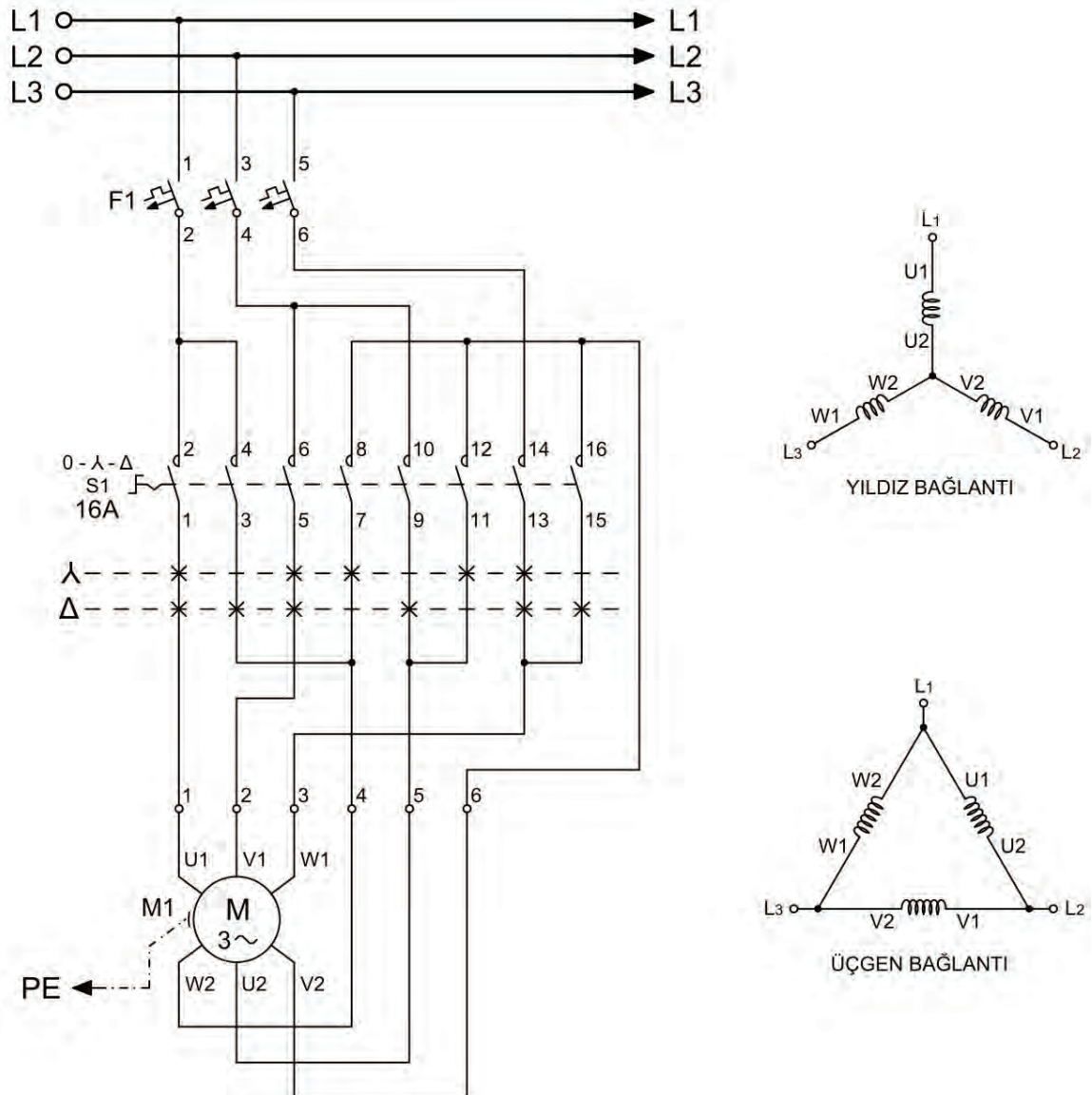
AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen paket şalterle yol vermek.

DEVRE ŞEMASI



KOD=19537

Görsel 2.1: Yıldız-üçgen paket şalter diyagramı



Görsel 2.2: Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen paket şalterle yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Paket şalter	Üç fazlı yıldız-üçgen	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı Δ 380 V	1 adet
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Küçük güçlü üç fazlı asenkron motorlara yıldız-üçgen yol vermede yıldız-üçgen paket şalterler kullanılır. Paket şalter önce yıldız konumuna alınarak motor çalıştırılır. Yol alma tamamlandıktan sonra şalter üçgen konumuna geçirilir. Uygulamada yıldız konumundan üçgen konumuna geçiş süresi iyi ayarlanmalıdır. Paket şalter diyagramındaki X işaretleri kontakların o konum için kapalı olduğunu gösterir. Farklı firmaların ürettiği paket şalterlerin kontak numaraları da farklı olabilir. Hatalı çalışmaya sebebiyet vermemek için paket şalter çalışma diyagramı incelenmelidir (Görsel 2.1).

L1-L2-L3 fazları sırasıyla U1-V1-W1 (U-V-W) uçlarına uygulanır. Paket şalter yıldız konumuna alındığında (1-2), (5-6), (7-8), (11-12) ve (13-14) numaralı kontaklar kapalıdır. Bu sayede üç fazlı şebeke gerilimi U1-V1-W1 (U-V-W) faz sargı girişlerine uygulanır. Aynı zamanda W2-U2-V2 (Z-X-Y) faz sargı çıkışları da paket şalter kontakları tarafından birleştirilir. Motor yıldız bağlantı şartlarına uygun olarak çalışır.

Motor kalkınca paket şalter konumu değiştirilerek üçgen konumuna alınır. Paket şalterin bu konumunda (1-2), (3-4), (5-6), (9-10), (13-14) ve (15-16) numaralı kontakları kapalıdır. Bu sayede üç fazlı şebeke gerilimi U1-V1-W1 (U-V-W) faz sargı girişlerine uygulanmaya devam eder. Aynı zamanda U1-W2 (U-Z), V1-U2 (V-X) ve W1-V2 (W-Y) sargı uçları paket şalter kontakları tarafından birleştirilir. Motor üçgen bağlantı şartlarına uygun olarak çalışmasına devam eder.

Paket şalterle yol vermede en önemli husus yıldızdan üçgene geçiş süresidir. Eğer bu süre gereğinden uzun tutulursa motor sargıları zarar görür. Yıldız-üçgen yol vermede geçiş süresinin tespiti için motor şebekeye üçgen bağlı kalkınarak yol alması sağlanır. Motor kalkınma anında şebekeden aşırı akım çekecek (anma akımının 3-6 katı) ve kalkınca bu akım değeri normale dönecektir. İşte bu normal akım değerine dönüş için geçen süre yıldız-üçgen yol vermede yıldız çalıştırma süresi olarak kabul edilir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Üç fazlı asenkron motor klemens tablosundaki köprülerin sökülmesi dikkat ediniz.
4. Paket şalter bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.2).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Paket şalteri “λ” konumuna alınız ve motorun yol aldığını gözlemleyiniz.
7. Yol alma tamamlandıktan sonra şalteri “Δ” konumuna alarak motorun normal çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Paket şalteri “0” konumuna alınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
9. Devrenin enerjisini kesin.
10. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

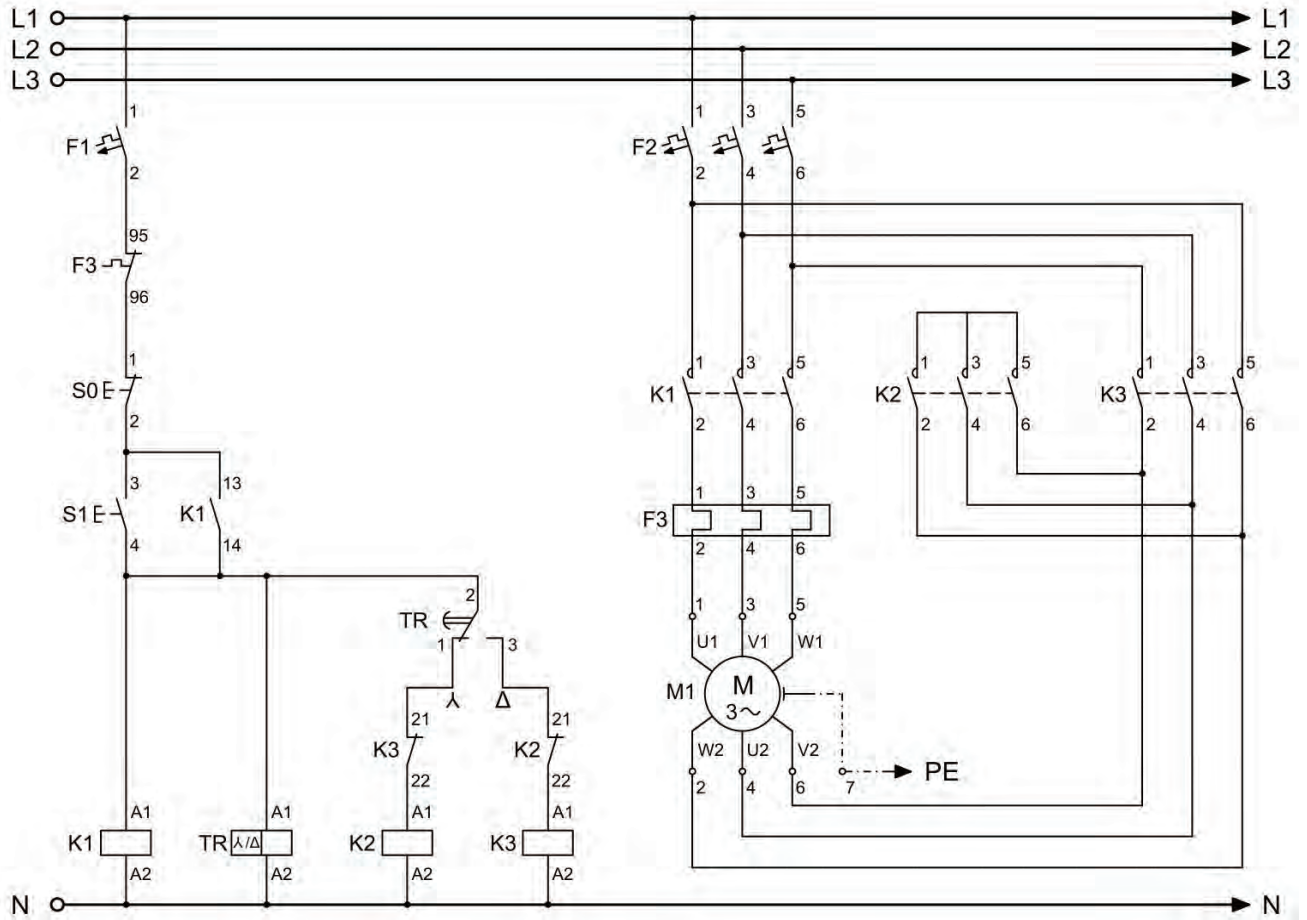
SORULAR

1. Paket şalterle λ/Δ yol verme yönteminde dikkat edilecek hususlar nelerdir?
2. Paket şalter λ konumuna alındığında kapanan (7-8) ve (11-12) numaralı kontaklarla hangi işlem gerçekleştirilmiş olur? Paket şalter diyagramına bakarak açıklayınız.

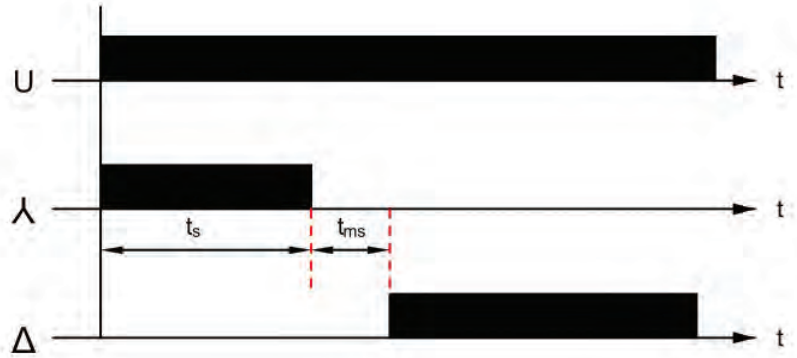
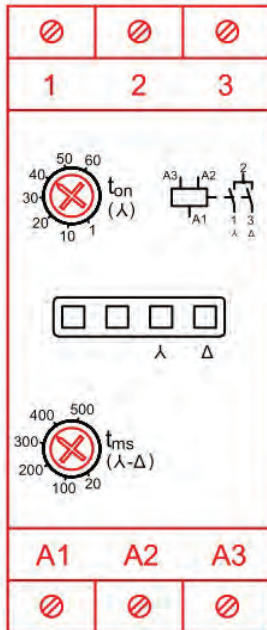
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Paket şalter diyagramının yorumlanması	20	
Numarası :	2	Yıldız bağlı çalıştırma	20	
ÖĞRETMEN	3	Uygun geçiş süresinde konum değiştirme	20	
Adı-Soyadı :	4	Üçgen bağlı çalıştırma	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen rölesi kullanarak yol vermek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.3: Yıldız-üçgen rölesiyle üç fazlı asenkron motora yol verme



Besleme Bağlantısı

A1 - A2 : 220 VAC

A1 - A3 : 24 VAC/DC

Görsel 2.4: Yıldız-üçgen rölesinin fonksiyon diyagramı



KOD=19538

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A ve C 3x16A	Birer adet
Stop ve start butonu	Ani temaslı	Birer adet
Kontaktör	5,5 kW	3 adet
Zaman rölesi	Yıldız-üçgen	1 adet
Aşırı akım rölesi	11-16 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, Δ 380 V, 5,5 kW	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

λ/Δ röle motora otomatik λ/Δ yol vermek için kullanılır. Rölenin üzerinde, yıldız çalışma süresi (sn.) ve yıldızdan üçgene geçiş süresi (ms) olmak üzere iki süre vardır. Bu süreler çalışmadan önce ayarlanmalıdır. Rölenin fonksiyon diyagramı Görsel 2.4'te verilmiştir. Röle bağlantı uçları aşağıdaki gibidir.

A1 ve A2 : 220 V AC Besleme

1 numaralı uç : Yıldız

2 numaralı uç : Ortak

3 numaralı uç : Üçgen

S1 start butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenir ve kendini mühürler. Aynı zamanda λ/Δ rölesi de enerjilenerek K2 (λ) kontaktörünü çalıştırır. Kapanan güç kontaktları motorun yıldız bağlı çalışmasını sağlar. Motor, λ/Δ zaman rölesi üzerinden ayarlanan süre boyunca yıldız çalışır. Sürenin sonunda K2 (λ) kontaktörü devreden çıkıp K3 (Δ) kontaktörü devreye girer. Motor, üçgen bağlanarak S0 stop butonuna basılıncaya kadar çalışmasını sürdürür. Kumanda devresindeki K2 ve K3 kapalı kontaktları elektriksel kilitleme içindir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Üç fazlı asenkron motor klemens tablosundaki köprülerin sökülmesi olmasına dikkat ediniz.
4. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.3).
5. Yıldız-üçgen rölesinin zamanını ayarlayınız.
6. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
7. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.3).
8. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
9. S1 start butonuna basınız ve motorun ayarlanan süre kadar yıldız bağlı çalıştığını gözlemleyiniz.
10. Ayarlanan süre sonunda motorun üçgen çalışmaya geçtiğini gözlemleyiniz.
11. Çalışma esnasında röle üzerindeki durum ledlerini izleyiniz.
12. S0 stop butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
13. Devrenin enerjisini kesin.
14. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

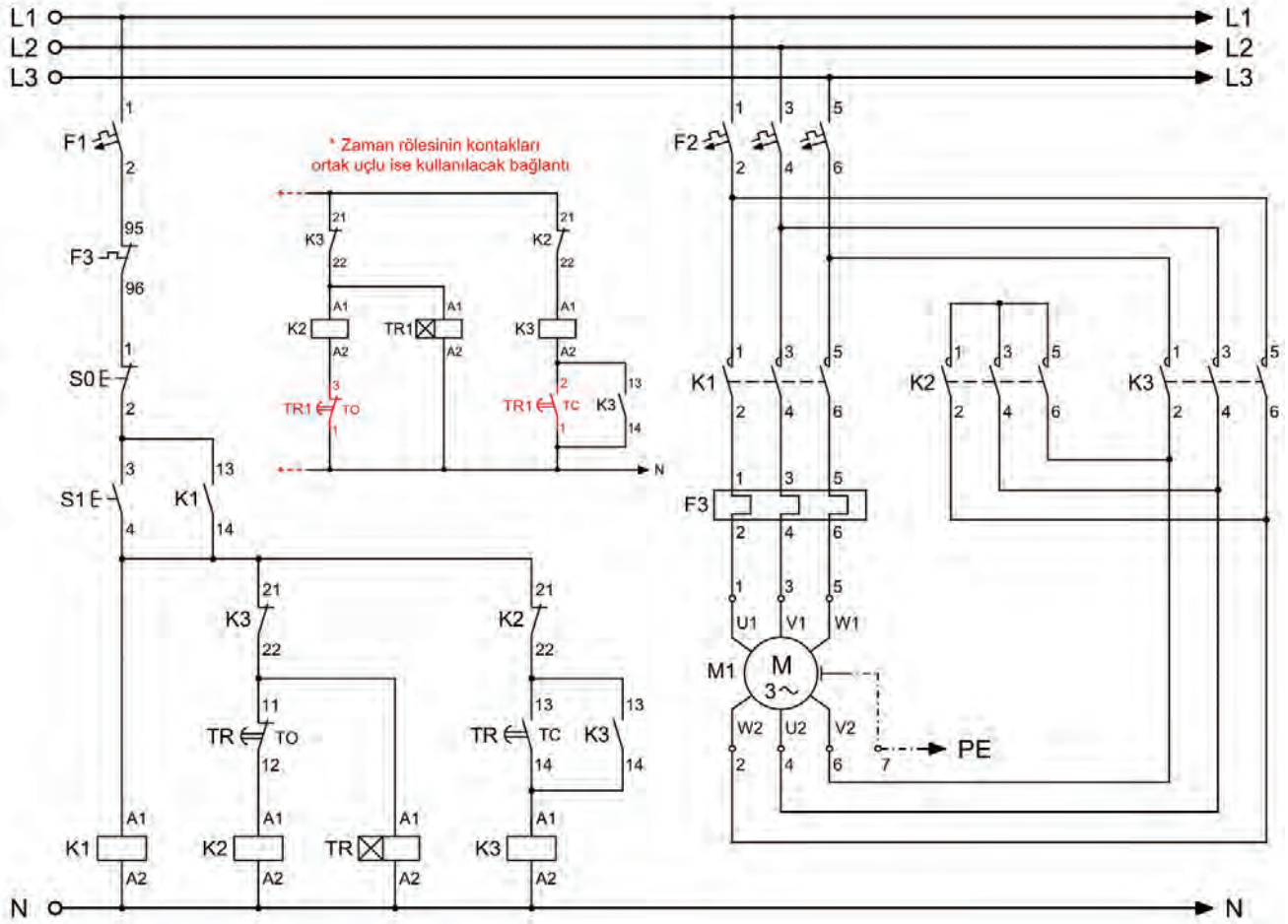
SORULAR

1. λ/Δ paket şalter ile λ/Δ yol verme rölesinin çalışmasını karşılaştırınız.
2. Devrede yıldız çalışma süresinin uzun tutulması hâlinde oluşabilecek olumsuzlukları yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	λ/Δ rölesinin çalışmasının yorumlanması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Uygun geçiş süresinin ayarlanması	20	
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız-üçgen yol vererek motoru çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.5: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız-üçgen yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Kontaktör	5,5 kW	3 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Aşırı akım rölesi	11-16 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, Δ 380 V, 5,5 kW	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	3 – 5 m
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-



KOD=19539

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 start butonuna basıldığında K1 ve K2 (λ) kontaktörleri enerjilenir. Devre mühürleme yaparak motor yıldız çalışmaya başlar. Aynı anda TR zaman rölesi de enerjilendiğinden ayarlanan süreyi saymaya başlar. Süre sonunda zaman rölesinin kontakları konum değiştirir.

Zaman rölesinin normalde kapalı kontağı açılarak K2 (λ) kontaktörünün enerjisini keser. Motorun yıldız çalışması sona erer. Aynı anda K3 (Δ) kontaktörü enerjileneceğinden motor üçgen çalışmaya geçer. Devreyi durdurmak için S0 stop butonuna basmak yeterlidir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Üç fazlı asenkron motor klemens tablosundaki köprülerin sökülüş olmasına dikkat ediniz.
4. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.5).
5. TR zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
6. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
7. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.5).
8. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
9. S1 start butonuna basınız ve motorun ayarlanan süre kadar yıldız çalıştığını gözlemleyiniz.
10. Ayarlanan süre sonunda motorun üçgen çalışmaya geçtiğini gözlemleyiniz.
11. S0 stop butonuna basınız ve motorun durduğunu gözlemleyiniz.
12. Devrenin enerjisini kesiniz.
13. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

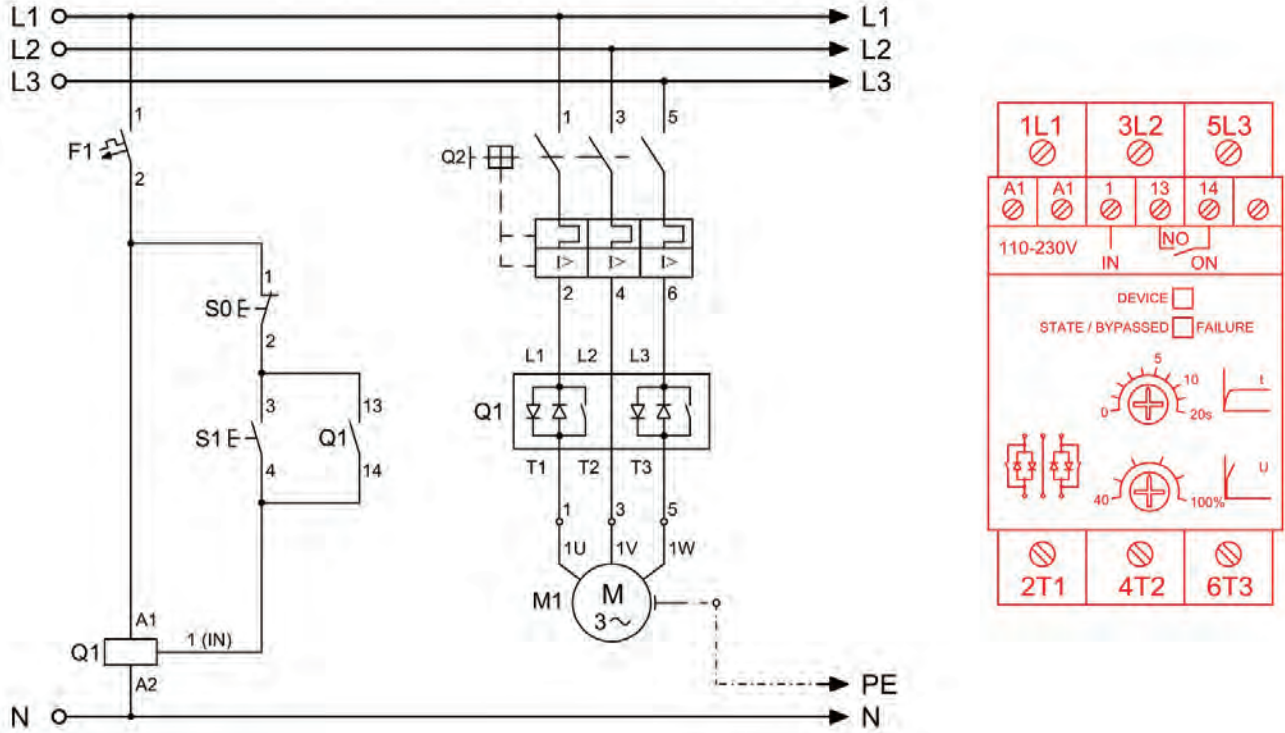
SORULAR

1. Görsel 2.5'te verilen devre şemasını ANSI (Amerikan) normunu kullanarak çiziniz.
2. Devrede kullanılan K1, K2 ve K3 kontaktörlerinin görevleri nelerdir?
3. Motor klemens kutusunda bulunan köprüler sökülmeden bağlantı gerçekleştirilirse ne olur? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20
Adı-Soyadı :	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yumuşak yol verici kullanarak yol vermek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.6: Üç fazlı asenkron motora soft starter ile yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16A	1 adet
Soft starter	1,5 kW 3,6 A	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Motor koruma şalteri	2,5-4 A	1 adet
Üç fazlı asenkron motor	1,5 kW	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 1-2,5 mm ² NYAF	
AC gerilim kaynağı	Üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 butonuna basıldığında soft starter üzerindeki 1 (IN) girişi enerjilenerek 13-14 numaralı kontakın konumunu değiştirir. Start butonu bu kontak üzerinden mühürlemesini gerçekleştirir. IN girişi enerjili olduğu sürece soft starter çalışmasını devam ettirir. Kalkış süresi ve gerilimi, kullanılan motor ve motora bağlı olan düzeneğe göre soft starter üzerinden ayarlanır. Ayarlanan değerlere uygun kalkış gerçekleşince soft starter içinde bulunan dâhilî baypas kontaktörü üzerinden sistem çalışmaya devam eder. S0 stop butonuna basıldığında ise IN enerjisi kesileceğinden soft starter devre dışı kalır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.6).
4. Soft starter ayarlarını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motorun kontrollü bir şekilde yol aldığını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi kesin ve motorun kontrollü bir şekilde durduğunu gözlemleyiniz.
8. Malzemeleri sökerek teslim ediniz.



KOD=19540

SORULAR

1. Direkt yol verme, yıldız-üçgen yol verme ve yumuşak yol verici ile yol verme arasında ne gibi farklılıklar vardır?
2. Yumuşak yol verici bağlantısında kullanılan start ve stop butonu yerine kalıcı tip (0-1) buton ve 13-14 numaralı yumuşak yol verici kontaklarına sinyal lambası bağlanan devreyi tasarlayınız.
3. Yumuşak yol vericilerde haricî tip baypas kontaktörü nerelerde kullanılır? Açıklayınız

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Devre bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Uygun zaman ayarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Uygun gerilim ayarının yapılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Devrenin çalıştırılması	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
TOPLAM PUAN				100

2.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLER

Endüstriyel uygulamalarda genellikle sabit devirli çalışmalar gerçekleştirilir. Ancak bazı durumlarda devir sayısının geniş aralıklarda kontrolü de gerekmektedir. Sınırlı değişiklikler sunan diğer devir ayarlama yöntemleri teknolojik gelişmelerle birlikte yerini motor sürücülerine bırakmıştır. Geniş sınır aralığında devir kontrolü yapılabilmesi, ekonomik olması, az yer kaplaması, kontrolünün kolay olması, şebekeye ve motora olumlu etkileri sebebiyle tercih edilmektedir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: AC motor sürücü

2.3.1. Asenkron Motorlarda Devir (Hız) Ayarı

Asenkron motorlarda devir sayısının değişimi şebeke frekansı ve motor kutup sayısına bağlıdır.

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p}$$

Formüle göre

- n_s : Devir sayısı (devir/dk.)
 f : Frekans (Hz)
 $2p$: Çift kutup sayısı

Formüle göre devir; şebeke frekansı ile doğru, kutup sayısı ile ters orantılıdır. Bu nedenle, bir asenkron motorun hızını değiştirmek için frekansı veya stator kutup sayısını değiştirmek gerekir. Şebeke frekansı değiştirilerek motorun devir sayısı (hızı) değiştirilebilir. Motor hızı düşürülmek istenirse frekans azaltılır, hız artırılmak istenirse frekans artırılır.

Örnek: 50 Hz frekansa sahip bir şebekeye bağlanan 4 kutuplu asenkron motorun devrini hesaplayınız.

Çözüm: $n_s = (120 \times f) / 2p = (120 \times 50) / 4 = 6000 / 4 = 1500$ devir/dk.

Örnek: 4 kutuplu, 1500 devir/dk. devir sayısına sahip bir asenkron motora uygulanan gerilimin frekansı 25 Hz'e düşürülmektedir. Motorun devir sayısını hesaplayınız.

Çözüm: $n_s = (120 \times f) / 2p = (120 \times 25) / 4 = 3000 / 4 = 750$ devir/dk.

Diğer bir hız kontrol yöntemi ise motorun kutup sayısının değiştirilmesidir. Ancak kutup sayısı değişimi zor ve devir ayarı sınırlıdır. Bu sebeple yapısından farklı devir sayıları elde edilebilen dahlender motorlar üretilmiştir. Bu motorlarda iki farklı kutup sayılı sargı yapısı bulunmaktadır. Genellikle birbirinin katı şeklinde sadece iki farklı sabit devir sayısı sunulmaktadır. Hız kontrolleri sınırlıdır. Motorun kutup sayısı arttıkça devir sayısı azalır (Tablo 2.1).

Örnek: 50 Hz frekansa sahip bir şebekeye bağlanan 2 kutuplu asenkron motorun devrini hesaplayınız.

Çözüm: $n_s = (120 \times f) / 2p = (120 \times 50) / 2 = 6000 / 2 = 3000$ devir/dk.

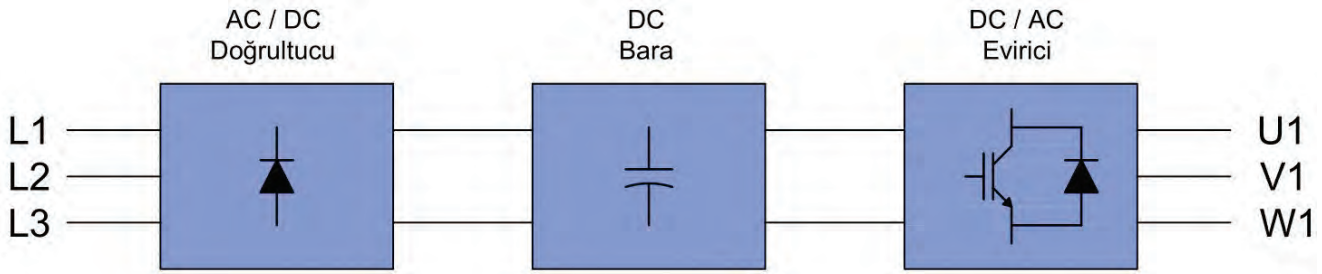
Tablo 2.1: Çeşitli Kutup Sayılarına Göre Motor Devirleri

KUTUP SAYISI (2p)	DEVİR SAYISI (n)	KUTUP SAYISI (2p)	DEVİR SAYISI (n)
2	3000 devir/dk.	6	1000 devir/dk.
4	1500 devir/dk.	8	750 devir/dk.

2.3.2. AC Motor Sürücü Yapısı

Asenkron motorların besleme kaynağının frekans ve gerilimini değiştirerek hız kontrolü sağlayan elektronik cihazlara **motor sürücü** denir. Motor sürücüleri; endüstride invertör, frekans invertörü, hız kontrol cihazı, frekans konvertörü, konvertör ve driver gibi farklı isimlerle de anılmaktadır.

Sürücüler genel olarak 200-240 V AC bir faz girişli veya 380-400 V AC üç faz girişli olarak yapılır. Sürücülerin çıkış gerilimi anma değerleri, giriş gerilimleri değerine eşittir. Girişine 220 V AC gerilim uygulanabilen bir fazlı motor sürücünün çıkışından ancak 220 V AC üç fazlı gerilim elde edilebilir. Bu durumda sürücü çıkışına uygun bir motor seçerek bağlantı yapmak önemlidir. Bir motor sürücü genel olarak üç kısımdan meydana gelir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Motor sürücü blok şeması

Doğrultucu: Üç veya bir fazlı alternatif gerilimin doğru gerilime dönüştürüldüğü kısımdır. Dönüştürme işleminde genellikle güç diyotları kullanılır.

DC Bara (Filtre Devresi): Doğrultucuda dönüştürülen doğru gerilim bu kısımda filtrelenerek tam doğru gerilim hâline getirilir. Bobin ve kondansatörlerden oluşan filtre devresi ile düzgün bir çıkış dalgası elde edilir. Bu ara kısım aynı zamanda harmonikleri de azaltır. Elde edilen DC şebeke geriliminin yaklaşık 1,41 katıdır.

İnvertör (Evirici): Filtrelenmiş doğru gerilimin üç fazlı alternatif gerilime dönüştürüldüğü kısımdır. Üç fazlı köprü yapılandırmasında altı adet güç anahtarı kullanılır. Genellikle anahtarlama elemanı olarak tristör, BJT, MOSFET, IGBT gibi yarı iletken devre elemanları kullanılır.

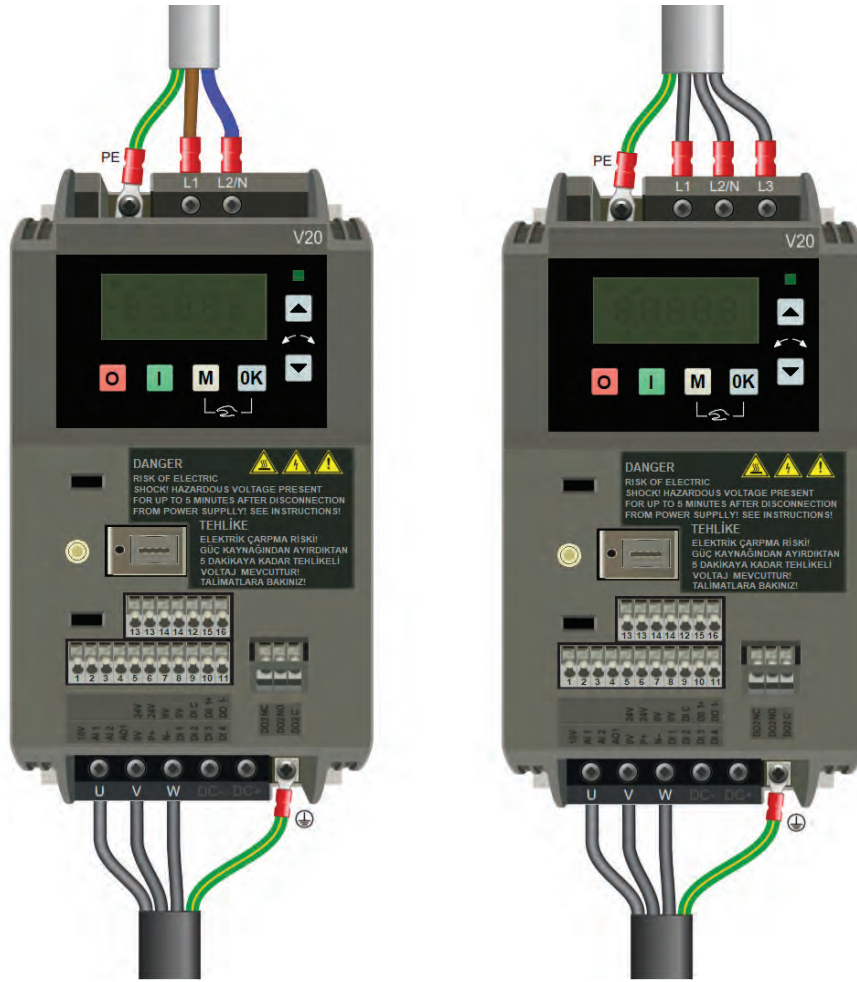
Motor sürücüleri, hız kontrolünün yanında kalkınma akımlarını da sınırlandırır yani yol verme işlemi de yapabilir. Diğer bütün yol vericilere nazaran en düşük kalkış akımına sahiptir. Motor ve yük sistemindeki termal ve mekanik zorlanmaları azaltarak sistemin ömrünü uzatır. Bu işlemi yaparken akım ve gerilimi sürekli hesaplayarak motoru ihtiyacı oranında enerjiyle çalıştırır ve %50'ye kadar enerji tasarrufu da sağlayabilir.

Haberleşme özellikleri sayesinde herhangi bir otomasyon sistemine kolayca adapte edilebilir. Tüm asenkron motor tiplerinde uygulama fark etmeksizin kullanıma uygundur. Sürücülerin harmonik oluşturmaları muhtemeldir. Kullanıldıkları sistemde buna göre tedbirler alınmalıdır.

Sürücülerin kullanım alanları ve işlevlerine göre pek çok çeşidi vardır. Sürücü seçerken üretici kataloglarındaki teknik değerler dikkate alınmalıdır. Koruma sınıfları, kontrol paneli özellikleri, giriş çıkış sayıları, haberleşme protokolleri ve parametre özellikleri kontrol edilmelidir.

2.3.3. AC Motor Sürücü Devre Bağlantıları

AC motor sürücüleri; giriş çıkış bağlantı terminalleri, kontrol bağlantı terminalleri, ekran, kontrol tuşları, elektronik devre, soğutucu ve fandan oluşur. Analog ve dijital programlanabilir giriş çıkış kanallarına sahiptir. Bazı motor sürücülerine ek donanım ilave edilerek giriş çıkış sayısı artırılabilir. Terminallere, güç ve kontrol elemanları bağlanır. Güç ve kontrol bağlantısı ayrı ayrı terminallere yapılmaktadır. Kablolama için uygun kablo kullanılmalı ve işlem sırasında tüm güvenlik kurallarına uyulmalıdır. AC motor sürücüleri enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalabildiğinden kılavuzunda yer alan süre boyunca olası tehlikelere karşı cihaz gövdesine ve kablolarla temas edilmemelidir (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Bir ve üç fazlı AC motor sürücü girişi ve motor bağlantısı

2.3.3.1. AC Motor Sürücü Giriş Çıkış Bağlantıları

Üç fazlı asenkron motorlar Türkiye'de şebeke gerilimlerine bağlı olarak 220 / 380 V ve 380 V gerilimlerde çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bazı motorlar yapısı gereği 240 V-400 V-415 V-440 V-690 V gibi farklı gerilimlerle çalışmaya uygun olarak üretilir. İki ve dört kutuplu asenkron motorlar 3 kW güce, altı kutuplu asenkron motorlar ise 2,2 kW güce kadar genellikle 220 / 380 V Δ/λ gerilimlidir. Daha büyük güçlü asenkron motorlar ise Δ 380 V gerilimlidir.

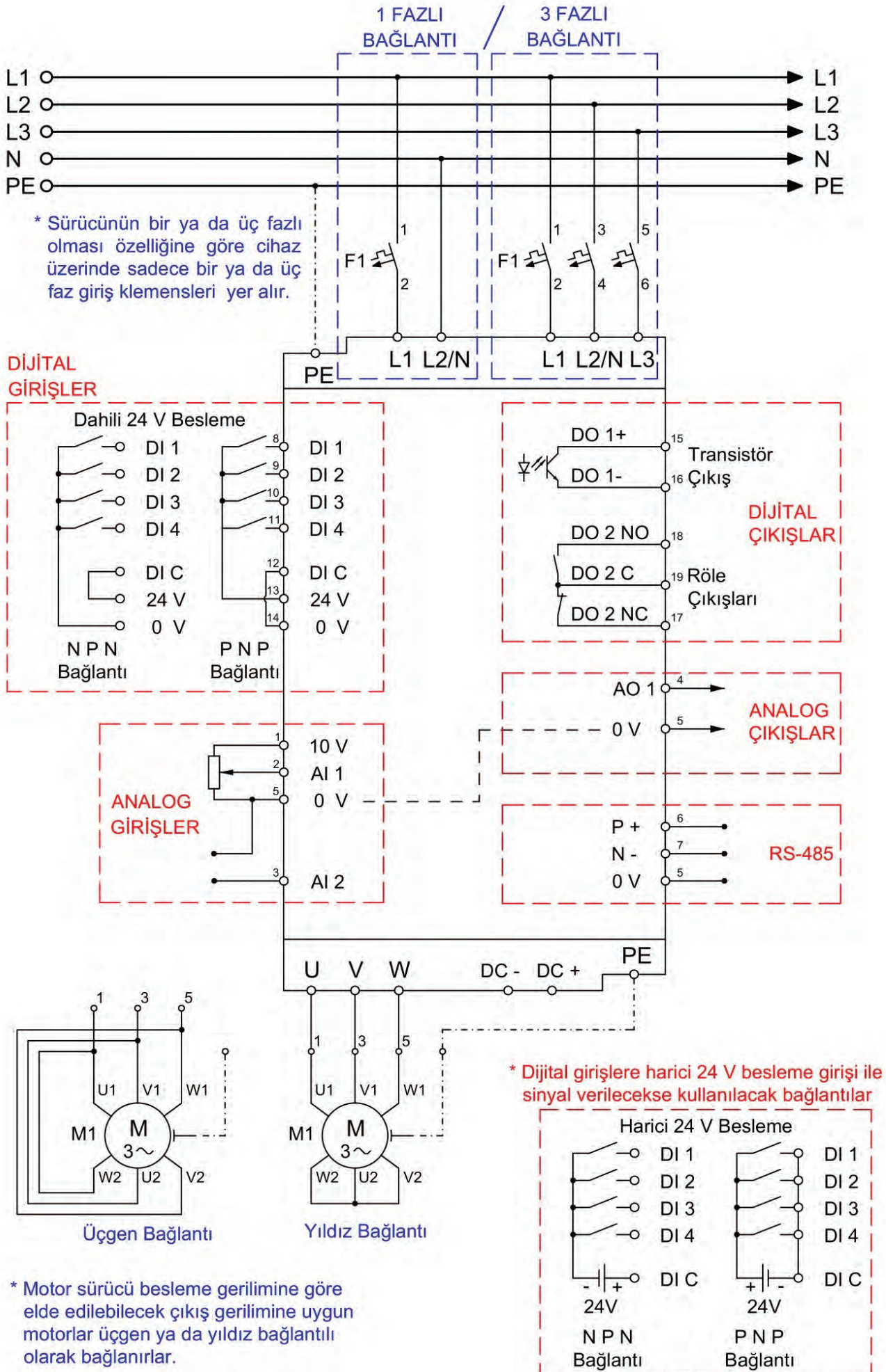
AC motor sürücüler genel olarak 200-240 V AC bir faz girişli ya da 380-400 V AC üç faz girişli olarak üretilir. Bir ve üç fazlı motor sürücülerin giriş gerilimi bağlantısı haricinde tüm bağlantı ve parametre yapısı aynıdır. Giriş beslemesi bir fazlı sürücüde L1 ve L2 / N girişlerine şebekenin faz ve nötr hattının bağlanması ile, üç fazlı sürücüde ise şebekenin üç fazının sırayla L1-L2 / N-L3 girişlerine bağlanması ile gerçekleştirilir.

Motor sürücülerinin çıkış anma gerilimleri giriş anma gerilim değerlerine bağlıdır. Örneğin bir fazlı motor sürücünün giriş gerilimi 220 V AC ise çıkış anma gerilim değeri ancak üç fazlı 220 V AC gerilim olabilir. Eğer sürücü üç faz 380-400 V AC giriş gerilimi ile çalıştırılıyorsa çıkışında da üç fazlı 380-400 V gerilim seviyelerinde anma gerilimi elde edilebilir.

AC motor sürücünün giriş besleme değerine göre çıkış anma gerilimi üretilebileceğinden sistemde kullanılacak motor gerilimleri de buna uygun seçilerek bağlanmalıdır. Giriş gerilimi bir faz 220 V olan motor sürücüsü çıkışına bağlanacak motorun etiketinde 220 / 380 V Δ/λ şeklinde bir bağlantı gerilimi varsa bu motor mutlaka üçgen bağlantılı olarak çalıştırılmalıdır. Bunun için motor klemensindeki köprüler U1-W2, V1-U2 ve W1-V2 birbirine bağlı üç köprü bağlantısı oluşturacak şekilde değiştirilmelidir.

Giriş gerilimi üç faz 380 V olan motor sürücüsü çıkışına bağlanacak motorun etiketinde Δ/λ 220 / 380 V şeklinde bir bağlantı gerilimi varsa bu motor mutlaka yıldız bağlantılı olarak çalıştırılmalıdır. Bunun için motor klemensindeki köprüler W2-U2-V2 birbirine bağlı (kısa devre) olacak şekilde değiştirilmelidir. Eğer üç fazlı sürücüye bağlanacak motor etiketinde Δ 380 V ifadesi yer alıyorsa bu motor üçgen çalıştırılmalıdır.

Sürücü girişi ve sürücü çıkışı (motor girişi) mutlaka topraklama iletkeni (PE) ile topraklanmalıdır.

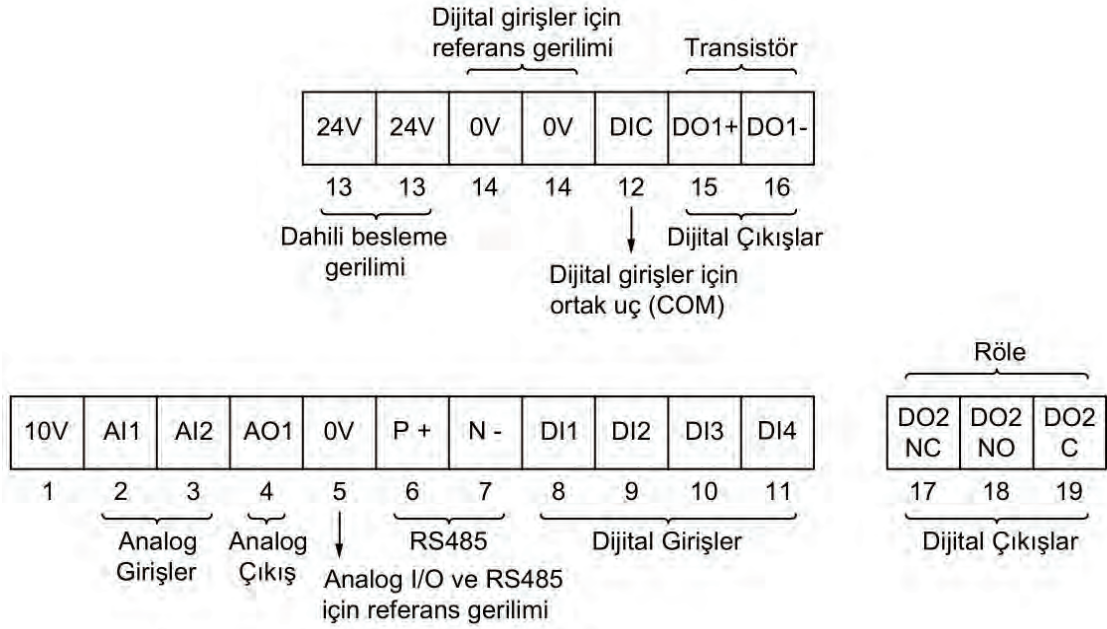


Görsel 2.10: AC motor sürücü bağlantı şeması

2.3.3.2. AC Motor Sürücü Terminal (Klemens) Bağlantıları

AC motor sürücüler, sürücü üzerinde bulunan operatör paneli veya terminallere (klemens) bağlanan çeşitli tiplerdeki buton ya da sensörlerle kontrol edilir. Sürücünün çalışmasına ait bilgiler operatör panelindeki ekrandan ve terminallerde yer alan çıkışlara bağlı elemanlar aracılığı ile gözlemlenebilir. Birçok motor sürücü markasında bağlantı yapısı benzer olmakla birlikte harflerle sembolize edilişleri ve klemens yapısı farklıdır.

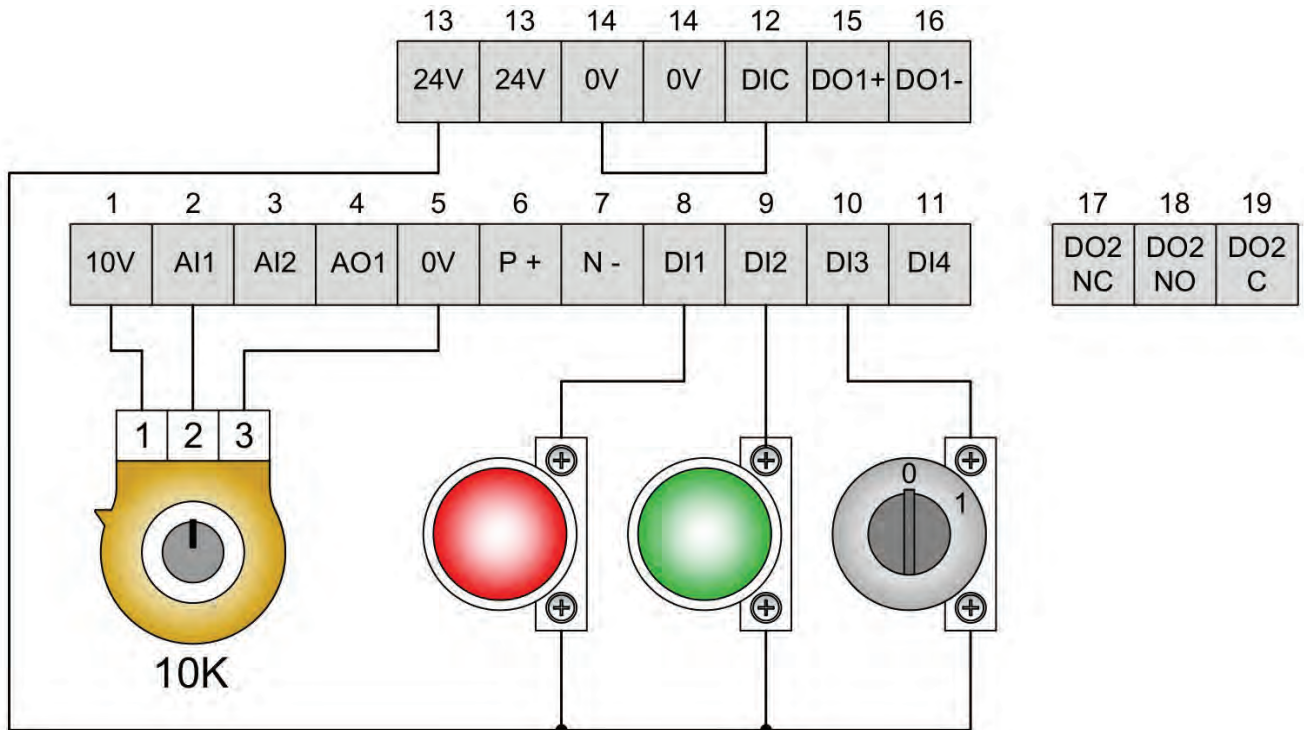
Bir motor sürücü klemensi üzerinde genellikle dijital / analog giriş ve çıkışlar, dijital girişler için 0-24 V DC dâhilî besleme, hız kontrol uygulamaları için 0-10 V DC dâhilî besleme, transistör çıkışı, röle çıkışı ve diğer kontrol elemanları ile haberleşme girişleri bulunmaktadır (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: AC motor sürücü terminal (klemens) bağlantı şeması

AC motor sürücünün dijital girişlerine çeşitli tiplerde buton ve dijital çıkışlı sensör bağlantısı yapılabilir. Analog girişlere ise genellikle hız kontrol uygulamalarında kullanılan haricî bir potansiyometre ya da analog bir değere bağlı olarak kontrol sağlamak amacıyla analog sensör bağlanır.

Dijital çıkışlarla haricî bir devre elemanının kontrolü sağlanabilir. Tristör ya da röle çıkışı, kontrol edilecek alıcının çektiği akım ve gerilim türüne bağlı olarak kullanılabilir. Klemens üzerinde yer alan çeşitli haberleşme girişleri (P+, N- uçları) sayesinde motor sürücü bilgileri veri işleminde kullanılabileceği gibi sürücünün kontrolü de sağlanabilir (Görsel 2.12).



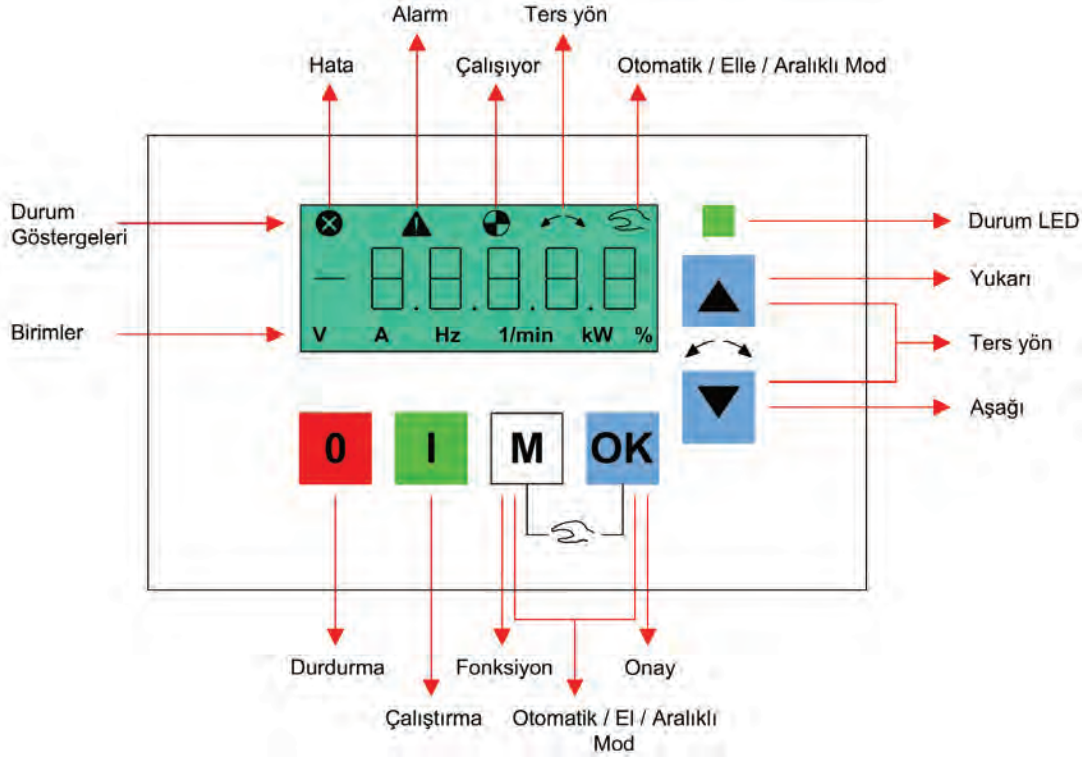
Görsel 2.12: AC motor sürücü klemensine kontrol elemanlarının bağlantısı

2.3.4. AC Motor Sürücü Kontrolü

AC motor sürücüler çok çeşitli uygulamalarda kullanılmak üzere değiştirilebilen bir dizi ayar içerir. Bu ayarlara **parametreler** denir. Parametreler tipik olarak kod veya kısaltma metin şeklinde sürücü içerisinde yer alır. Örneğin anma motor akımı P0305 parametresi ile ifade edilir. Motor sürücü içinde çok sayıda parametre olup üretici firma kılavuzları incelenerek bu parametreler hakkında bilgi edinilebilir. Her üretici firmanın farklı bir kodlama sistemi olup küçük farklılıklar dışında parametre girme mantığı benzerdir.

2.3.4.1. Yerleşik Temel Operatör Paneli (BOP)

AC motor sürücü parametrelerinin girişinin yapılarak kontrolünün sağlandığı kısımdır. Üzerinde bulunan LCD ekran sayesinde sürücü çalışması ile ilgili bilgiler de gözlemlenebilir (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Yerleşik temel operatör paneli

Tablo 2.2: Yerleşik Temel Operatör Paneli Tuş Fonksiyonları

TUŞ (BUTON) FONKSİYONLARI		
0		El modu çalışmada çalışmayı durdurur. Sürücü terminal (klemens) kontrol için yapılandırılmışsa bu buton devre dışı kalır.
I		Sürücüyü otomatik / el / aralıklı modlarda başlatır.
M	Kısa basma (< 2sn.)	- Parametre ayar menüsüne girer veya kurulum menüsünde bir sonraki ekrana geçer. - Seçilen öğe üzerinde basamak basamak düzenlemeyi yeniden başlatır. - Arıza kodu ekranına geri döner. - Basamak basamak düzenlemedeki değişiklikleri göz ardı etmek için iki defa basılır.
	Uzun basma (> 2sn.)	- Durum ekranına döner. - Kurulum menüsüne girer.
OK	Kısa basma (< 2sn.)	- Durum değerleri arasında geçiş yapar. - Değer düzenleme moduna girer veya sonraki rakama geçer. - Hataları temizler. - Arıza kodu ekranına geri döner.
	Uzun basma (> 2sn.)	- Hızlı parametre numarası veya değer düzenlenir. - Hata bilgisi verilerine erişir.
M + OK		Sürücü çalıştırma modları arasında geçiş yapmak için her iki butona birlikte basılır. Otomatik Mod (simge yok) / El Modu (el simgesi) / Aralıklı Mod (yanıp sönen el simgesi)
▲		- Seçimi bir menüde yukarı taşır. Bir değeri veya ayar noktasını artırır. - Değeri hızla artırmak için uzun basılır (>2sn.).
▼		- Seçimi bir menüde aşağı taşır. Bir değeri veya ayar noktasını azaltır. - Değeri hızla artırmak için uzun basılır (>2sn.).
▲ + ▼		Her iki butona birlikte basıldığında motorun dönüş yönünü değiştirir.

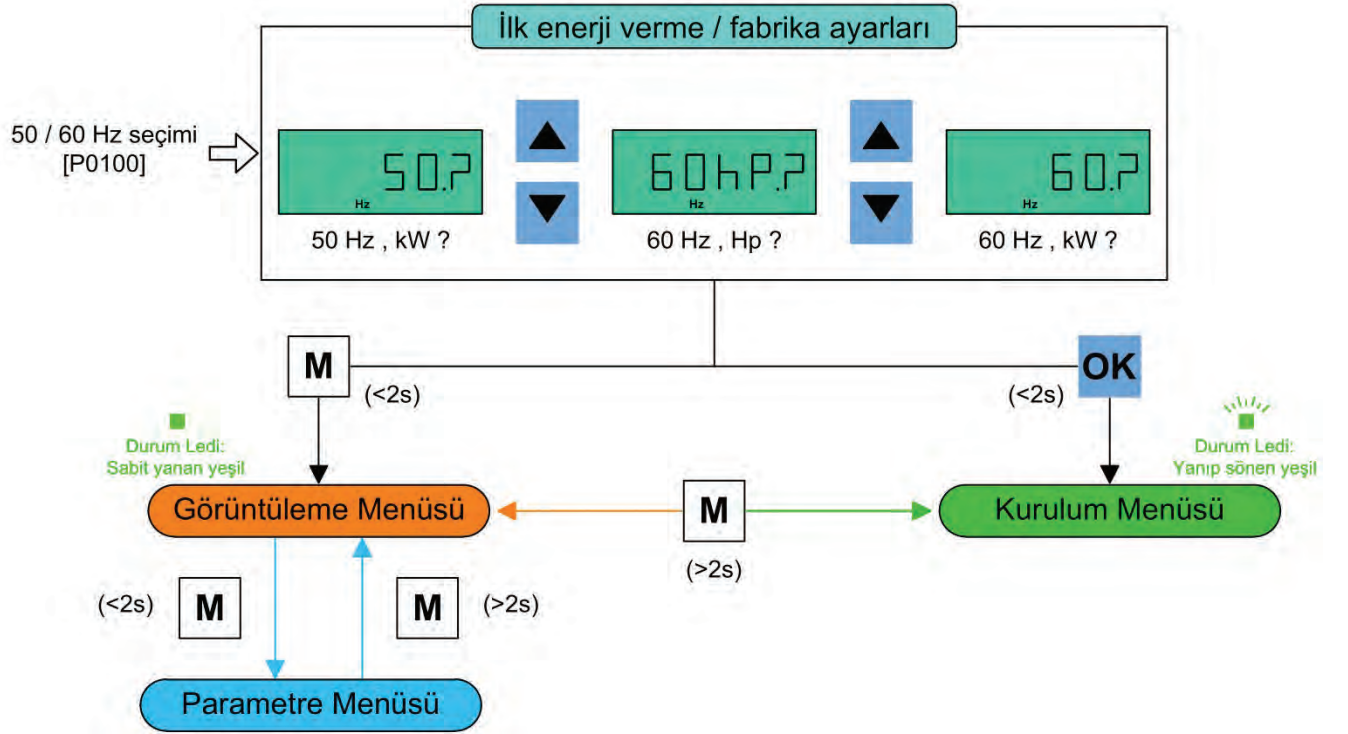
Tablo 2.3: Motor Sürücünün Çalışmasına Ait Durum Göstergeleri

DURUM GÖSTERGELERİ		
		Sürücünün en az bir bekleyen hatası var.
		Sürücünün en az bir bekleyen alarmı var.
		Sürücü çalışıyor (Motor frekansı 0 devir/dk. olabilir.).
	(yanıp sönen simge)	Sürücüye beklenmedik bir şekilde enerji verilebilir (örneğin donma koruma modunda).
		Motor ters yönde dönüyor
		Sürücü EL modunda
	(yanıp sönen simge)	Sürücü ARALIKLI modda

2.3.4.2. AC Motor Sürücünün Menü Yapısı

AC motor sürücüler motor bilgileri, bağlantı ve kontrol yöntemleri, çalışma şekli, görüntüleme işlemleri ve güvenlik önlemleri gibi çeşitli ayarlamaları gerektirir. Bu ayarlamalar her firmanın kendi üretimine uygun menüler içinde yer alır.

Uygulamalarda kullanılan motor sürücü yapısal olarak üç farklı menüden oluşmaktadır. Motor sürücü kullanıma ilk başlandığında ya da fabrika ayarlarına geri döndüğünde, frekans ve güç birimi türü seçim işlemi yapılır. Daha sonra bu menülerle sürücü ve çalışmaya ait ayarlamalar gerçekleştirilir (Görsel 2.14).

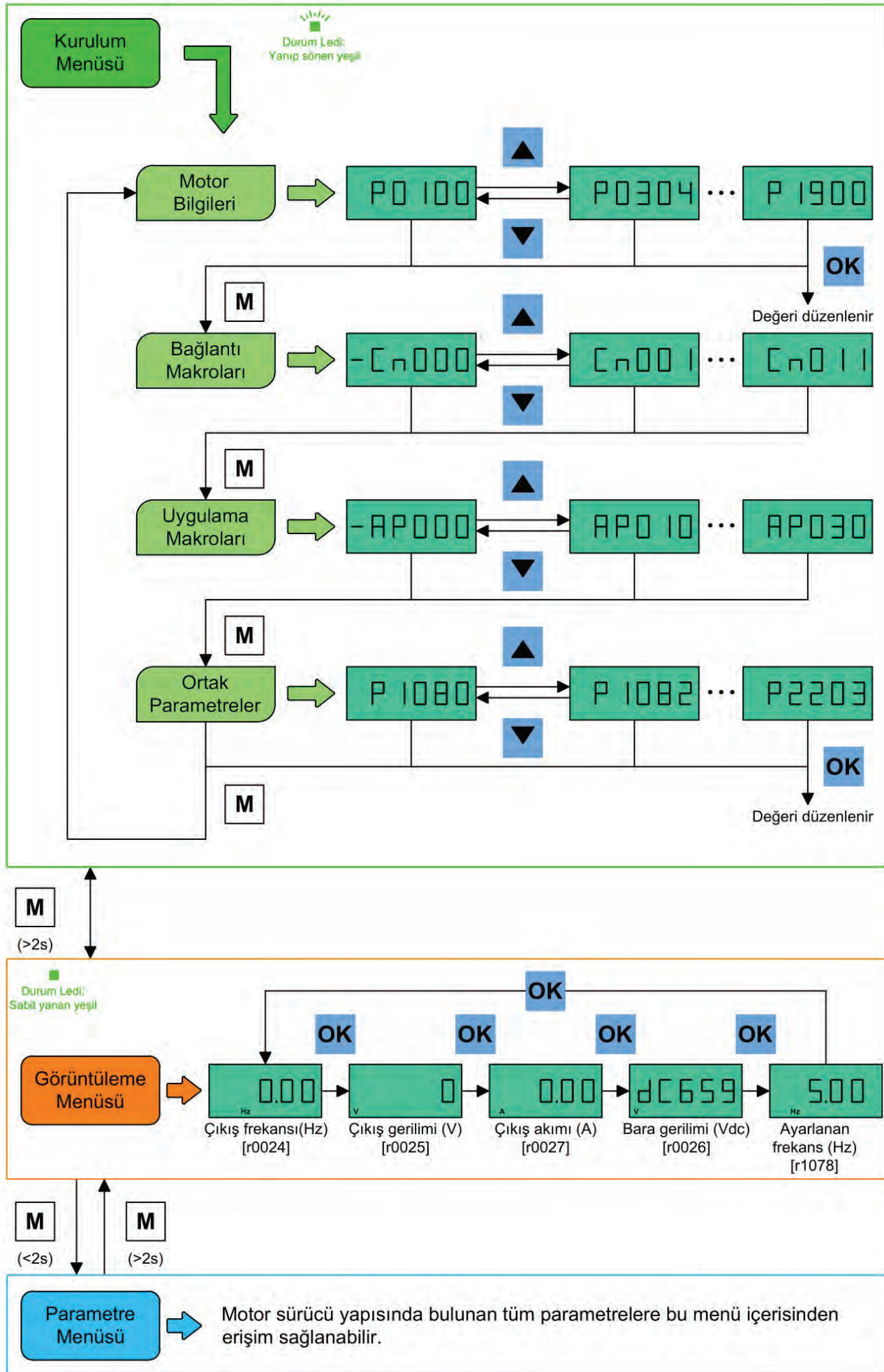


Görsel 2.14: AC motor sürücü basit menü yapısı

Motor sürücüler parametrelerle birlikte anılır. Çalışma şartlarına göre parametrenin iyi ayarlanması sistemin çalışma özelliklerini de ideal duruma getirecektir. Bu sayede motorun kalkış anında şebekeye olan olumsuz etkisi en aza indirilip sisteme bağlı olduğu mekanik aksam da korunacaktır.

Menüler arasında geçişler genellikle operatör paneli üzerinde bulunan M tuşu ile gerçekleştirilir. Tuşların üzerine 2 sn.den az baskı uygulamak kısa basma, 2 sn.den uzun baskı uygulamak uzun basma olarak bilinmektedir. Menüler arası geçişler yapıldıktan sonra o menüye ait parametreler arasında (↑) ve (↓) tuşları ile seçim yapılabilir. Ayarı değiştirilmek istenen parametreye OK tuşu ile giriş yapılır ve istenen değer (↑) ve (↓) tuşları ile ayarlanarak OK tuşu ile onaylanır.

Not: Motor sürücüleri içinde çok sayıda parametre yer aldığından parametrelerin içeriği bilinmiyorsa mutlaka üretici firma tarafından hazırlanan kullanıcı kılavuzları incelenmelidir.



Görsel 2.15: AC motor sürücü genişletilmiş menü yapısı

Kurulum / Ayar Menüsü (Setup Menu)

Kurulum menüsü hızlı devreye alma işlemlerinde kullanılan üretici firmaya özgü bir menüdür. Uygulama ile ilgili temel parametreler ve sürücü hafızasında bulunan çeşitli çalışma senaryolarına uygun hazır parametrelerle hızlı bir şekilde çalışma başlatılabilir. Motor bilgileri, bağlantı makroları, uygulama makroları ve ortak parametreler olarak adlandırılan alt menüler de burada yer alır (Görsel 2.15).

Motor Bilgileri Alt Menüsü: Motorun karakteristik anma değerlerinin tanımlandığı parametrelerin bulunduğu menüdür. Bu parametreler motor anma gerilimi, anma akımı, gücü, güç katsayısı, frekansı ve devir sayısı gibi motor etiket bilgileridir. Her bir bilgi ayrı parametre ile temsil edilir.

Bağlantı Makroları Alt Menüsü: Motorun kontrolünde kullanılacak bağlantı çeşidinin belirlenmesi için hazırlanmış parametrelerin bulunduğu menüdür. Örneğin motorun bir butonla çalışmasının başlatılıp durdurulması, başka bir butonla devir yönünün değiştirilmesi, bir başka butonla da butona basıldıkça çalışması isteniyorsa buna ait hazır parametreler içeren Cn002 makrosu mevcuttur. Sadece makro seçimi yapılarak çalışmanın kontrolüne ait tüm parametreler girilmiş olur. Bağlantı makroları Cn harfleri ile sembolize edilir.

Uygulama Makroları Alt Menüsü: Üretici firma tarafından oluşturulmuş belirli yaygın uygulamaları içeren menüdür. Her uygulama makrosu, belirli bir uygulama için bir dizi parametre ayarı sağlar. Kullanılan motor sürücünde basit pompa, fan, kompresör ve konveyör uygulamalarını içeren dört farklı uygulama makrosu vardır. İstenirse bu uygulamalardan uygun olan seçilir ve kullanılır. Eğer uygun bir uygulama yoksa herhangi biri seçilerek üzerinde parametre değişiklikleri yapılabilir. Uygulama makroları AP harfleri ile sembolize edilir.

Ortak Parametreler Alt Menüsü: Tüm uygulamalarda kullanılması muhtemel bir dizi genel parametrenin yer aldığı menüdür. Bu menü içinde motorun çalıştırılması istenen minimum ve maksimum frekans, kalkış hızlanma (rampa kalkış) süresi, durma yavaşlama (rampa iniş) süresi, kesik çalıştırma frekansı, seçili sabit frekans seçimlerini düzenleyen parametreler yer alır. Bu menüdeki parametrelere, parametreler menüsünden de kolaylıkla erişim sağlanabilir (P1080=Minimum frekans, P1120=Rampa kalkış süresi gibi).

Görüntüleme / Ekran Menüsü (Display Menu)

Gerilim, akım, frekans, devir sayısı, DC bara gerilimi ve güç gibi temel parametrelerin izlenebildiği menüdür. Çalışma esnasında anlık değişimler de bu menü aracılığı ile anında gözlemlenebilir (Görsel 2.15).

Parametre Menüsü (Parameter Menu)

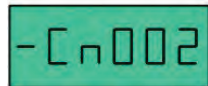
Motor sürücü kontrolü ile ilgili mevcut tüm parametrelerin bulunduğu menüdür. Hazır çalışma senaryoları ve uygulamalar dışındaki farklı çalışmalar için gerek duyulan parametreler bu menüdeki ayarlamalarla gerçekleştirilir. Parametre menüsü kurulum (ayar) menüsü parametrelerini de içerisinde bulundurur.

Bir motor sürücünün uygun şartlarda kullanılabilmesi ancak uygun parametre değerlerinin seçilmesi ile olur. Bu parametreler üretici firmalara göre farklılık göstermesine rağmen yapısal olarak benzerdir. Her motor sürücünün kendine ait kullanım kılavuzunda parametre listesi yer alır. Bu parametreler incelenerek çalışma şartlarına uygun parametreler seçilip düzenlenmelidir.

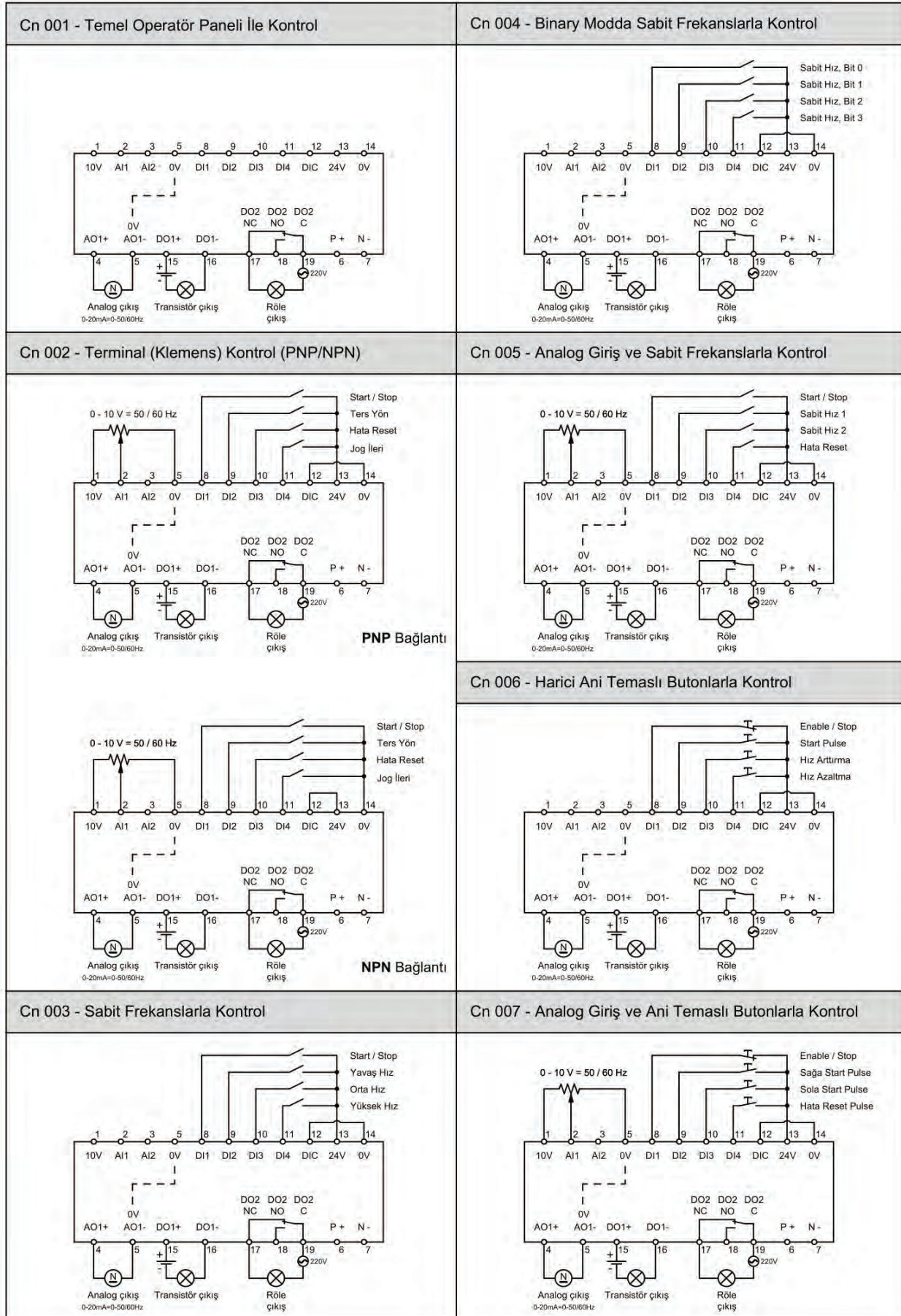
2.3.4.3. AC Motor Sürücü Bağlantı Makroları

Bu menü, standart kablolama düzenlemeleri için hangi makronun gerekli olduğunu seçer. Her bir bağlantı makrosu, klemens üzerine yapılacak bağlantılara ait hazır parametre dizisi içerir. Seçilen makroya göre uygun parametreler sürücüye atanır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Bağlantı Makroları

BAĞLANTI MAKROSU	AÇIKLAMA	PANEL ÖRNEK GÖSTERİM
Cn000	Fabrika ayarı (Parametre değişikliği yapılamaz.)	*Başta bulunan "-" işareti bu makronun seçili makro olduğu anlamına gelir.  
Cn001	Temel operatör paneli ile kontrol (BOP kontrol)	
Cn002	Terminal (klemens) kontrol (PNP/NPN)	
Cn003	Sabit frekanslarla kontrol	
Cn004	Binary modda sabit frekanslarla kontrol	
Cn005	Analog giriş ve sabit frekanslarla kontrol	
Cn006	Haricî ani temaslı butonlarla kontrol	
Cn007	Analog giriş ve haricî ani temaslı butonlarla kontrol	
Cn008	PID kontrol (analog giriş referans ayar noktalı)	
Cn009	PID kontrol (sabit değer ayar noktalı)	
Cn010	USS kontrol	
Cn011	Modbus kontrol	

Bağlantı makro ayarı hızlı devreye alma esnasında tek bir sefer için girilir. Sonradan kontrol makro ayarı değiştirilmek istendiğinde sürücüye reset atılıp istenen yeni makro ayarı hızlı devreye alma işlemi ile tekrar girilmelidir. Bağlantı makroları sadece kullanım kolaylığı sağlar. Kullanıcı kurmak istediği sistemin çalışmasına en yakın özellikteki bağlantı makrosunu seçerek üzerinde değişiklikler de yapabilir (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: Bağlantı makrolarına ait klemens bağlantı şemaları

2.3.4.7. AC Motor Sürücü Parametre Listesi

Motor sürücü kontrolünün temeli parametre değerlerinin ayarlanmasıdır. Her üretici firmanın kendi ürününe göre hazırlamış olduğu bu parametreler genellikle kullanıcı kılavuzlarında yer almaktadır. Parametrelerin kullanım mantığı aynı olsa da marka farklılıklarından dolayı kullanılan harf, sayı ve semboller de farklı olmaktadır. Ancak herhangi bir cihazın kullanımı öğrenildiğinde diğer markaların kontrolü de kullanım kılavuzları incelenerek kolaylıkla yapılabilir.

Sürücüler oldukça fazla fonksiyon içerdiklerinden parametre sayıları da fazladır. İhtiyaç durumuna göre üretici firma kullanıcı kılavuzları detaylı incelenerek parametre listesinde yer alan tüm parametrelere ulaşılarak bilgi sahibi olunabilir. Uygulamalarda yer alan motor sürücüsünde sıklıkla kullanılan parametreler Tablo 2.6'da verilmiştir.

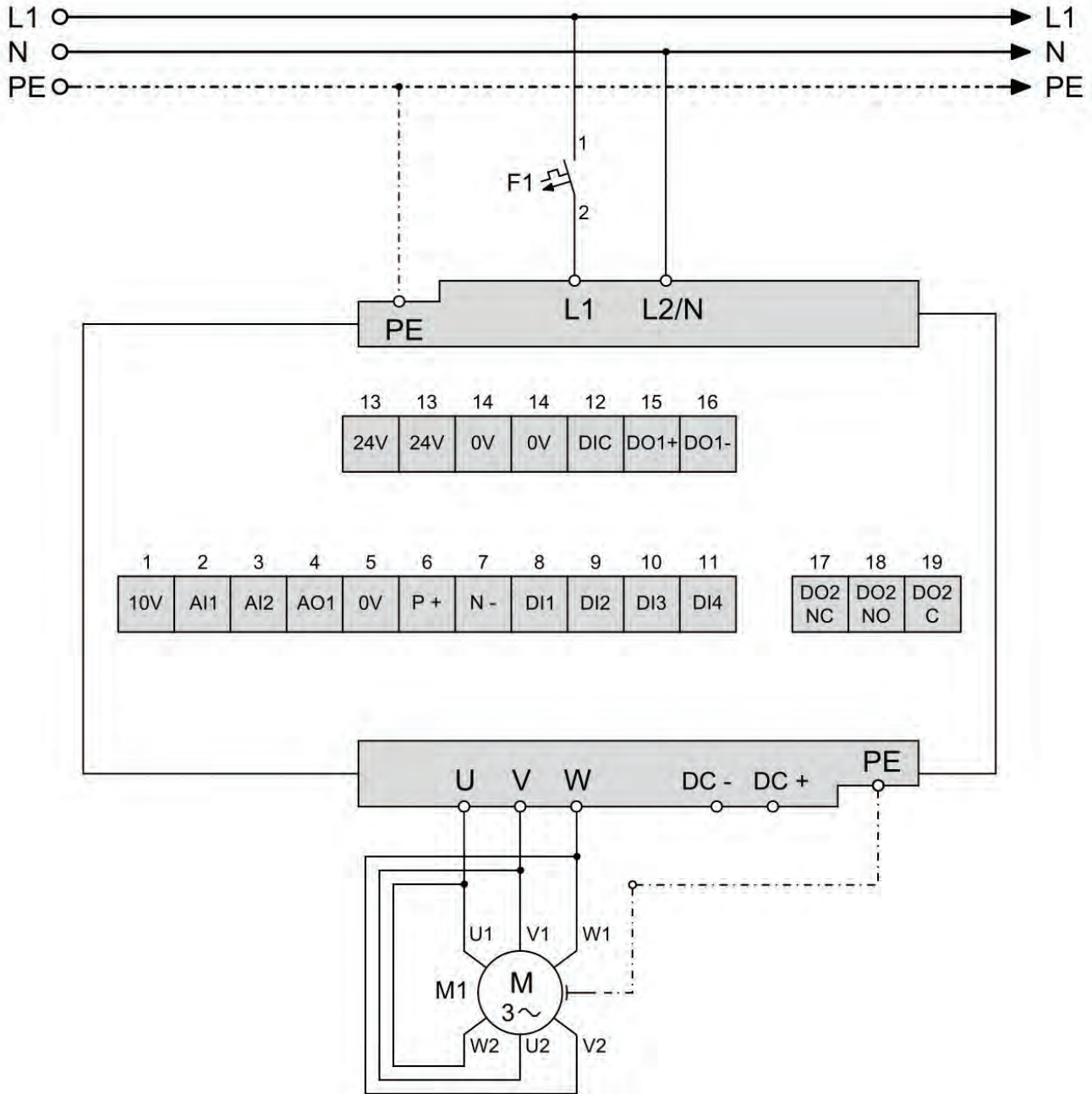
Tablo 2.6: Sıklıkla Kullanılan Parametreler

PARAMETRE	PARAMETRE AÇIKLAMASI	DEĞERLER
P0003	Parametre erişim seviyesi	0: Kullanıcı tanımlı (P0013) 1: Standart 2: Genişletilmiş 3: Uzman 4: Bakım
P0010	Devreye alma	0: Hazır 1: Hızlı devreye alma 2: Konverter 29: Download 30: Fabrika ayarı
P0100	Güç ve frekans ayarları	0: Avrupa (kW), motor baz frekansı 50 Hz 1: Kuzey Amerika (hp), motor baz frekansı 60 Hz 2: Kuzey Amerika (kW), motor baz frekansı 60 Hz
P0304	Motor anma gerilimi (V)	λ/Δ bağlantı şekline göre motor etiketindeki ilgili değer
P0305	Motor anma akımı (A)	λ/Δ bağlantı şekline göre motor etiketindeki ilgili değer
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	Eğer; P0100 = 0 ya da 2 girilmişse (kW) P0100 = 1 girilmişse (hp)
P0308	Motor anma güç katsayısı (cosφ)	P0100 = 0 ya da 2 girilmişse (kW)
P0309	Motor anma verimi (%)	P0100 = 1 girilmişse motor etiketindeki değer
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50 / 60 Hz
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	Motor etiketindeki ilgili değer
P0335	Motor soğutma tipi	0: Kendinden soğutmalı: Şafta monte fan bağlantılı motor 1: Zorunlu soğutmalı: Ayrı olarak çalıştırılan soğutma fanı 2: Kendinden soğutmalı ve dâhilî fan 3: Zorla soğutmalı ve dâhilî fan
P0640	Motor aşırı yüklenme faktörü (%)	Aralık: 10.0-400.0 olarak ayarlanabilir. Fabrika varsayılan ayar: 150.0 Bu parametre motor aşırı yük akım limitini (P0305 motor anma akımına göre) tanımlar.
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	0: Fabrika varsayılan ayar 1: Operatör panel (Fabrika varsayılanı) 2: Klemens 5: RS485 üzerinden USS/MODBUS
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0: (start / dir) 1: ON / OFF1 2: ON ters yön/OFF1
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	5: ON / OFF2 9: Hata onayı
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	10: JOG sağa 11: JOG sol 12: Ters yön
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	13: Frekans artırma 14: Frekans azaltma
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0: (start / dir) 1: 2 kablo (fwd / rev) 2: 3 kablo (fwd / rev) 3: 3 kablo (start / dir)

PARAMETRE	PARAMETRE AÇIKLAMASI	DEĞERLER
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	Aralık: 0-77 olarak ayarlanabilir. Fabrika varsayılan ayar: 1 Ayarlardan bazıları 0: Ana ayar noktası yok 1: MOP ayar noktası 2: Analog ayar noktası 1 3: Sabit frekans (hız) 5: RS485 üzerinden USS/MODBUS 7: Analog ayar noktası 2
P1001	Sabit frekans 1	Fabrika ayarı: 10 Hz
P1002	Sabit frekans 2	Fabrika ayarı: 15 Hz
P1003	Sabit frekans 3	Fabrika ayarı: 25Hz
P1004	Sabit frekans 4	Fabrika ayarı: 50 Hz
P1032	Ters yön engelleme	0: Engellenmez 1: Engellenir
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	Fabrika ayarı: 5 Hz
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1080	Minimum motor frekansı (Hz)	Fabrika ayarı: 5 Hz
P1082	Maksimum motor frekansı (Hz)	Fabrika ayarı: 50 Hz
P1120	Kalkış hızlanma süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1121	Durma yavaşlama süresi (sn.)	Fabrika ayarı: 10 sn.
P1900	Motor veri tanımlama seçimi	0: Devre dışı 2: Standart

AMAÇ: Kontrol makrolarını kullanarak temel operatör paneliyle üç fazlı asenkron motorun hızını ve devir yönünü kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.18: Bir fazlı sürücünün Cn001 makrosu için devre bağlantı şeması

3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4			TSE
S1	IM B3	IP 55		I.CL. F	
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 2.19: Motor sürücü ile çalıştırılan üç fazlı asenkron motorun etiketi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16A	1 adet
Motor sürücü	V 20 bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Takometre	Analog / dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalem vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

CN001 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER				
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	1	BOP (operatör panel)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	1	BOP
P0731	Dijital çıkış 1 işlevi	52.3	52.2	Konvertör çalışıyor.
P0732	Dijital çıkış 2 işlevi	52.7	52.3	Konvertör hata aktif.
P0771	Analog çıkışın işlevi	21	21	Gerçek frekans (hız)
P0810	Komut veri seti bit 0	0	0	El kontrol modu

UYARI: Seçilen makrolara ait değerler motor sürücü tarafından doğrudan ayarlanır. Bu uygulama için kullanılan Cn001 makrosu seçildiğinde yukarıdaki parametreler motor sürücüsüne kendiliğinden yüklenir. Bu parametrelerin kullanıcı tarafından tekrar girilmesine gerek yoktur.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Kullanılan motor sürücüsünde Cn001 bağlantı makrosu, motor sürücü üzerinde bulunan operatör paneli ile sürücü ve sürücüye bağlanan üç fazlı asenkron motoru kontrol eder.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun motor sürücü seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.18).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motor sürücü parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece sürücü fabrika ayarlarına döner.
7. Bu anda ekranda 50.? görünecektir. OK tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçimini yapınız. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
8. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak giriniz.
9. P1900= 2 seçimini yapıp motor sürücünün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm koduyla test yapılacağını ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
10. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basarak makrolar menüsüne geçiniz. Bu esnada -Cn000 makrosu ekranda görünür. (↑) tuşuyla Cn001 makrosuna geliniz ve OK tuşuna basarak makroyu seçiniz. Seçilen makronun başında “-” işareti belirecektir.
11. M tuşuna 2 sn.den az basarak uygulamalar menüsüne geçiniz. Ekranda -AP000 uygulama makrosu görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. M tuşuna basarak menüden çıkınız. Böylece seçilen Cn001 bağlantı makrosuna ait parametreler sürücü tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
13. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş ancak motor bilgileri test edilmemiştir. Sürücü ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünür.
14. Testin başlaması için başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=1 olduğundan BOP seçilidir. Start (I) tuşuna bir kez basılarak test sinyali gönderilir ve sürücü tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır.
15. Sürücü aktiftir ancak motorda bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. Motor sürücü kullanıma hazırdır.
16. Start (I) tuşuna basarak motoru çalıştırınız.
17. Cihaz üzerinden (↑) ve (↓) tuşları ile frekans ayarı yaparak frekansı değiştiriniz.
18. Her frekans değişiminde motor devrini takometre ile ölçünüz.
19. Stop (0) tuşuna basarak motoru durdurunuz.
20. M ve OK tuşlarına birlikte basarak sürücü kontrolünü aralıklı moda alınız. Bu esnada sürücü ekranında yanıp sönen el simgesinin olduğunu gözlemleyiniz.
21. Sürücü aralıklı modda iken Start (I) tuşuna basınız. Tuş basılı tutulduğu müddetçe motorun saat yönünde döndüğünü gözlemleyiniz. Aralıklı çalışma hızı P1058 parametresi ile ayarlanmaktadır. Bu parametrenin değeri değiştirilerek istenen aralıklı çalışma hızı ayarlanabilir.
22. P1032 parametresinin değerini 0 yapınız. BOP panel üzerinden (↑) ve (↓) tuşlarına birlikte basarak ekran üzerinde yön değişim (ters yön) simgesinin olduğunu ve motor yönünün değiştiğini gözlemleyiniz.
23. Sistemin enerjisini kesiniz. Motor sürücüleri enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple motor sürücüsünün enerjisi kesildikten sonra en az sürücü ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
24. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.



KOD=19545

SORULAR

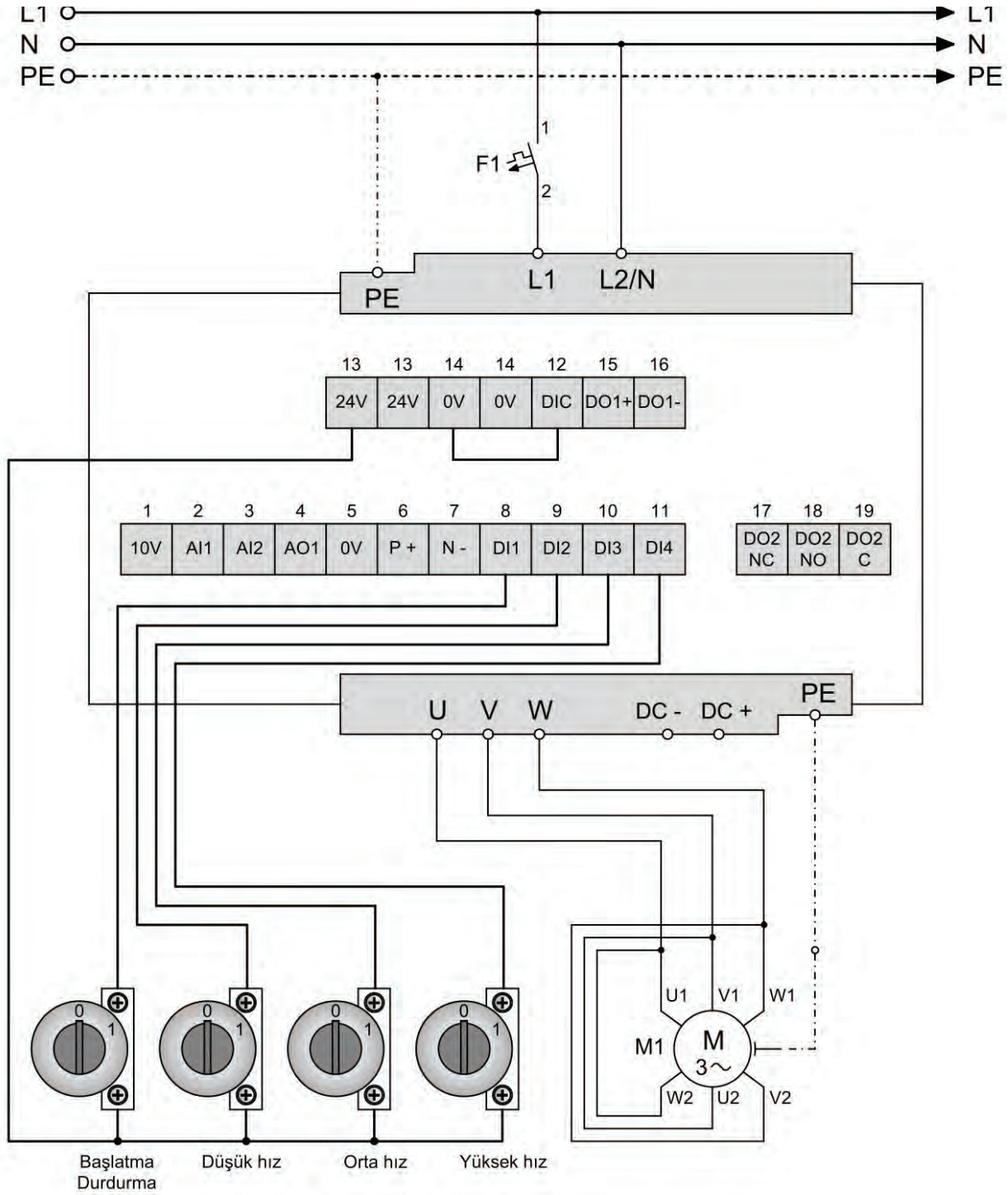


1. Motor sürücüler hangi amaçla kullanılır? Avantaj ve dezavantajları nelerdir?
2. İsteğe bağlı kullanılabilecek parametrelerden P1120=5 sn. ve P1121=1 sn. yaparak çalışmayı tekrar ediniz. Önceki çalışmaya göre nasıl bir fark olduğunu kısaca açıklayınız.
3. Motor sürücü bağlantısına ait devre şemasını çiziniz.
4. Motor sürücüsüne bağlanan üç fazlı motor neden üçgen bağlantılı olarak kullanılmıştır?
5. Motor sürücüsünün besleme girişinin üç fazlı olması durumunda nasıl bir değişiklik yapmak gerekir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Sürücü bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Sürücü parametre ayarlarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Sürücünün çalıştırılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Operatör paneli ile kontrol sağlanması	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
		TOPLAM PUAN		100

AMAÇ: Dijital girişlere bağlanan butonlar ve butonlara atanan frekans değerleriyle motorun hızını kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4			TSE
S1	IM B3	IP 55	I.CL. F		
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 2.20: Bir fazlı sürücünün Cn003 makrosu için devre bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16A	1 adet
Motor sürücü	V 20 bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Buton	Kademe seçim butonu ya da kalıcı tip (1 NA kontak)	4 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı ($\cos\phi$)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (rpm)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

CN001 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER				
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	3	Sabit frekans
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0	1	ON / OFF
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	0	15	Sabit hız 0.bit
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	9	16	Sabit hız 1.bit
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	15	17	Sabit hız 2.bit
P1016	Sabit frekans modu	1	1	Doğrudan seçim modu
P1020	Sabit frekans seçim kaynağı 0.bit	722.3	722.1	DI2
P1021	Sabit frekans seçim kaynağı 1.bit	722.4	722.2	DI3
P1022	Sabit frekans seçim kaynağı 2.bit	722.5	722.3	DI4
P1001	Sabit frekans 1	10	10	Düşük hız
P1002	Sabit frekans 2	15	15	Orta hız
P1003	Sabit frekans 3	25	25	Yüksek hız
P0731	Dijital çıkış 1 işlevi	52.3	52.2	Konvertör çalışıyor
P0732	Dijital çıkış 2 işlevi	52.7	52.3	Konvertör hata aktif
P0771	Analog çıkışın işlevi	21	21	Gerçek frekans (hız)

UYARI: Seçilen makrolara ait değerler motor sürücü tarafından doğrudan ayarlanır. Bu uygulama için kullanılan Cn003 makrosu seçildiğinde yukarıdaki parametreler motor sürücüsüne kendiliğinden yüklenir. Bu parametrelerin kullanıcı tarafından tekrar girilmesine gerek yoktur.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1001	Sabit frekans 1	10	
P1002	Sabit frekans 2	15	
P1003	Sabit frekans 3	25	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Kullanılan motor sürücünde Cn003 bağlantı makrosu, motor sürücü üzerinde bulunan klemenslere bağlanan butonlarla sürücü ve sürücüye bağlanan üç fazlı asenkron motorun kontrolünü sağlar. Bu bağlantı makrosu ile butonla çalıştırma ve durdurma işlemlerinin yanı sıra dijital girişlere atanan sabit frekans değerleri ile üç farklı hızda asenkron motorun hız kontrolü sağlanabilir. Butonlara her basışta o butona atanan hız değerinde motor hareket eder. Aynı anda birden fazla sabit frekans butonu aktif edilirse seçilen frekanslar toplanır ve motor bu toplam frekansa bağlı bir hızda döner. İsteğe bağlı ortak parametrelere müdahale edilmezse fabrika ayarları geçerlidir. Farklı çalışma koşulları için bu parametreler istenen değerlerle değiştirilerek motor kontrolü sağlanabilir. Butonlarla kontrol gerçekleştirilirken sürücü üzerinden kontrol devre dışı kalır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun motor sürücü seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.20).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motor sürücü parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece sürücü fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz. Ekranda 50.? görünürken OK tuşuna basılmasıyla güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
8. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak giriniz.
9. P1900=2 seçimini yapıp motor sürücünün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üretirek test yapılacağına ait dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
10. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. (↑) tuşu kullanılarak Cn003 makrosuna gelinir ve OK tuşuna basılarak bu makronun seçilmesi sağlanır. Seçilen makronun başında “-” işareti belirecektir.
11. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsünden uygulamalar menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. M tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece seçilen Cn003 bağlantı makrosuna ait parametreler sürücü tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
13. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. Motor sürücü ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
14. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=2 olduğundan terminal (klemenslere bağlanan butonlar) seçilidir. Başlangıç DI1 girişine bağlanan butonla gerçekleştirilir. Bu sebeple DI1 girişindeki buton aktif edilerek test sinyali gönderilir.



KOD=19546

15. DI1 girişinin aktif edilmesiyle sürücü tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır. Motor sürücü aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. Motor sürücü kullanıma hazırdır.
16. DI1 girişine bağlanan kalıcı tip kademeli anahtarı çevirerek sürücüyü çalıştırınız. Bu esnada sürücüye sabit frekans değerlerinin yüklü olduğu butonlardan herhangi bir bilgi gitmediğinden motor hareket etmez.
17. DI2 kalıcı tip kademeli butonu aktif ederek motor milinin 10 Hz frekansla hareket ettiğini sürücü ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz (P1001 parametresinin fabrika ayarı 10 Hz olduğundan bu frekansa uygun hız gözlemlenecektir.).
18. Her frekans değişiminde motor devrini takometre ile ölçünüz.
19. DI3 kalıcı tip kademeli butonu aktif ederek motor milinin 15 Hz frekansla hareket ettiğini sürücü ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz (P1002 parametresinin fabrika ayarı 15 Hz olduğundan bu frekansa uygun hız gözlemlenecektir.).
20. DI4 kalıcı tip kademeli butonu aktif ederek motor milinin 25 Hz frekansla hareket ettiğini sürücü ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz (P1003 parametresinin fabrika ayarı 25 Hz olduğundan bu frekansa uygun hız gözlemlenecektir.).
21. DI2 ve DI3 kalıcı tip kademeli butonlarını birlikte aktif ederek motor milinin 10+15=25 Hz frekansla hareket ettiğini sürücü ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz.
22. DI2 ve DI4 kalıcı tip kademeli butonlarını birlikte aktif ederek motor milinin 10+25=35 Hz frekansla hareket ettiğini sürücü ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz.
23. DI2, DI3 ve DI4 kalıcı tip kademeli butonlarını birlikte aktif ederek motor milinin 10+15+25=50 Hz frekansla hareket ettiğini sürücü ekranından ve motor milinden gözlemleyiniz.
24. Tüm dijital girişlere bağlı olan butonları pasif ederek sabit frekans bilgisi gönderimini sonlandırınız.
25. DI1 dijital girişine bağlı olan butonu pasif ederek sürücü ve motorun çalışmasını durdurunuz.
26. Bunun dışında aşağıdaki üç madde uygulanarak motor sürücü üzerinden de kontrol sağlanabilir.
27. M ve OK tuşlarına birlikte basarak sürücü kontrolünü el (hand) moduna alınız. Bu esnada sürücü ekranında el simgesinin olduğunu gözlemleyiniz.
28. Sürücü el modunda iken Start (I) tuşuna basınız. Motorun saat yönünde döndüğünü gözlemleyiniz.
29. Sürücü üzerinde bulunan kontrol panelinden (↑) ve (↓) tuşlarıyla frekans ayarı yaparak motor hızının değiştiğini gözlemleyiniz.
30. Sistemin enerjisini kesiniz. Motor sürücüleri enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple motor sürücüsünün enerjisi kesildikten sonra en az sürücü ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
31. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR

1. İsteğe bağlı kullanılabilecek parametrelerden P1120=3 sn. ve P1121=3 sn. yaparak çalışmayı tekrar ediniz. Önceki çalışmaya göre nasıl bir fark olduğunu kısaca açıklayınız.
2. P1001, P1002 ve P1003 parametrelerine yüklenen frekans değerlerinden herhangi birinin ya da toplamının 50 Hz değerini aşması durumunda ne olur? Sebebi ile açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Sürücü bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Sürücü parametre ayarlarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Sürücünün çalıştırılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Butonlarla hız kontrolünün sağlanması	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
		TOPLAM PUAN		100

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16A	1 adet
Motor sürücü	V 20 bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	3 adet
Takometre	Analog / dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalem vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

CN001 BAĞLANTI MAKROSUNA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Cn001 Makrosu	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	1	BOP / MOP
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevi	0	2	ON / OFF
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevi	0	1	Sabit hız 0.bit
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevi	9	13	MOP frekans artırma
P0704	Dijital giriş 4 (DI4) işlevi	15	14	MOP frekans azaltma
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	3	3 tel kontrol ON pulse + OFF1 / hold + Reverse
P0771	Analog çıkışın işlevi	21	21	Gerçek frekans (hız)
P0731	Dijital çıkış 1 işlevi	52.3	52.2	Konvertör çalışıyor
P0732	Dijital çıkış 2 işlevi	52.7	52.3	Konvertör hata aktif
P1040	Mop ayar noktası (Hz)	5	0	Başlangıç frekansı
P1047	MOP rampa hızlanma süresi (sn.)	10	10	Min-max frekans=10 sn.
P1048	MOP rampa yavaşlama süresi (sn.)	10	10	Max-min frekans =10 sn.

UYARI: Seçilen makrolara ait değerler motor sürücü tarafından doğrudan ayarlanır. Bu uygulama için kullanılan Cn006 makrosu seçildiğinde yukarıdaki parametreler motor sürücüsüne kendiliğinden yüklenir. Bu parametrelerin kullanıcı tarafından tekrar girilmesine gerek yoktur.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Kullanılan motor sürücünde Cn006 bağlantı makrosu, motor sürücü üzerinde bulunan klemenslere bağlanan haricî butonlarla sürücü ve sürücüye bağlanan üç fazlı asenkron motoru kontrol eder. Haricî butonlar çalışmanın gerçekleştiği makine gövdesinde bulunan kontrol panosuna monte edilir. Cn006 makrosu ile başlatma, durdurma, hız azaltma ve hız artırma işlemleri ayrı butonlarla kontrol edilir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun motor sürücü seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.21)
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motor sürücü parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece sürücü fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. OK tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900=2 seçimini yapıp motor sürücünün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına ait dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
11. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. (↑) tuşu kullanılarak Cn006 makrosuna gelinir ve OK tuşuna basılarak bu makronun seçilmesi sağlanır. Seçilen makronun başında “-“ işareti belirecektir.
12. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsünden uygulamalar menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
13. M tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece seçilen Cn006 bağlantı makrosuna ait parametreler sürücü tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. Motor sürücü ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=2 olduğundan terminal (klemenslere bağlanan butonlar) seçilidir. Başlangıç DI2 girişine bağlanan start butonuyla gerçekleştirilir. Bu sebeple DI2 girişindeki buton aktif edilerek test sinyali gönderilir.
16. DI2 girişinin aktif edilmesiyle sürücü tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır. Motor sürücü aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. Motor sürücü kullanıma hazırdır.
17. DI2 girişine bağlanan yay geri dönüşlü start butonuna bir kez basarak sürücüyü çalıştırınız. Bu esnada sürücü fabrika ayarlarına dönüşten sonra ilk kez çalışacağından frekans 0 Hz'dir. Dolayısı ile motorda dönme hareketi gözlemlenmez.
18. DI3 girişine bağlanan yay geri dönüşlü butona basarak hız artırma işlemini gerçekleştiriniz. Sürücü üzerinden frekans değişimini ve motor üzerinden hız değişimini gözlemleyiniz.
19. DI4 girişine bağlanan yay geri dönüşlü butona basarak hız azaltma işlemini gerçekleştiriniz. Sürücü üzerinden frekans değişimini ve motor üzerinden hız değişimini gözlemleyiniz.
20. DI1 girişine bağlı olan stop butonuna basarak sürücünün ve motorun çalışmasını durdurunuz.



KOD=19547

- 21.** Sistemin enerjisini kesiniz. Motor sürücülerini enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple motor sürücüsünün enerjisi kesildikten sonra en az sürücü ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
- 22.** Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR

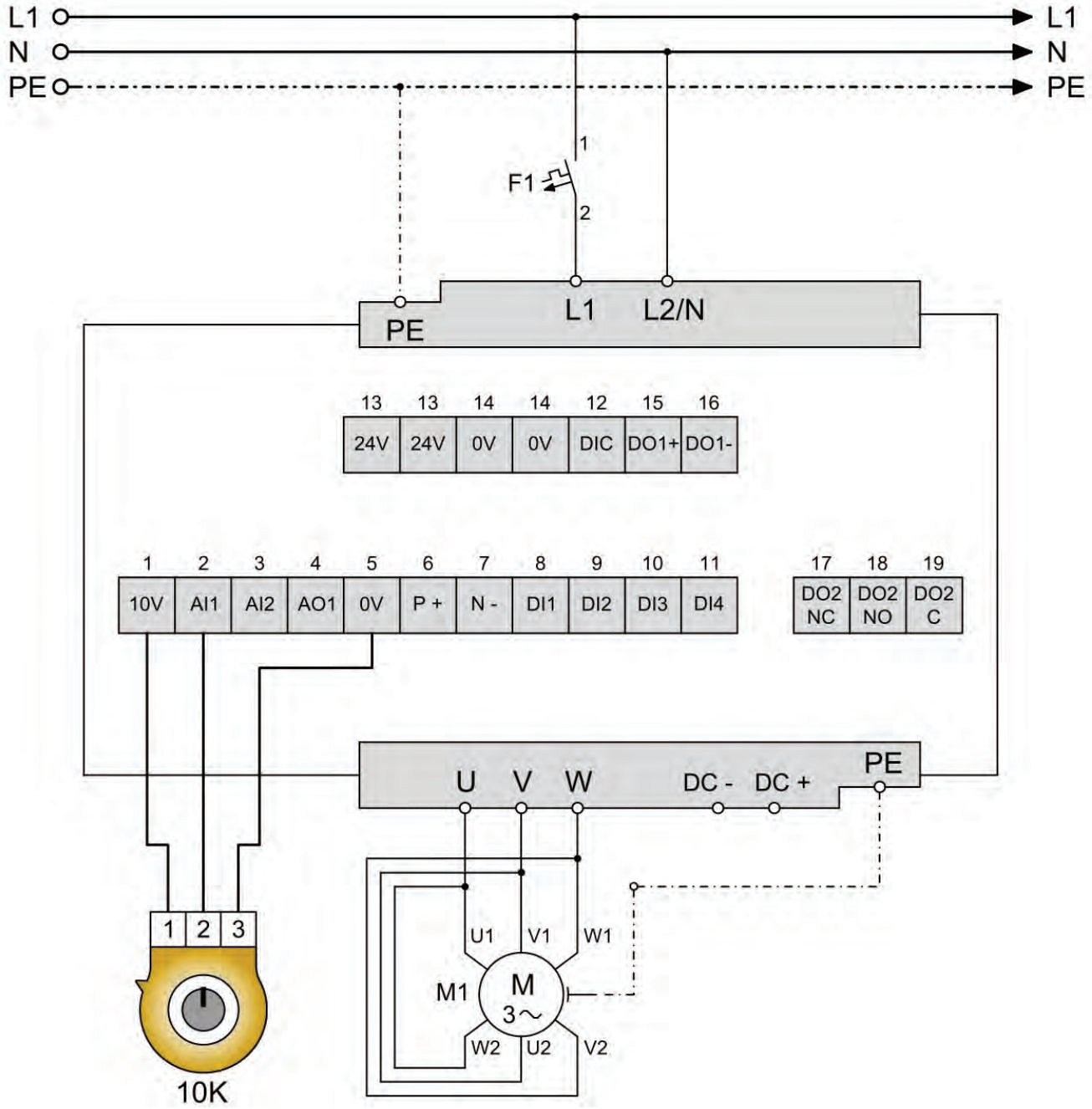


- İsteğe bağlı kullanılabilecek parametrelerden P1032 ters yön çalışma engelleme parametresini P1032=0 yaparak çalışmayı tekrar ediniz. Hız azaltma butonu ile frekansı sıfırın altındaki değerlere getirerek önceki çalışmaya göre nasıl bir fark olduğunu kısaca açıklayınız.
- Butonlarla kontrol gerçekleştirirken sürücü üzerindeki tuşlarla (BOP) kontrol sağlanabilir mi? Nedenini kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Sürücü bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Sürücü parametre ayarlarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Sürücünün çalıştırılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Butonlarla hız kontrolünün sağlanması	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
			TOPLAM PUAN	100

AMAÇ: Potansiyometre kullanarak üç fazlı asenkron motorun motor sürücü ile hızını kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4		TSE	
S1	IM B3	IP 55		I.CL. F	
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 2.22: Bir fazlı motor sürücünün potansiyometre ile hız kontrolü devresinin bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16A	1 adet
Motor sürücü	V 20 bir fazlı (motor gücüne uygun güçte)	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Potansiyometre	10 K	1 adet
Takometre	Analog / dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı ($\cos\phi$)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER				
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	1	Temel operatör paneli (BOP)
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	2	Analog ayar noktası

UYARI: Bu uygulamada motor sürücünün çalıştırılması sürücü üzerinde bulunan operatör panelinden gerçekleştirilir (P0700=1). Motorun hız ayarı ise motor sürücüsü üzerinde bulunan klemenslere bağlanan potansiyometre kullanılarak yapılır (P1000=2).

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez 1: Engellenir	1	

TEORİK BİLGİ

Bu bağlantı genellikle farklı hız kontrolü ihtiyacının bulunduğu ve hız kontrolünün farklı bir noktadan gerçekleştirilmesinin zorunlu olduğu çalışmalarda kullanılır. Hız kontrolü belirlenen sınırlar arasında bir potansiyometre yardımıyla sağlanır.

Potansiyometrenin bağlantısı motor sürücü üzerindeki klemenste bulunan 10V, A11 ve 0V olmak üzere üç ayrı girişe bağlanarak yapılır. Potansiyometre, kullanım kolaylığı ve güvenli bir erişim sağlamak amacıyla motor sürücünün monte edildiği panonun kapağına ya da çalışmanın gerçekleştirileceği makinenin kontrol paneline monte edilebilir.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun motor sürücü seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.22).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motor sürücü parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece sürücü fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. OK tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak giriniz.
10. P1900=2 seçimini yapıp motor sürücünün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına ait dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
11. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
13. M tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece uygulamaya ait parametreler sürücü tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. Motor sürücü ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Bu aşamada isteğe bağlı parametrelerin yeni değerleri de girilebilir. Bunun için ekranda P1080 parametresi görünürken (↑) ve (↓) tuşları kullanılarak istenen parametre bulunur ve isteğe bağlı değer girilir.
16. P1000=2 değeri girilerek frekans bilgisi ayar kaynağı analog giriş olarak seçilmelidir. Bunun için herhangi bir ekranda iken M tuşuna 2 sn.den uzun basılarak görüntüleme menüsüne geçilir. Bu ekranda motorun çalışma anındaki akım, gerilim ve frekans bilgileri yer almaktadır. M tuşuna kısa basılarak bu menüden çıkılır. Böylelikle parametreler menüsüne geçilir. (↑) ve (↓) tuşları kullanılarak P1000 parametresi bulunur. OK tuşuna basılarak değeri 2 olarak değiştirilir.
17. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=1 olduğundan BOP (operatör panel) seçilidir. Başlangıç motor sürücü üzerinde bulunan start (I) tuşu ile gerçekleştirilir. Bu sebeple start (I) tuşuna bir kez basılarak test sinyali gönderilir.
18. Start (I) tuşuna basıldığında sürücü tarafından motor bilgileri doğrulaması başlatılır. Motor sürücü aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. Motor sürücü kullanıma hazırdır.
25. Sürücü üzerinde bulunan start (I) tuşuna basarak motoru çalıştırınız.
26. Potansiyometre ile frekans ayarı yaparak frekansı istediğiniz gibi değiştiriniz.
27. Her frekans değişiminde motor devrinin değiştiğini gözlemleyerek takometre ile ölçünüz.
28. Stop (0) tuşuna basarak motoru durdurunuz.
29. Bunun dışında aşağıdaki iki madde uygulanarak motorun devir yönü de değiştirilebilir.
30. P1032 parametresinin değerini "0" yapınız. BOP panel üzerinden (↑) ve (↓) tuşlarına birlikte basarak ekran üzerinde yön değişim (ters yön) simgesinin olduğunu gözlemleyiniz.
31. Ters yön çalışma için start (I) tuşuna basarak ters yönde çalışma gerçekleştiriniz. Potansiyometre ile ters yön hız kontrolünü yapınız. Bu esnada frekansın "-" değerler aldığını gözlemleyiniz.
32. Sistemin enerjisini kesin. Motor sürücüleri enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple motor sürücüsünün enerjisi kesildikten sonra en az sürücü ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.



KOD=19548

33. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.

SORULAR

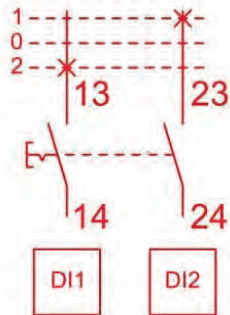
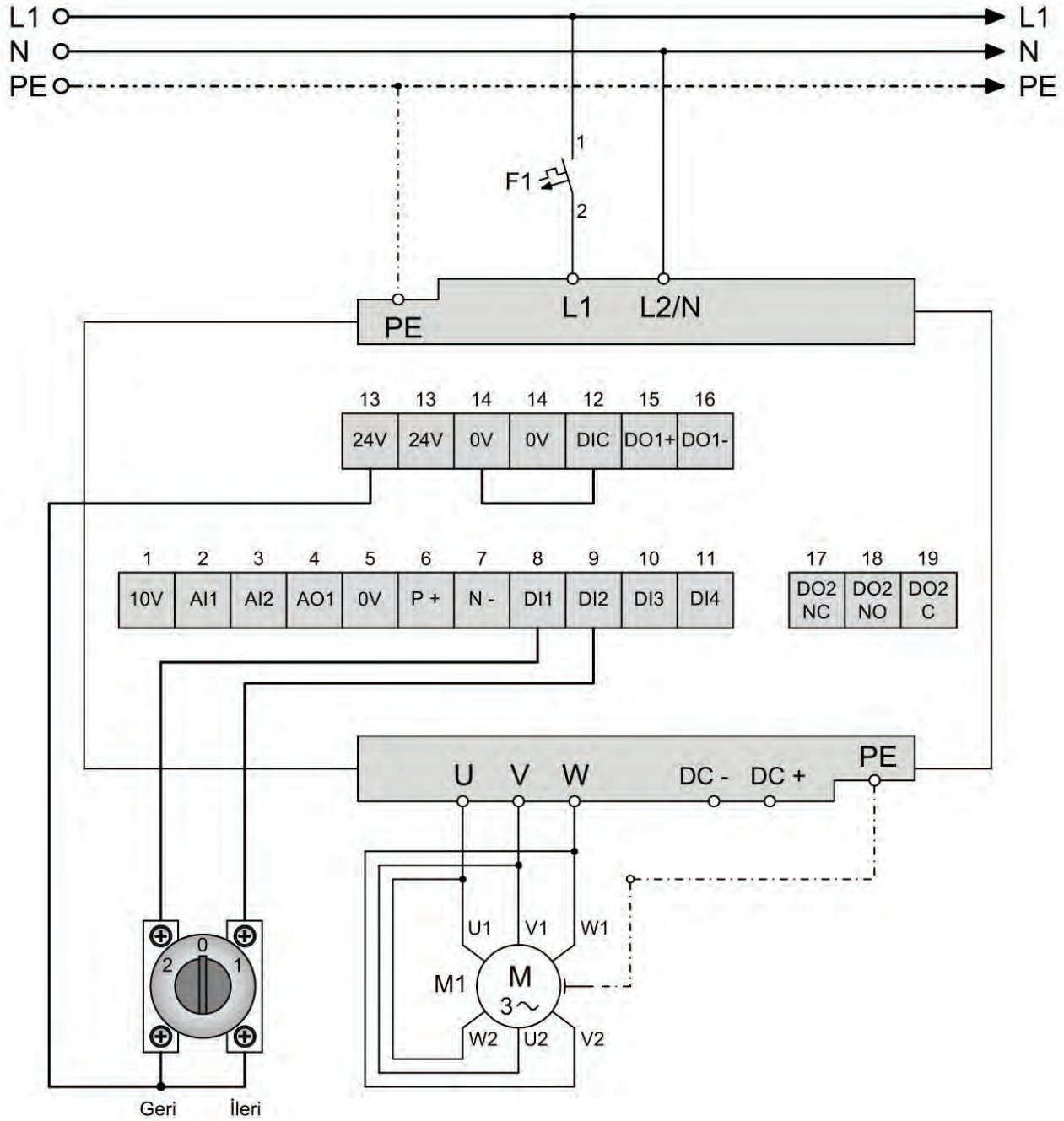


1. Motor sürücülerde potansiyometre hangi amaçla kullanılır?
2. Motor sürücüsüne bağlanan potansiyometre bağlantısının nasıl yapıldığını açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Sürücü bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Sürücü parametre ayarlarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Sürücünün çalıştırılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Potansiyometre ile hız ayarının yapılması	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
		TOPLAM PUAN		100

AMAÇ: Kalıcı tip kademeli buton kullanarak üç fazlı asenkron motorun, motor sürücü ile devir yönü değişimini sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



*Kalıcı tip seçici buton
(2 kademeli)

3 ~ MOTOR		TİP ALPM 1710 - 4			TSE
S1	IM B3		IP 55		I.CL. F
V	Hz	A	kW	cosφ	1/min
Δ 220	50	2.0	0.37	0.66	1390
λ 380	50	1.2	0.37	0.66	1390
λ 460	60	1.2	0.44	0.64	1668

Görsel 2.23: Bir fazlı motor sürücü ile kalıcı tip buton kullanılarak devir yönü değiştirme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 1x16A	1 adet
Kademe seçim anahtarı	Kalıcı tip (2-0-1 kademeli) buton 2 NA kontak	1 adet
Motor sürücüsü	V 20 bir fazlı	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Takometre	Analog / dijital	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/hp)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı (cos ϕ)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (rpm)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER				
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2	Geniştirilmiş erişim yetkisi
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevini seçer.	0	2	ON ters yön
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevini seçer.	0	1	ON
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	1	2 tel kontrol
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez. 1: Engellenir.	1	0	Ters yön çalışma engellenmez.

UYARI: Bu uygulamada motor sürücünün çalıştırılması motor sürücü üzerinde bulunan klemenslere bağlı iki kademeli kalıcı butonla gerçekleştirilir (P0700=2). Motorun hız ayarı ise motor sürücüsü üzerinde bulunan (↑) ve (↓) tuşları ile yapılır.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

İŞLEM BASAMAKLARI



KOD=19549

1. Devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
3. Motor gücüne uygun motor sürücü seçimini yapınız.
4. Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.23).
5. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
6. Motor sürücü parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece sürücü fabrika ayarlarına döner.
7. Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
8. OK tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
9. P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
10. P1900=2 seçimini yapıp motor sürücünün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına ait dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
11. M tuşuna 2sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
12. M tuşuna 2sn.den az süre ile basılarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
13. M tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece uygulamaya ait parametreler sürücü tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
14. Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. Motor sürücü ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
15. Parametreler menüsünde P0700, P0701, P0702, P0727 gibi bazı parametreler (↑) ve (↓) tuşlarıyla görünmeyebilir. Bu sebeple P0003 parametre değeri 2 seçilerek (P0003=2) genişletilmiş parametrelere erişim sağlanmalıdır.
16. Bunun için herhangi bir ekranda iken M tuşuna 2 sn.den uzun basılarak görüntüleme menüsüne geçilir. Bu ekranda motorun çalışma anındaki akım, gerilim ve frekans bilgileri yer almaktadır. M tuşuna kısa basılarak bu menüden çıkılır. Böylelikle parametreler menüsüne geçilir. Burada herhangi bir parametreyken OK tuşuna uzun basılarak basamak basamak (digit by digit) seçim işlemi yapılabilir. Ekrandaki parametrenin ilk basamağı yanıp sönmeye başlayacaktır.
17. (↑) ve (↓) tuşlarıyla istenen değer seçilir. P0003 için ilk basamak 3 olarak ayarlandığında (OK) tuşu ile bir sol basamağa geçilerek 0 yapılır. En son ekranda P0003 parametresi oluşunca (OK) tuşuna basılarak P0003=2 olacağından 2 seçilir. Bu sayede parametre erişim yetkisi bir üst seviye olan genişletilmiş erişim seviyesine çıkarılmış olur.
18. Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=2 olduğundan terminal (klemenslere bağlanan butonlar) seçilidir. Test DI1 ve DI2 girişine bağlanan kademeli seçmeli tip kalıcı butonun herhangi bir yöne çevrilmesi ile başlatılır.
19. Motor sürücü aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. Motor sürücü kullanıma hazırdır.
20. Klemense bağlı kademeli butonu, 1 kademesine çevirerek motorun ileri yön hareketini gözlemleyiniz.
21. Klemense bağlı kademeli butonu, 0 kademesine çevirerek motoru durdurunuz.
22. Klemense bağlı kademeli butonu, 2 kademesine çevirerek motorun geri yön hareketini gözlemleyiniz.
23. Klemense bağlı kademeli butonu, 0 kademesine çevirerek motoru durdurunuz.
24. Sistemin enerjisini kesiniz. Motor sürücüleri enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple motor sürücüsünün enerjisi kesildikten sonra en az sürücü ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
25. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.



SORULAR

1. Bağlantıya ait P1032 parametresine müdahale edilmeyip 1 olarak bırakılırsa çalışma nasıl gerçekleşir?
2. Devrede kullanılan kalıcı tip kademeli buton yerine yaylı tip buton kullanılarak aynı parametrelerle çalışma gerçekleştirilebilir mi? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Sürücü bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Sürücü parametre ayarlarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Sürücünün çalıştırılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Buton ile devir yönünün değiştirilmesi	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
		TOPLAM PUAN		100

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C (1x16A)	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Kalıcı tip buton	0-1 kademeli (1 NA kontak)	1 adet
Motor sürücü	V 20 bir fazlı	1 adet
Potansiyometre	10 K	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı asenkron motor (Δ 220 V)	1 adet
Takometre	Analog / dijital	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

PARAMETRE LİSTESİ

KULLANILACAK PARAMETRELER			
Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010	Devreye alma	1	Hızlı devreye alma
P0100	Güç ve frekans ayarları	0	Avrupa kW ve 50 Hz
P0304	Motor anma gerilim (V)	220	Motor etiketine göre değer girilir.
P0305	Motor anma akımı (A)	2.0	Motor etiketine göre değer girilir.
P0307	Motor anma gücü (kW/HP)	0.37	Motor etiketine göre değer girilir.
P0308	Motor anma güç katsayısı ($\cos\phi$)	0.66	Motor etiketine göre değer girilir.
P0310	Motor anma frekansı (Hz)	50	Motor etiketine göre değer girilir.
P0311	Motor anma devir sayısı (RPM)	1390	Motor etiketine göre değer girilir.
P1900	Motor veri tanıma seçimi	2	Veri tanılama aktif.

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER				
Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2	Geniştirilmiş erişim yetkisi
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevini seçer.	0	1	ON Pals
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevini seçer.	0	2	OFF1/Tutma
P0703	Dijital giriş 3 (DI3) işlevini seçer.	9	12	Ters yön (reverse)
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	3	3 tel kontrol ON pulse + OFF1/hold + Reverse
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	2	Analog giriş 1 ayar noktası
P1032	Ters yön engelleme 0: Engellenmez. 1: Engellenir.	1	0	Ters yön çalışma engellenmez.

UYARI: Bu uygulamada motor sürücünün çalıştırılması motor sürücü üzerinde bulunan klemense bağlı butonlarla gerçekleştirilir (P0700=2). Klemense bağlanan yay geri dönüşlü butonlarla çalıştırıp durdurma, kalıcı tip butonla ise devir yönü değiştirme işlemleri gerçekleştirilir. Motorun hız ayarı ise motor sürücü klemensine bağlanan potansiyometre ile sağlanır.

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

İŞLEM BASAMAKLARI

- Devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
- Sistemde kullanılacak motorun gücünü tespit ediniz.
- Motor gücüne uygun motor sürücü seçimini yapınız.
- Devre bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.24).
- Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
- Motor sürücü parametrelerinin önceki çalışması ile ilgili bilgi yoksa P0010 (devreye alma) parametresini 30 (fabrika ayarı) ve P0970 (fabrika ayarı) parametresini 21 (tüm parametreleri sıfırla) olarak ayarlayınız (P0010=30 ve P0970=21). Böylece sürücü fabrika ayarlarına döner.
- Fabrika ayarlarına döndüğünde ekranda 50.? görüldüğünü gözlemleyiniz.
- OK tuşuna basarak güç ve frekans ayarı için kW ve 50 Hz seçilmiş olunur. Bu aynı zamanda P0100 parametresinin 0 olarak seçimidir (P0100=0).
- P0304, P0305, P0307, P0308, P0310, P0311 parametrelerinin değerlerini kullanılan motor etiketine uygun olarak motor bilgilerini giriniz.
- P1900=2 seçimini yapıp motor sürücünün motor bilgilerini yükleyerek test etmesini sağlayınız. Bu esnada motor sürücüsü A541 alarm kodu üreterek test yapılacağına ait dair bilgiyi alarm ikaz simgesi şeklinde ekranda gösterecektir.
- M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak makrolar menüsüne geçilir. Bu esnada -Cn000 şeklinde seçili makro ekranda görünür. Bu uygulama için bağlantı makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
- M tuşuna 2 sn.den az süre ile basılarak bağlantı makroları menüsünden uygulama makroları menüsüne geçilir. Bu esnada -AP000 şeklinde seçili uygulama makrosu ekranda görünür. Bu uygulama için uygulama makrosu seçimine ihtiyaç yoktur.
- M tuşuna basılarak bu menüden çıkılır. Böylece uygulamaya ait parametreler sürücü tarafından yüklenmeye başlar. Bu esnada ekranda hareketli olarak 8 8 8 sayıları görünür.
- Bu işlem sonrasında parametre yükleme gerçekleşmiş olur. Ancak motor bilgileri test edilmemiştir. Motor sürücü ekranında alarm simgesi olarak P1080 parametresi görünecektir.
- Parametreler menüsünde P0700, P0701, P0702, P0727 gibi bazı parametreler (↑) ve (↓) tuşlarıyla görünmeyebilir. Bu sebeple P0003 parametre değeri 2 seçilerek (P0003=2) genişletilmiş parametrelere erişim sağlanmalıdır.
- Bunun için herhangi bir ekranda iken M tuşuna 2 sn.den uzun basılarak görüntüleme menüsüne geçilir. Bu ekranda motorun çalışma anındaki akım, gerilim ve frekans bilgileri yer almaktadır. M tuşuna kısa basılarak bu menüden çıkılır. Böylelikle parametreler menüsüne geçilir. Burada herhangi bir parametreyken OK tuşuna uzun basılarak basamak basamak seçim işlemi yapılabilir. Ekrandaki parametrenin ilk basamağı yanıp sönmeye başlayacaktır.
- (↑) ve (↓) tuşlarıyla istenen değer seçilir. P0003 için ilk basamak 3 olarak ayarlandığında OK tuşu ile bir sol basamağa geçilerek 0 yapılır. En son ekranda P0003 parametresi oluşunca OK tuşuna basılarak P0003=2 olacağından 2 seçilir. Bu sayede parametre erişim yetkisi bir üst seviye olan genişletilmiş erişim seviyesine çıkarılmış olur.
- Aynı şekilde P0700=2, P0701=1, P0702=2, P0703=12, P727=3 ve P1000=2 parametrelerini değerlerine göre ayarlayınız.
- Testin başlaması için başlangıç komut kaynağından başlangıç sinyali gönderilmelidir. Bu uygulamada başlangıç komut kaynağı P0700=2 olduğundan terminal (klemenslere bağlanan butonlar) seçilidir. Test, DI1 girişine bağlanan yay geri dönüşlü tip start butonuna basılmasıyla başlatılır.
- Motor sürücü aktiftir ancak motorda herhangi bir hareket gözlenmez. Bu işlem yaklaşık 20-30 sn. sürmektedir. Süre sonunda tüm bilgiler doğru ise alarm ortadan kalkar. Motor sürücü kullanıma hazırdır.
- DI1 girişine bağlı start butonuna basarak motorun ileri yön hareketini gözlemleyiniz.
- Potansiyometre ile hız ayarı yaparak motor milinin dönüş hızının değişimini gözlemleyiniz.
- DI3 girişine bağlı ters yön kalıcı tip butonuna basarak motorun geri yön hareketini gözlemleyiniz.



KOD=19550

24. Potansiyometre ile hız ayarı yaparak motor milinin dönüş hızının değişimini gözlemleyiniz.
25. DI2 girişine bağlı stop butonuna basarak motoru durdurunuz.
26. Sistemin enerjisini kesiniz. Motor sürücülerinin enerjisi kesilse dahi bir müddet enerjili kalmaktadır. Bu sebeple motor sürücüsünün enerjisi kesildikten sonra en az sürücü ekran görüntüsü tamamen kaybolana kadar iş güvenliği tedbiri olarak bekleyiniz.
27. Devre elemanlarının bağlantısını dikkatlice sökerek devre elemanlarını teslim ediniz.



SORULAR

1. Devrede kullanılan potansiyometre değeri artırılmasına rağmen motor yavaşlıyorsa nedeni nedir? Bu sorun nasıl düzeltilir?
2. Devrede kullanılan potansiyometrenin direnç değeri 100 K seçilirse ne gibi değişiklikler olur? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Sürücü bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Sürücü ayarlarının yapılması	20
ÖĞRETMEN		3	Butonlarla çalıştırma durdurma	20
Adı-Soyadı	:	4	Butonla devir yönü değiştirme	20
İmza	:	5	Potansiyometre ile hız kontrolünün yapılması	20
			TOPLAM PUAN	100

2.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARDAYOL VERME

Asenkron motor stator sargılarının bölünerek seri veya paralel bağlanmasıyla birden fazla devrin elde edildiği motorlara **çift devirli asenkron (dahlender) motorlar** denir. Stator sargılarının giriş ve çıkış uçları haricinde, sargı ortalarından uçlar çıkarak ve bunların bağlantıları yapılarak çift devir sayısı elde edilir. Çift devirli asenkron motorlar, sargıların dışında yapı ve çalışma özelliği bakımından asenkron motorlarla aynıdır.

2.4.1. Çift Devirli Asenkron Motorların Devir Sayıları

$$n_s = \frac{(120 \times f)}{2p}$$

Asenkron motorlarda devir sayısı frekans ve kutup sayısına bağlıdır. Devir sayısı formülüne göre frekans sabit kalmak şartı ile kutup sayısı artırılırsa devir sayısı düşer yani kutup sayısı ile devir sayısı ters orantılıdır. Dahlender bağlantı ile sargılarda oluşturulan kutup sayısı azaltılıp çoğaltılarak farklı devirler elde edilir.

Dahlender bağlantı ile küçük ve büyük iki devir elde edilir. Sarım, küçük devir yani büyük kutup sayısına göre tasarlanır. Her faz sargısının orta uçları bulunur. Faz sargısı giriş uçları 1U-1V-1W ve orta uçlar 2U-2V-2W ile işaretleir. Klemens tablosuna bu altı uç çıkartılır. Tablo 2.7'de değişik kutup sayılarındaki dahlender motorun devir sayıları gösterilmiştir.

Tablo 2.7: Çeşitli Kutup Sayılarına Göre Dahlender Motor Devirleri

KUTUP SAYISI (2p)	DEVİR SAYISI (n) (devir/dk.)
2/4	3000/1500
4/8	1500/750
6/12	1000/500
8/16	750/375

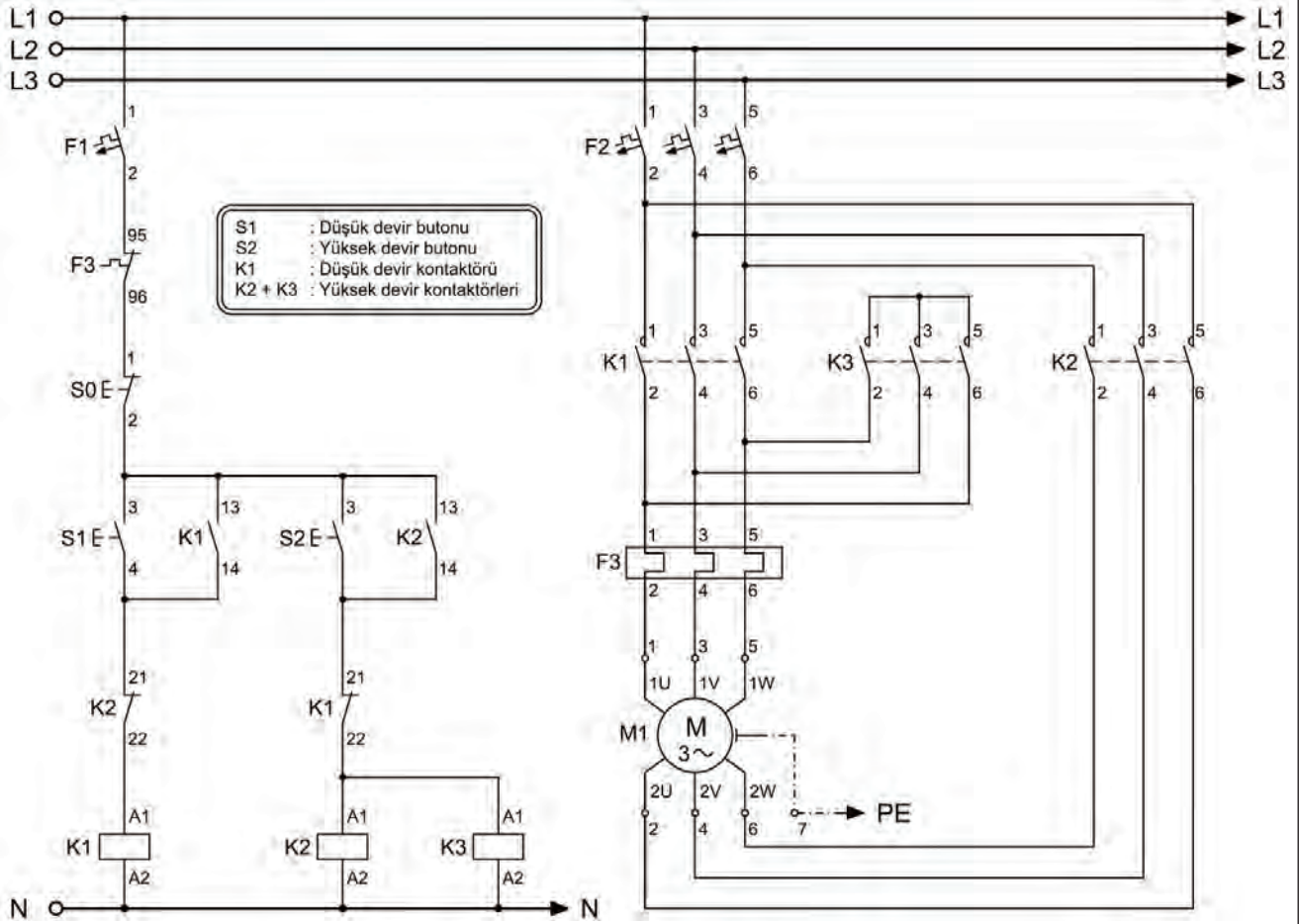
Çift devirli asenkron motorların endüstride pek çok kullanım alanı mevcuttur. Genel olarak tek devirli asenkron motorun kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Özellikle farklı iki devir gerekli olan yerlerde kullanım için idealdir.

2.4.2. Çift Devirli Asenkron Motorların Çalışması ve Yol Verilmesi

Çift devirli asenkron motorlar düşük devir, yüksek devir ve önce düşük sonra yüksek devirde çalıştırılabilir. Motorun çeşidinin sabit güçlü, sabit momentli ya da değişik güçlü değişik momentli olduğuna motor etiketine bakılarak karar verilebilir. Bu motorlar genellikle 1U-1V-1W uçlarına enerji verilirse düşük devirle ve 2U-2V-2W uçlarına enerji verilip 1U-1V-1W uçları köprülenirse yüksek devirle çalışır. Düşük ve yüksek devirle çalışma sırasında devir yönünün değişmemesi için motorun faz sırası aynı kalmalıdır. Bunun için kontaktör bağlantılarında faz sırasının değişmemesine dikkat edilmelidir.

AMAÇ: Çift devirli sabit momentli dahlender motoru düşük (DD) ve yüksek devirde (YD) yol vererek çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.25: Dahlender motora düşük ve yüksek devirle yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı sabit momentli dahlender	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 düşük devir butonuna basıldığında K1 (DD) kontaktörü enerjilenir ve güç kontaklarını kapatarak 1U-1V-1W uçlarına gerilim uygulanır. Motor, etiketinde belirtilen düşük devirle çalışmaya başlar. S0 durdurma butonuna basılarak motor durdurulur.

S2 yüksek devir butonuna basıldığında K2 (YD) ve K3 (YD) kontaktörleri enerjilenir ve güç kontaklarını kapatarak 2U-2V-2W uçlarına gerilim uygulanır. 1U-1V-1W uçları K3 tarafından kısa devre edilir. Motor, etiketinde belirtilen yüksek devirle çalışmaya başlar. S0 durdurma butonuna basılarak motor durdurulur.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.25).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.25).
6. Güç devresi bağlantıları yapılırken düşük devir ve yüksek devir bağlantıda faz sırasının aynı olması na dikkat ediniz.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motorun düşük devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
9. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
10. Start (S2) butonuna basarak motorun yüksek devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
11. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
12. Devrenin enerjisini kesiniz.
13. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

1. Dahlender motor nerelerde kullanılır? Açıklayınız.
2. Devre şemasını ANSI normunda çiziniz.

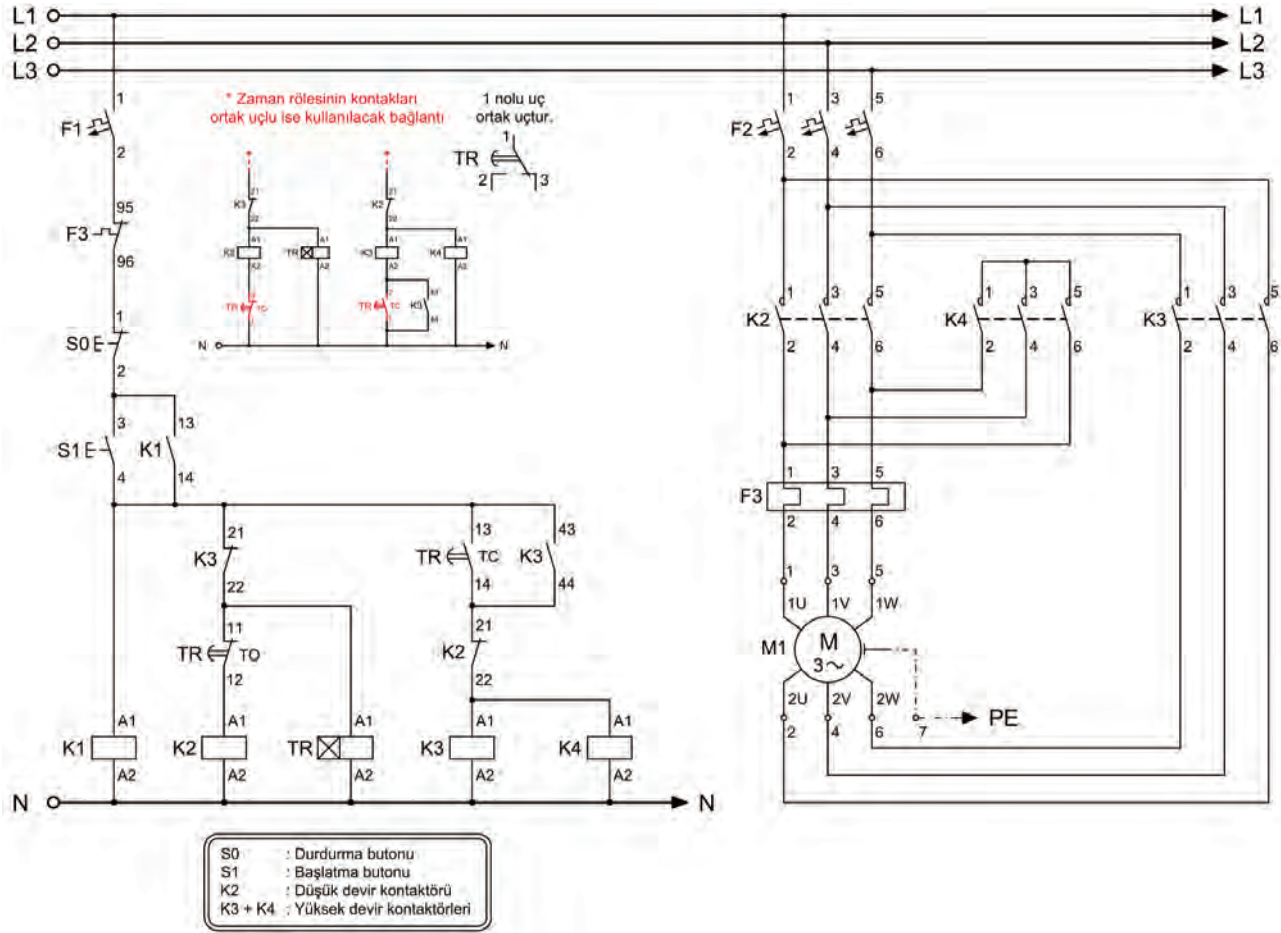


KOD=19552

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20
Numarası	:	2	Düşük ve yüksek devirde çalıştırma	20
ÖĞRETMEN		3	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20
Adı-Soyadı	:	4	Düşük ve yüksek devirde çalıştırma	20
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20
		TOPLAM PUAN		100

AMAÇ: Çift devirli sabit momentli dahlender motora düşük devirde yol vererek zaman rölesi ile yüksek devirde çalışmaya otomatik geçişini sağlamak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 2.26: Dahlender motora zaman ayarlı düşük ve yüksek devirle yol verme

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x6A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı sabit momentli dahlender	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Bir ve üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S1 başlatma butonuna basıldığında K1 ve K2 kontaktörü ile TR zaman rölesi enerjilenir. K2 kontaktörünün güç kontakları konum değiştirerek açık olan kontaklarını kapatır. 1U-1V-1W uçlarına üç fazlı gerilim uygulanacağından motor düşük devirle çalışmaya başlar. TR zaman rölesi ayarlanan süre sonunda normalde kapalı kontağını açarak K2 kontaktörünü devreden çıkartır. Zaman rölesi normalde açık kontağını kapatarak K3 ve K4 kontaktörlerini enerjilendirir. Bu sayede K3 kontaktörü üzerinden 2U-2V-2W uçlarına gerilim uygulanır. 1U-1V-1W uçları da K4 kontaktörü üzerinden kısa devre edilmiştir. Böylece motor yüksek devirde çalışmaya geçer ve çalışmasını sürdürür. Motorun çalışması durdurma butonuna basılıncaya kadar devam eder.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.26).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.26).
6. Güç devresi bağlantıları yapılırken düşük devir ve yüksek devir bağlantıda faz sırasının aynı olmasına dikkat ediniz.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motorun düşük devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
9. Ayarlanan süre sonunda motorun kendiliğinden düşük devirden yüksek devire geçtiğini gözlemleyiniz.
10. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
11. Devrenin enerjisini kesin.
12. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR



1. Dahlender motor ile asenkron motorun farkını açıklayınız.
2. Kullandığınız motor etiket devir değerlerini yazınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı–Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20	
Adı–Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Motorun düşük devirden yüksek devre otomatik geçmesi	20	
		TOPLAM PUAN			100

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Devrede S2 ileri yön butonuna basıldığında K1 ile K3 kontaktörü ve TR zaman rölesi enerjilenir. Güç devresinde K1 ve K3 kontakları kapanarak 1U-1V-1W üzerinden motor ileri yönde düşük devirle çalışır. Kumanda devresinde bulunan TR zaman rölesi ayarlanan süre sonunda normalde kapalı kontağını açarak düşük devirde çalışmayı sonlandırır. Aynı esnada TR zaman rölesinin normalde açık kontağı kapanacağından K4 ve K5 kontaktörleri enerjilenerek motor ileri yönde yüksek devirde çalışmaya otomatik olarak geçer. S0 durdurma butonuna basıldığında motorun çalışması sona erer.

S1 geri yön butonuna basıldığında ise K2 ile K3 kontaktörü ve TR zaman rölesi enerjilenir. Güç devresinde K2 ve K3 kontakları kapanarak 1U-1V-1W üzerinden motoru düşük devirde çalıştırır. K2 kontaktörü bağlantısında faz sıraları değiştirildiğinden motor geri yönde dönecektir.

Kumanda devresinde bulunan TR zaman rölesi ayarlanan süre sonunda normalde kapalı kontağını açarak geri yönde düşük devirde çalışmayı sonlandırır. Aynı esnada TR zaman rölesinin normalde açık kontağı kapanacağından K4 ve K5 kontaktörleri enerjilenerek motor ileri yönde yüksek devirde çalışmaya otomatik olarak geçer. S0 durdurma butonuna basıldığında motorun çalışması sona erer.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.27).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresi bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 2.27).
6. Güç devresi bağlantıları yapılırken düşük devir ve yüksek devrin bağlantıda faz sırasının aynı olmasına dikkat ediniz.
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S2) butonuna basarak motorun ileri yönde düşük devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
9. Zaman rölesiyle ayarlanan sürenin sonunda motorun düşük devirden yüksek devre geçtiğini gözlemleyiniz.
10. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
11. Start (S1) butonuna basarak motorun geri yönde düşük devirle çalıştığını gözlemleyiniz.
12. Zaman rölesiyle ayarlanan sürenin sonunda motorun düşük devirden yüksek devre geçtiğini gözlemleyiniz.
13. Stop (S0) butonuna basınız ve motorun çalışmasını durdurunuz.
14. Devrenin enerjisini kesiniz.
15. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

1. Kumanda devresinde buton kilitleme yapılmasının sebebini yazınız.
2. Kullandığınız motor etiket değerlerini Tablo 2.8'e yazınız.

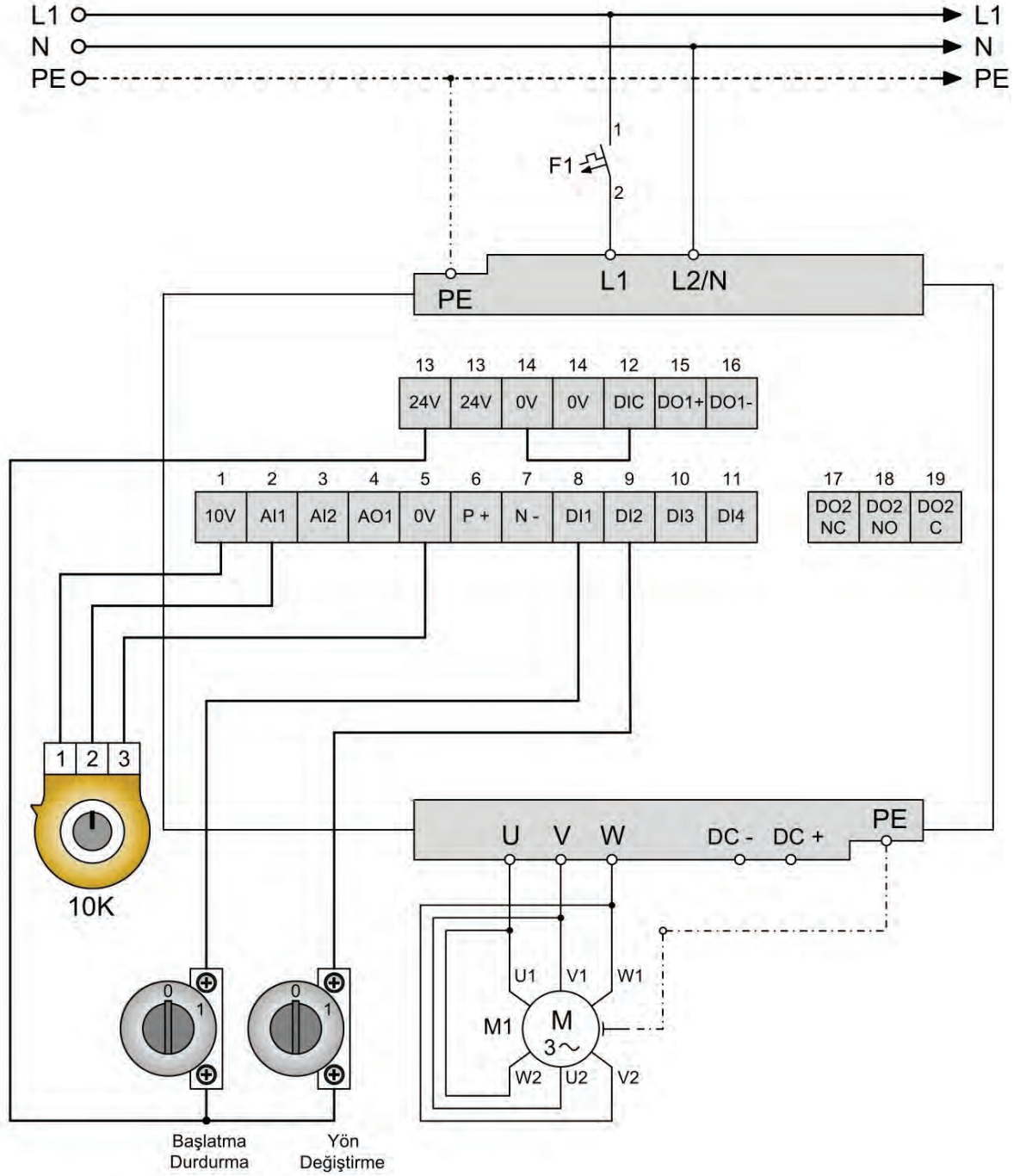
Tablo 2.8: Motor Etiket Bilgileri

KUTUP SAYISI	DEVİR SAYISI	BAĞLANTI ŞEKLİ

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Motorun ileri yönde düşük ve yüksek devirde çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Motorun geri yönde düşük ve yüksek devirde çalışması	20	
İmza :	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AC MOTOR SÜRÜCÜ İLE DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME VE HIZ KONTROLÜ UYGULAMASI

AMAÇ: Uygulamada verilen devre çalışma özelliklerine göre istenen motor sürücülü devre tasarımı yaparak üç fazlı asenkron motorun hızını kontrol etmek.



Görsel 2.28: Bir fazlı motor sürücü ile devir yönü değiştirme ve hız kontrolü

İSTENENLER

Görsel 2.28'deki devrede iki adet kalıcı tip seçici buton ve potansiyometre kullanılarak üç fazlı asenkron motorun devir yönü değiştirilerek hız kontrolü gerçekleştirilecektir.

- Kullanılan malzeme listesini çıkararak listeye yazınız.
- Çalışma için gerekli parametreleri sürücü üzerinden ayarlayınız.
- Kalkış hızlanma (rampa kalkış) süresini 5 sn. olarak ayarlayınız.
- Durma yavaşlama (rampa iniş) süresini 2 sn. olarak ayarlayınız.
- Kesik çalışma (jog) hızını 5 Hz olarak ayarlayınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

PARAMETRE LİSTESİ**KULLANILACAK PARAMETRELER**

Parametre	Parametre Açıklaması	Yeni Değer	Değer Açıklaması
P0010			
P0100			
P0304			
P0305			
P0307			
P0308			
P0310			
P0311			
P1900			

Kullanılacak motora uygun motor sürücü seçildikten sonra motor bilgilerinin tanıtılması gerekir. Yukarıda yer alan parametrelere, kullanılacak motor etiket bilgilerine uygun değerler girilir.

BAĞLANTIYA AİT PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	Bağlantı Ayarı	Değer Açıklaması
P0003	Parametre erişim seviyesi	1	2	Genişletilmiş erişim yetkisi
P0700	Başlangıç komut kaynağı seçimi	1	2	Terminal (klemens)
P0701	Dijital giriş 1 (DI1) işlevini seçer.	0	1	ON fwd
P0702	Dijital giriş 2 (DI2) işlevini seçer.	0	12	Reverse (ters yön)
P0727	2/3 kablolu kontrol yöntem seçimi	0	1	2 tel kontrol ON Fwd + Reverse
P1000	Frekans (hız) bilgisi ayar seçimi	1	2	Analog giriş 1 ayar noktası

İSTEĞE BAĞLI KULLANILACAK PARAMETRELER

Parametre	Parametre Açıklaması	Fabrika Ayarı	İstenen Değer
P1080	Minimum frekans (Hz)	0	
P1082	Maksimum frekans (Hz)	50	
P1120	Kalkış hızlanma (rampa) süresi (sn.)	10	5
P1121	Durma yavaşlama (rampa) süresi (sn.)	10	2
P1058	Kesik çalışma (jog) frekansı (Hz)	5	5
P1060	Kesik çalışma (jog) kalkış hızlanma süresi (sn.)	10	
P1061	Kesik çalışma (jog) durma yavaşlama süresi (sn.)	10	

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Sürücüye uygun giriş bağlantısının yapılması	10	
2	Motora uygun bağlantının seçilerek yapılması	10	
3	Butonların bağlantılarının yapılması	10	
4	Potansiyometre bağlantısının yapılması	10	
5	Devrenin malzeme listesinin çıkartılması	10	
6	Motor bilgilerinin parametrelerle ayarlanması	10	
7	Bağlantıya ait parametrelerin ayarlanması	10	
8	Uygulamada istenen kalkış ve duruş parametrelerinin ayarlanması	10	
9	Devrenin çalıştırılması ve kontrolleri	10	
10	Devrenin iş güvenliği kurallarına uygun sökülerek malzemelerin teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :

Sınıfı-No. :

İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :

İmza :

Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Asenkron motorların çalışmaya başladıkları ilk anda şebekeden çektiği akıma kalkınma akımı, yol alma akımı veya kalkış akımı denir.
2. (...) Etiketinde yıldız 380 V yazan motora yıldız üçgen yol verilebilir.
3. (...) Asenkron motorlarda devir, frekans ile ters; kutup sayısı ile doğru orantılıdır.
4. (...) Çift devirli motorlarda faz sargısı giriş uçları (1U-1V-1W) ve orta uçlar (2U-2V-2W) ile işaretlenir.
5. (...) Çift devirli motorlar genellikle 1U-1V-1W uçlarına enerji verilirse düşük devirle ve 2U-2V-2W uçlarına enerji verilip (1U-1V-1W) uçları köprülenirse yüksek devirle çalışır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Gücü tan büyük motorlara yol verme yöntemleri uygulanır.
7. Motor sürücüler, hız kontrolünün yanında işlemi de yapabilir.
8. Motor sürücülerinde filtrelenmiş DC'nin üç fazlı AC'ye dönüştürüldüğü kısma denir.
9. Motor sürücüler genel olarak 200-240 V AC bir faz girişli veya V AC üç faz girişli olarak yapılır.
10. P1032 parametresi motorun değiştirir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

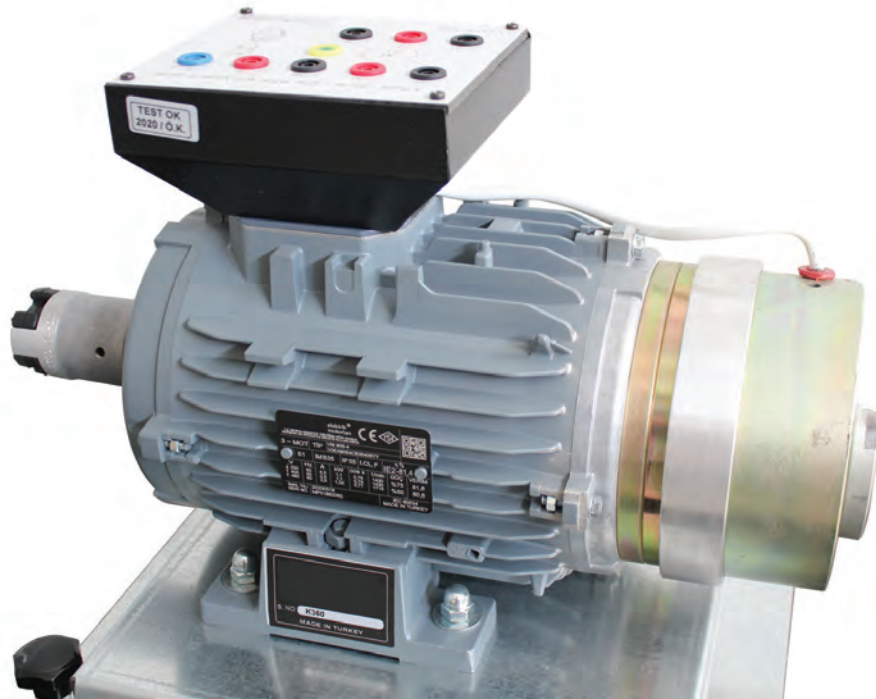
İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Gücü 5 Hp'den küçük motorlarda kullanılabilen yol verme yöntemidir.	A	Soft starter ile yol verme
12.	()	Kalkış ve duruşlarda devreye giren yumuşak yol verici cihazla yapılan yol verme yöntemidir.	B	Sürücü ile yol verme
13.	()	Motor sargı çıkış uçlarının köprülenmesi, sonra da sargıların çıkış-girişe bağlanması ile yapılan yol verme yöntemidir.	C	Dahlender bağlantı
14.	()	Frekansı değiştirerek yapılan yol verme yöntemidir.	D	Direkt yol verme
15.	()	Kutup sayısının azaltılıp çoğaltılarak farklı devirlerin elde edildiği bağlantıdır.	E	Yıldız-üçgen yol verme
			F	Çift devirli yol verme

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisinde asenkron motorun ilk anda çektiği akımın, anma akımının yaklaşık kaç katı olduğu doğru olarak verilmiştir?
A) 2 B) 1-2 C) 3-6 D) 10-15 E) 20
17. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorun herhangi bir gerilim düşürme yöntemi kullanılmadan yol verilmesidir?
A) Direkt B) λ/Δ C) Sürücüyle D) Soft starterla E) Yumuşak yol vericiyle
18. Aşağıdakilerden hangisi 50 Hz frekansa sahip bir şebekeye bağlanan dört kutuplu asenkron motorun devridir?
A) 3000 devir/dk. B) 1500 devir/dk. C) 1000 devir/dk. D) 750 devir/dk. E) 600 devir/dk.
19. Aşağıdakilerden hangisi bağlantı makrolarını sembolize eden harfleri doğru olarak veren seçenektir?
A) AP B) PA C) AC D) DC E) Cn
20. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorların ilk anda çektiği aşırı akımın sonucudur?
A) Motor daha hızlı çalışır. B) Motor devri alçalıp yükselir.
C) Devir yönü değişir. D) Şebekede gerilim düşümlerine neden olur.
E) Motor sargılarının soğutulmasını sağlar.



ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME 3. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

3.1. FRENLEME SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

3.2. FRENLEME ÇEŞİTLERİ

3.3. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DİNAMİK FRENLEMEYLE DURDURULMASI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Asenkron motorlarda frenleme ve frenleme çeşitleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Asenkron motorlarda frenleme ve frenleme çeşitleri hakkında ne biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Frenleme, balatalı frenleme, dinamik frenleme, frenleme gerilimi.

3.1. FRENLEME SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Motorun durdurma butonuna basıldığında ani olarak durmasına **frenleme** denir. Motorların enerjisi kesildikten sonra rotor ataletinden dolayı bir süre daha dönüşünü sürdürür. Hâlbuki bazı motorların hemen durması istenir. Özellikle büyük güçlü motorların ebatlarından dolayı durma süreleri de uzundur. Bilhassa seri imalatla durma süresi büyük önem taşır. Bu tip iş yerlerinde frenleme yapılarak zamandan kazanılır ve daha çok iş yapılır.

Frenleme sistemlerinin temel amacı hareket sistemini hızlı, güvenli ve daha kısa sürede durdurmaaktır. Ayrıca bu sistemler motor milini belirli bir konumda sabitlemek için de kullanılır. Frenleme sistemi kullanılan motorlarda durma süresi kısaltılarak sistemin verimi artırılır (Görsel 3.1).

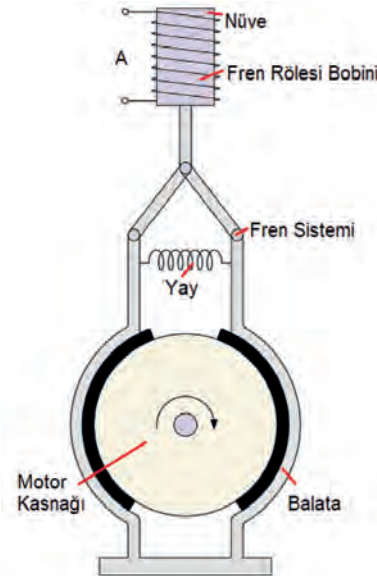


Görsel 3.1: Motorun frenlemeli ve frenlemesiz durma süreleri

3.2. FRENLEME ÇEŞİTLERİ

Asenkron motorlarda frenleme için çeşitli yöntemler kullanılır. Genel olarak kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

Balatalı (Mekanik) Frenleme: İki adet balata aracılığıyla motor kasmağının sıkılarak durdurulmasına **balatalı frenleme** denir. Frenlemede kullanılan en basit yöntemdir. Genellikle asansör ve vinçlerde kullanılan balatalı frenleme, motor fabrikaları tarafından özel olarak üretilen motorlara uygulanır. Bu sistemde kullanılan ekipman çeşidi fazladır ve balatalar değişim gerektirdiğinden maliyeti yüksektir (Görsel 3.2).



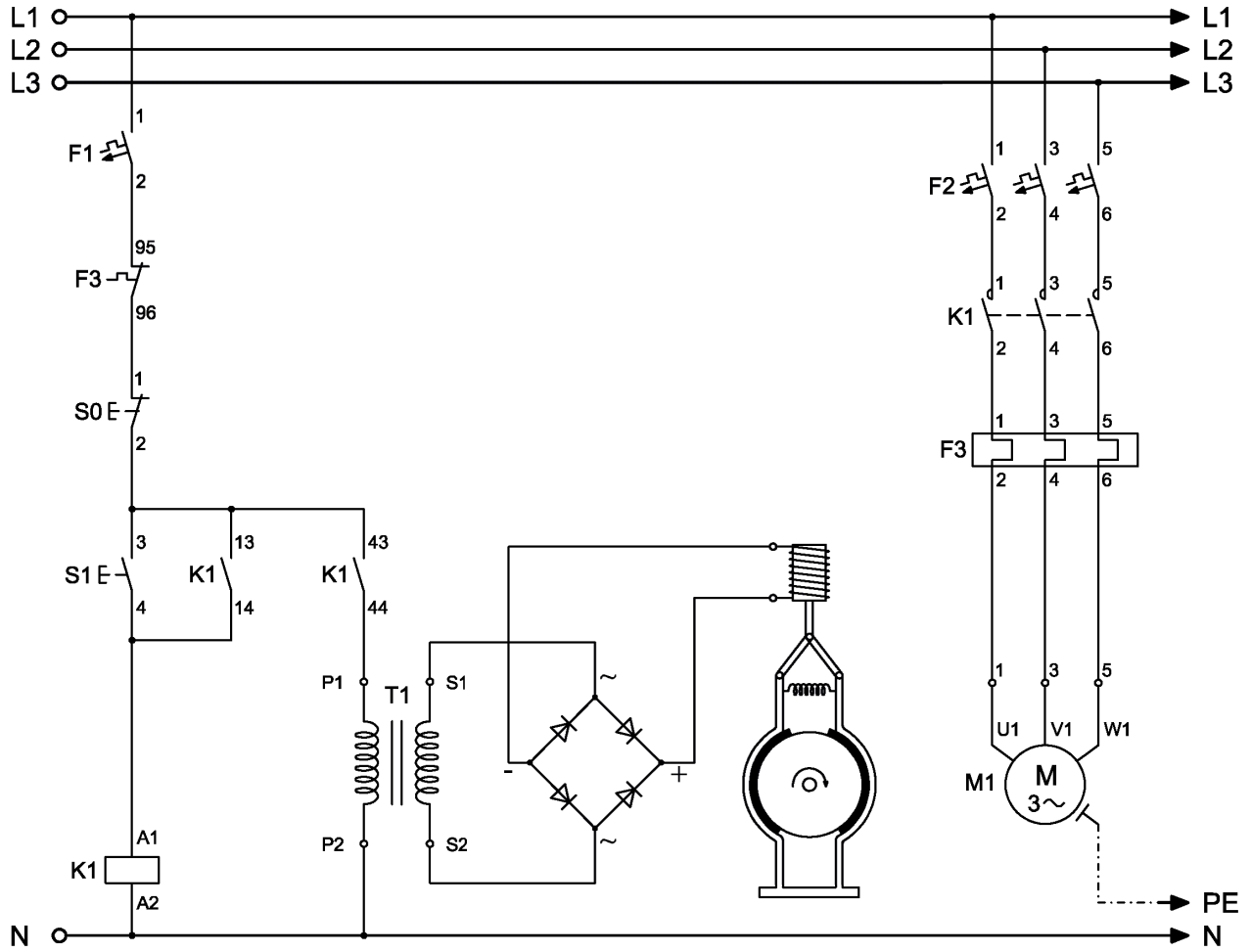
Görsel 3.2: Balatalı frenleme sistemi

Dinamik (Elektriksel) Frenleme: Şebeke enerjisi kesildikten sonra stator sargılarına doğru gerilim uygulanmasıyla yapılan frenleme çeşididir. DC gerilim uygulanmasıyla stator sargılarında düzgün ve sabit bir manyetik alan meydana gelir. Rotor sabit manyetik alan içinde kendi ataleti ile dönmeye devam ettiğinden rotor çubuklarında bir EMK indüklenir. Geçen kısa devre akımından dolayı N-S kutupları oluşur. Rotor kutupları ile stator kutuplarının birbirini etkilemesi sonucunda rotor kısa sürede durur.

Ani Durdurma: Motorun döndürme momentini ters yönde çevirerek miline aksi yönde döndürme momenti uygulamaya yani motorun devir yönü değişirken durdurulması işlemine **ani durdurma** denir. Her motor için uygun bir yöntem değildir. Özellikle büyük güçlü motorlara uygulanamaz. Çünkü motorun döndürdüğü yükte sakıncalı değerlerde mekanik gerilimler doğar.

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru balatalı frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 3.3: Üç fazlı asenkron motorun balatalı frenleme ile durdurulması

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16A	2 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Stop butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK kontak)	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, balata montajlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.3'te verilen devrede S1 butonuna basıldığında, K1 kontaktörü enerjilenerek devreyi mühürler. Transformatöre seri bağlı normalde açık K1 kontağı kapanarak doğrultma devresi üzerinden motorun frenleme bobinini enerjilendirir. Nüvenin enerjilenmesiyle motor kasnağını sıkı balatalar kasnağı serbest bırakır ve motor çalışmaya başlar.

S0 stop butonuna basılınca K1 kontaktörünün ve dolayısıyla frenleme bobininin enerjisi kesilir. Balatalar kasnağı tekrar sıkarak motoru ani olarak durdurur.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.3).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.3).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basarak motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Stop (S0) butonuna basarak motorun frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
9. Devrenin enerjisini kesin.
10. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Görsel 3.3'te verilen devreyi ANSI normuna göre çizin.
2. Hangi motorlara balatalı frenleme uygulanabilir? Yazınız.



KOD=19557

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı—Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20	
Adı—Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Devrenin çalışmasının yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN			100

3.3. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DİNAMİK FRENLEMEYLE DURDURULMASI

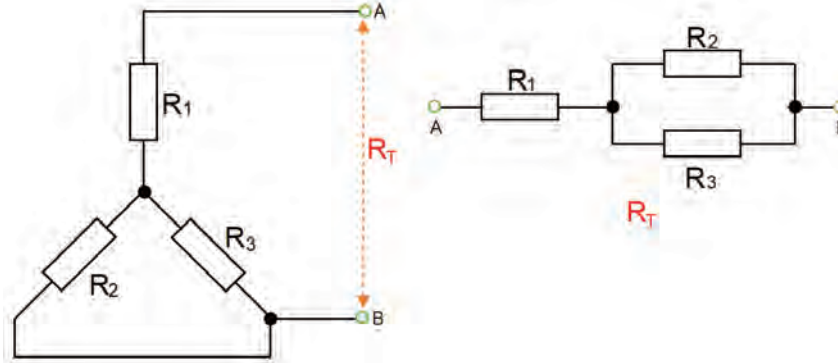
Dinamik frenleme, stator sargılarına uygulanan DC gerilimle yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, frenleme geriliminin sargılara zarar vermeyecek değerde olmasıdır. Büyük güçlü motorların ebatlarından dolayı durma süreleri uzundur. Aynı şekilde küçük güçlü motorlar da daha kısa sürede durur. Bu nedenle motor gücüne göre frenleme gerilim değeri değişir.

3.3.1. Dinamik Frenlemede Motora Uygulanan Gerilimin Hesaplanması

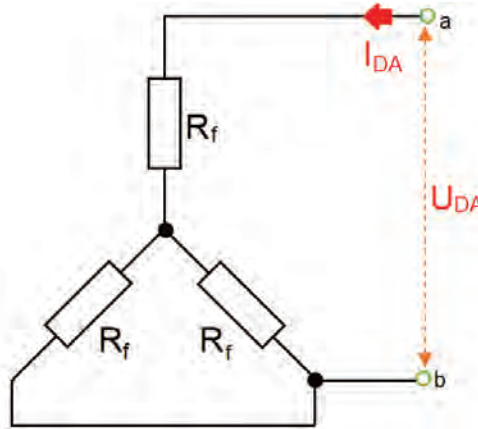
Asenkron motora uygulanan DC gerilim değeri arttıkça motor sargılarından geçen akım artar ve frenleme süresi kısalır. Ancak fazla gerilim verilmesi stator sargılarının ısınmasıyla yanma riskinin ortaya çıkmasına sebep olur. Bu sebeple sargılara taşıyabileceği değerde gerilim uygulanmalıdır.

3.3.1.1. Yıldız Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması

Dinamik frenleme gerilimi hesabı için önce motorun bir faz sargısı omik direnci ölçülür. Görsel 3.4'te görüldüğü gibi eş değer direnç bulunur. Verilen formüllerle frenleme gerilim değeri hesaplanır.



Görsel 3.4: Yıldız bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve eş değer direnç hesabı



Görsel 3.5: Yıldız bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve dinamik frenleme hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_f \quad R_T = 1,5 \times R_f$$

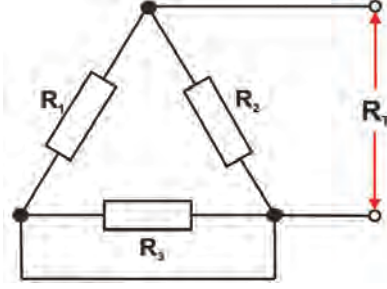
$$U_{DA} = I_{DA} \times R_T \quad U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f$$

$$P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA}$$

Formüle göre

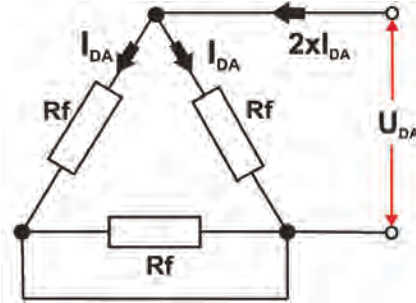
R_1, R_2, R_3	: Motor sargı dirençleri (Ω)
R_f	: Motorun bir faz sargısının omik direnci (Ω)
R_T	: Motorun üç faz sargısı toplam (eş değer) direnci (Ω)
U_{DA}	: Motora uygulanacak doğru gerilimin değeri (V)
I_{DA}	: Motor sargılarından geçecek doğru akım değeri (A)
P_{DA}	: Doğru akım kaynağının gücü (W)

3.3.1.2. Üçgen Bağlı Motorun Dinamik Frenleme Geriliminin Hesaplanması



Görsel 3.6: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve eş değer direnç hesabı

$$R_1 = R_2 = R_3 \quad R_T = (R_2 \times R_3) / (R_2 + R_3) \quad R_T = 0,5 \times R_1$$



Görsel 3.7: Üçgen bağlı motorun iki ucunun kısa devre edilmesi ve dinamik frenleme hesabı

$$\begin{aligned} R_1 = R_2 = R_3 = R_f & \quad R_T = 0,5 \times R_f \\ U_{DA} = 2 \times I_{DA} \times R_T & \quad U_{DA} = I_{DA} \times R_f \\ P_{DA} = 2 \times U_{DA} \times I_{DA} & \end{aligned}$$

Örnek: Etiket değerleri 3,3 kW, Δ 380 V, 7,5 A, $\cos \phi = 0,83$ ve 2850 devir/dk. 50 Hz olan üç fazlı asenkron motorun bir faz sargısı omik direnci 3,9 Ω olarak ölçülmüştür. Motora uygulanacak doğru gerilimin değerini ve doğru akım kaynağının gücünü bulunuz.

Çözüm: Devre üçgen bağlıdır. Bir fazdan geçen akım aşağıdaki şekilde bulunur.

$$I_f = I_h / 1,73 = 7,5 / 1,73 = 4,3 \text{ A}$$

Motor yıldız olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f = 4,3 \times 1,5 \times 3,9 = 25,15 \text{ V}$$

$$P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA} = 25,15 \times 4,3 = 108,14 \text{ W}$$

Motor üçgen olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{DA} = I_{DA} \times R_f = 4,3 \times 3,9 = 16,77 \text{ V}$$

$$P_{DA} = 2 \times U_{DA} \times I_{DA} = 2 \times 16,77 \times 4,3 = 144,22 \text{ W}$$

Örnek: Etiketinde Δ 380 V, 7 A, $\cos \phi = 0,85$, 3,5 kW ve 2850 devir/dk. 50 Hz yazılı motorun U1-U2 uçlarında 4 Ω ölçülmüştür. Motora frenleme için uygulanacak doğru gerilimin değerini ve kaynağın gücünü bulunuz.

Çözüm: Devremiz üçgen bağlıdır. İlk olarak bir fazdan geçen akım bulunur.

$$I_f = I_h / 1,73 = 7 / 1,73 = 4,04 \text{ A}$$

Motor yıldız olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f = 4,04 \times 1,5 \times 4 = 24,24 \text{ V}$$

$$P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA} = 24,24 \times 4,04 = 97,92 \text{ W}$$

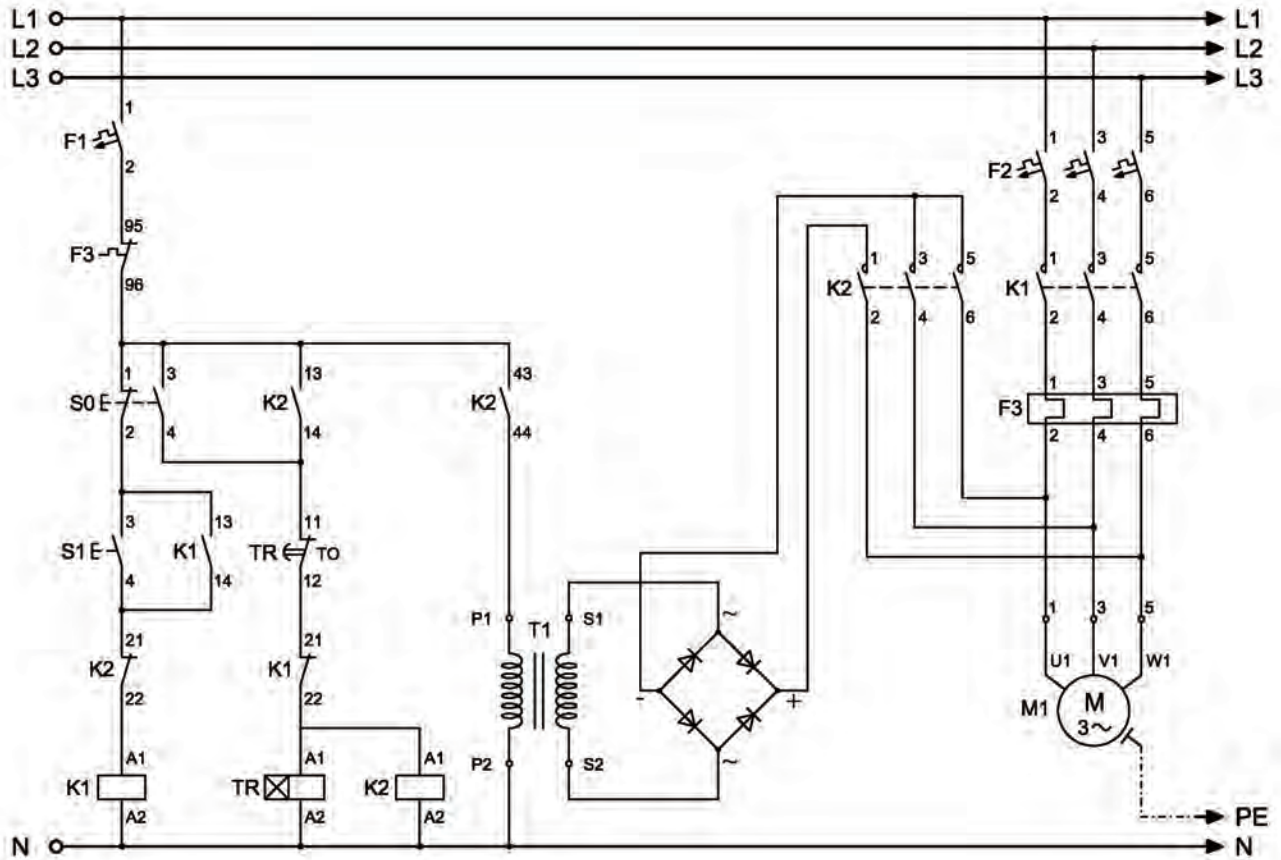
Motor üçgen olarak bağlandığında uygulanacak olan DC gerilim ve güç aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{DA} = I_{DA} \times R_f = 4,04 \times 4 = 16,16 \text{ V}$$

$$P_{DA} = 2 \times U_{DA} \times I_{DA} = 2 \times 16,16 \times 4,04 = 130,57 \text{ W}$$

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru düz zaman rölesi kullanarak dinamik frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



GörSEL 3.8: Düz zaman röleli dinamik frenleme devresi

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	1 adet
Jog butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK + 1 NA kontak)	1 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.8'de verilen devrede S1 butonuna basıldığında K1 kontaktörü enerjilenerek devreyi mühürler ve güç kontaklarının kapanmasıyla motor çalışmaya başlar.

Motoru durdurmak için S0 stop butonuna basıldığında zaman rölesi ve K2 dinamik frenleme kontaktörü enerjilenir. Kontaktör kontakları konum değiştirir. Kapanan K2 kontağı S0 butonunu mühürlerken normalde kapalı K2 kontağı ise açılarak K1 kontaktörünün enerjisini keser. Açılan K1 güç kontakları motoru şebeke-den ayırır.

Transformatöre seri bağlı K2 kontağının kapanmasıyla primer sargılarına şebeke gerilimi uygulanır. Sekonderden alınan gerilim, köprü doğrultmaç ile doğrultulur ve elde edilen DC gerilim K2 güç kontakları üzerinden motora uygulanır. Motor dinamik frenlemeyle durur.

Frenleme süresi sonunda zaman rölesinin kumanda devresindeki TR kapalı kontağı açılarak K2 kontaktörü ve zaman rölesini devreden çıkarır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.8).
4. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
5. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.8).
6. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
7. Start (S1) butonuna basarak motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
8. Stop (S0) butonuna basarak motorun frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
9. Ayarlanan sürenin sonunda zaman rölesi ve K2 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
10. Devrenin enerjisini kesiniz.
11. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

SORULAR

1. Görsel 3.8'de verilen devreyi ANSI normuna göre çiziniz.
2. Devrede zaman rölesinin kullanım amacını açıklayınız.

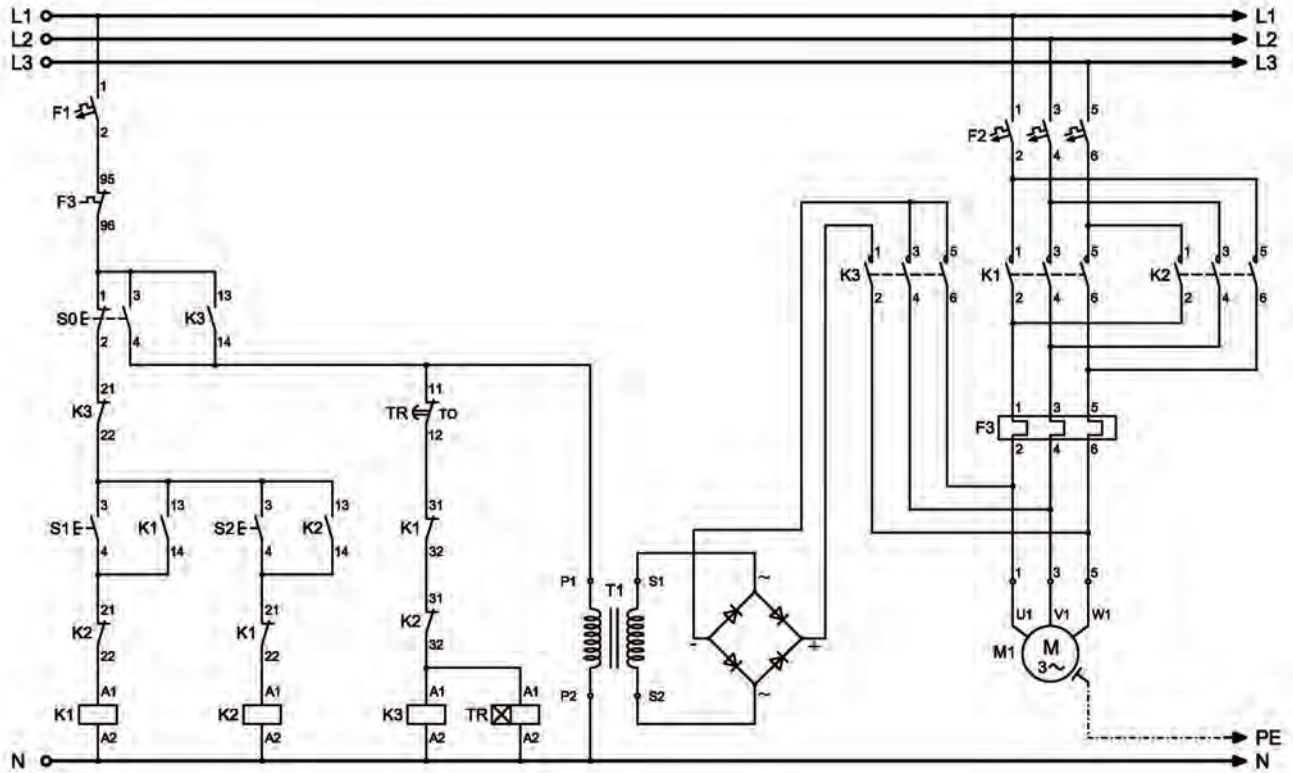


KOD=19560

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20	
Numarası	:	2	Kumanda devresinin çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Güç devresinin çalıştırılması	20	
İmza	:	5	Dinamik frenlemenin yapılması	20	
		TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: İleri-geri yönde çalışan üç fazlı asenkron motoru düz zaman rölesi kullanarak dinamik frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 3.9: İleri-geri yönde çalışan düz zaman röleli dinamik frenleme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	3 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	2 adet
Jog butonu	Yay geri dönüşlü (1 NK + 1 NA kontak)	1 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.9'da verilen devrede S1 butonuna basıldığında motor ileri yönde, S2 butonuna basıldığında geri yönde döner. İleri veya geri yönde çalışan motoru durdurmak için S0 durdurma butonuna basıldığında zaman rölesi ve K3 kontaktörü enerjilenir. K3 kontaktör kontakları konum değiştirerek devreyi mühürler ve güç kontakları üzerinden motora doğru gerilim uygular. Motor dinamik frenlemeyle durur. Frenleme süresi sonunda açılan TR kontağı, K3 kontaktörünü ve zaman rölesini devreden çıkartarak frenlemeyi sonlandırır.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.9).
4. Düz zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.9).
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motoru ileri yönde çalıştırınız.
9. Stop (S0) butonuna basarak motorun dinamik frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
10. Ayarlanan süre sonunda zaman rölesi ve K3 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
11. Start (S2) butonuna basarak motoru geri yönde çalıştırınız.
12. Stop (S0) butonuna basarak motorun dinamik frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
13. Ayarlanan sürenin sonunda zaman rölesi ile K3 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
14. Devrenin enerjisini kesiniz.
15. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

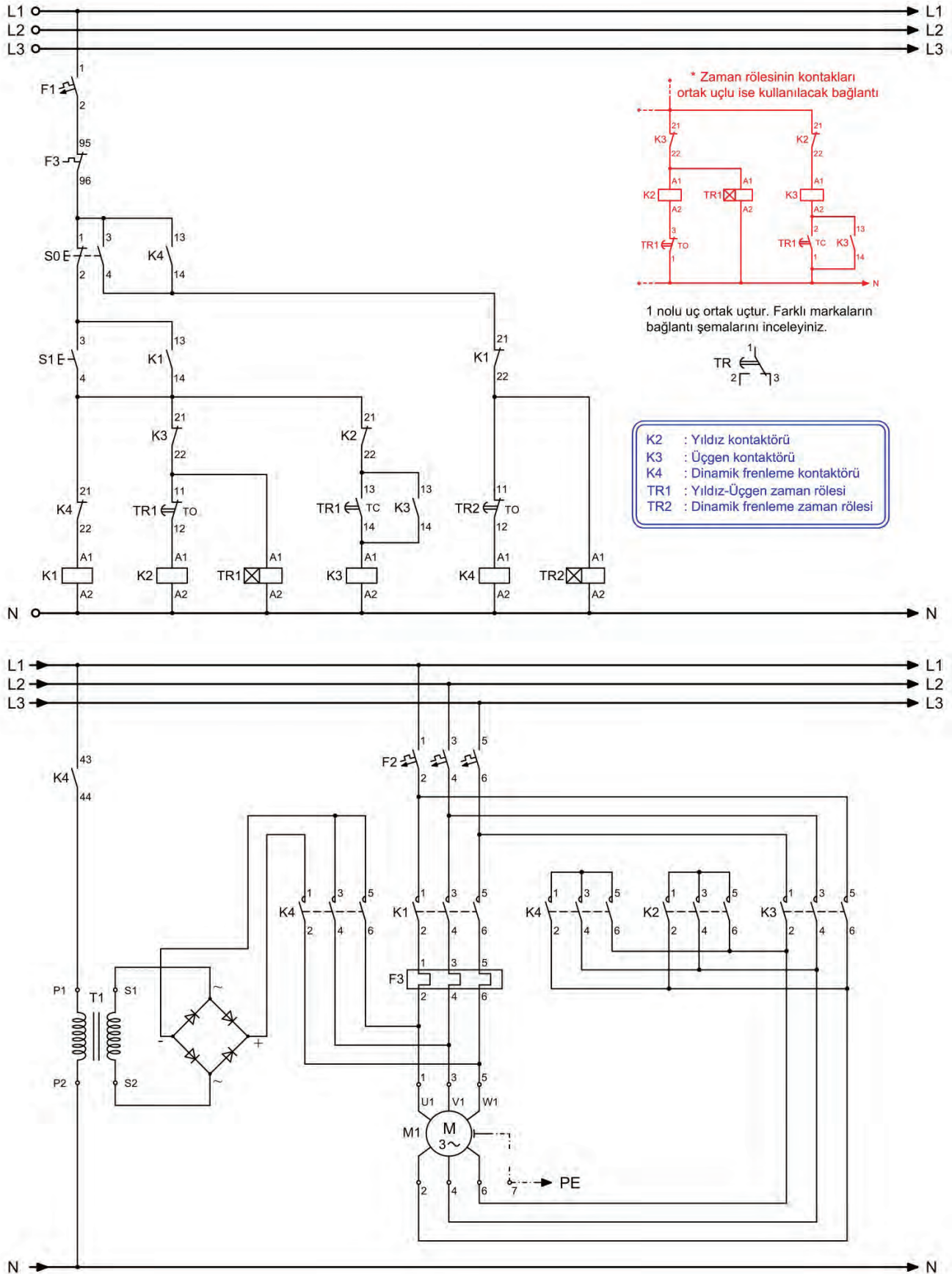
SORULAR

1. Görsel 3.9'da verilen devreyi ANSI normuna göre çiziniz.
2. Balatalı frenlemeyle dinamik frenlemenin farkını açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME		
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Güç devresinin bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Motorun ileri yönde çalıştırılması ve frenlenmesi	20
Adı-Soyadı :	4	Motorun geri yönde çalıştırılması ve frenlenmesi	20	
İmza :	5	Devrenin yorumlanması	20	
	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Yıldız-üçgen yol verilen üç fazlı asenkron motoru dinamik frenleme ile durdurmak.

DEVRE ŞEMASI



MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	B 1x16A	1 adet
W otomat sigorta	C 3x16A	1 adet
Start butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA kontak)	2 adet
Jog butonu	Yay geri dönüşlü (1 NA + 1 NK kontak)	1 adet
Kontaktör	4 kW	4 adet
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Transformatör	220 V/12-24 V	1 adet
Doğrultmaç	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida vb.	-

DEVRENİN ÇALIŞMASI

Görsel 3.10'da verilen devrede S1 butonuna basıldığında motor yıldız olarak çalışmaya başlar ve TR1 zaman rölesi ile ayarlanan sürenin sonunda üçgen çalışmaya geçer. Jog (S0) butonuna basıldığında K4 frenleme kontaktörü devreye girerek motora DC uygular. Motor dinamik frenleme ile frenlenir ve TR2 zaman rölesi ile ayarlanan sürenin sonunda K4 kontaktörü ve TR2 zaman rölesi devreden çıkar.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Deney seti üzerindeki devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
3. Kumanda devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.10).
4. TR1 ve TR2 düz zaman rölelerinin zaman ayarlamasını yapınız.
5. Öğretmen kontrolünde kumanda devresine enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. Güç devresinin bağlantılarını devre şemasına göre yapınız (Görsel 3.10).
7. Devreye öğretmen kontrolünde enerji veriniz.
8. Start (S1) butonuna basarak motora yıldız-üçgen yol veriniz.
9. Stop (S0) butonuna basarak motorun dinamik frenlemeyle durduğunu gözlemleyiniz.
10. Ayarlanan sürenin sonunda zaman rölesi ile K4 kontaktörünün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
11. Devrenin enerjisini kesiniz.
12. Kumanda kablolarını jak kısımlarından tutarak sökünüz ve düzenli bir şekilde toplayarak teslim ediniz.

**SORULAR**

1. Görsel 3.10'da verilen devreyi ANSI normuna göre çiziniz.
2. Dinamik frenleme süresi neye göre belirlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresi bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Güç devresi bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Motorun yıldız-üçgen çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Motorun dinamik frenlenmesi	20	
İmza :	5	Motora uygulanan DC gerilim hesabının açıklanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN OTOMATİK FRENLENMESİ

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun belirli bir süre sonunda otomatik olarak dinamik frenlenmesi devresini kurmak ve devreyi çalıştırmak.

İSTENENLER: Üç fazlı asenkron motor 30 sn. çalıştıktan sonra otomatik olarak dinamik frenlenecektir. Devre şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkarınız. Motor sargı direncini ölçünüz. Motor etiket bilgilerine göre frenleme gerilimini hesaplayınız. Deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız. Devreyi test ediniz.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Malzeme listesinin çıkartılması	10	
3	Motor sargı direncinin ölçülmesi	10	
4	Frenleme geriliminin hesaplanması	10	
5	Devre elemanlarının sağlamlığının kontrol edilmesi	10	
6	Devre elemanları arası kablo bağlantılarının yapılması	10	
7	Kumanda devresinin hatasız çalışması	10	
8	Motorun çalışması	10	
9	Motorun dinamik frenlenmesi	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Frenlemenin amacı hareket sistemini hızlı, güvenli ve daha kısa sürede durdurmaktır.
2. (...) Balatalı frenlemede motora DC uygulanır.
3. (...) Büyük güçlü motorların ebatlarından dolayı durma süreleri uzundur.
4. (...) Ani durdurma yöntemi büyük güçlü motorlarda uygulanır.
5. (...) En basit frenleme yöntemi mekanik frenlemedir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Frenleme sistemi kullanılan motorlarda boşta çalışma ve ölü zaman bölgelerinin azaltılması ile sistemin artırılır.
7. Motorun döndürme momentini ters yönde çevirerek miline aksi yönde döndürme momenti uygulamaya denir.
8. Genellikle asansörlerde ve vinçlerde kullanılan frenleme frenlemedir.
9. Asenkron motora uygulanan gerilim değeri arttıkça frenleme süresi
10. Dinamik frenleme gerilimi hesabı için önce motorun bir faz sargısı ölçülür.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Yıldız bağlı motorlarda eş değer direnç formülüdür.	A	$P_{DA} = U_{DA} \times I_{DA}$
12.	()	Motorun bir faz sargısının omik direnç ifadesidir.	B	$U_{DA} = I_{DA} \times R_f$
13.	()	Yıldız bağlı motorlarda, DC kaynağının gücünü veren formülüdür.	C	$U_{DA} = I_{DA} \times 1,5 \times R_f$
14.	()	Üçgen bağlı motorlarda, frenleme gerilimini veren formülüdür.	D	R_f
15.	()	Yıldız bağlı motorlarda, frenleme gerilimini veren formülüdür.	E	R_T
			F	$R_T = 3 \times R_f$
			G	$R_T = 1,5 \times R_f$

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi mekanik frenlemede kullanılan frenleme elemanıdır?

- A) Kontaktör B) Röle C) Zaman rölesi D) Balata E) Aşırı akım rölesi

17. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenlemede sargılara aşırı gerilim uygulanması sonucu ortaya çıkan sakıncadır?

- A) Frenleme süresinin kısalması B) Frenleme süresinin uzaması
C) Frenleme olmaması D) Sargı dirençlerinin artması
E) Sargıların ısınarak yanma riskinin ortaya çıkması

18. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenleme devrelerinde, frenleme geriliminin elde edilmesini sağlayan elemandır?

- A) Transformatör B) Kontaktör C) Zaman rölesi D) Aşırı akım rölesi E) Stator sargıları

19. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenleme devrelerinde, DC gerilimin elde edilmesini sağlayan elemandır?

- A) Kontaktör B) Doğrultmaç C) Zaman rölesi D) Aşırı akım rölesi E) Stator sargıları

20. Aşağıdakilerden hangisi dinamik frenleme için yanlıştır?

- A) Frenleme için sargılara DC uygulanır. B) Elektriksel frenleme yöntemidir.
C) Mekanik frenleme yöntemidir. D) Yıldız bağlı motorlara uygulanabilir.
E) Üçgen bağlı motorlara uygulanabilir.



4

PNÖMATİK SİSTEMLER

4. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

- 4.1. PNÖMATİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI
- 4.2. PNÖMATİK DEVRE SEMBOLLERİ
- 4.3. PNÖMATİK DEVRE ŞEMASININ ÇİZİLMESİ
- 4.4. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE DEVRE KURULUMU
- 4.5. PNÖMATİK SİSTEM KURULUMU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Pnömatik devre elemanları, devre çizimi ve simülasyonu ile devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

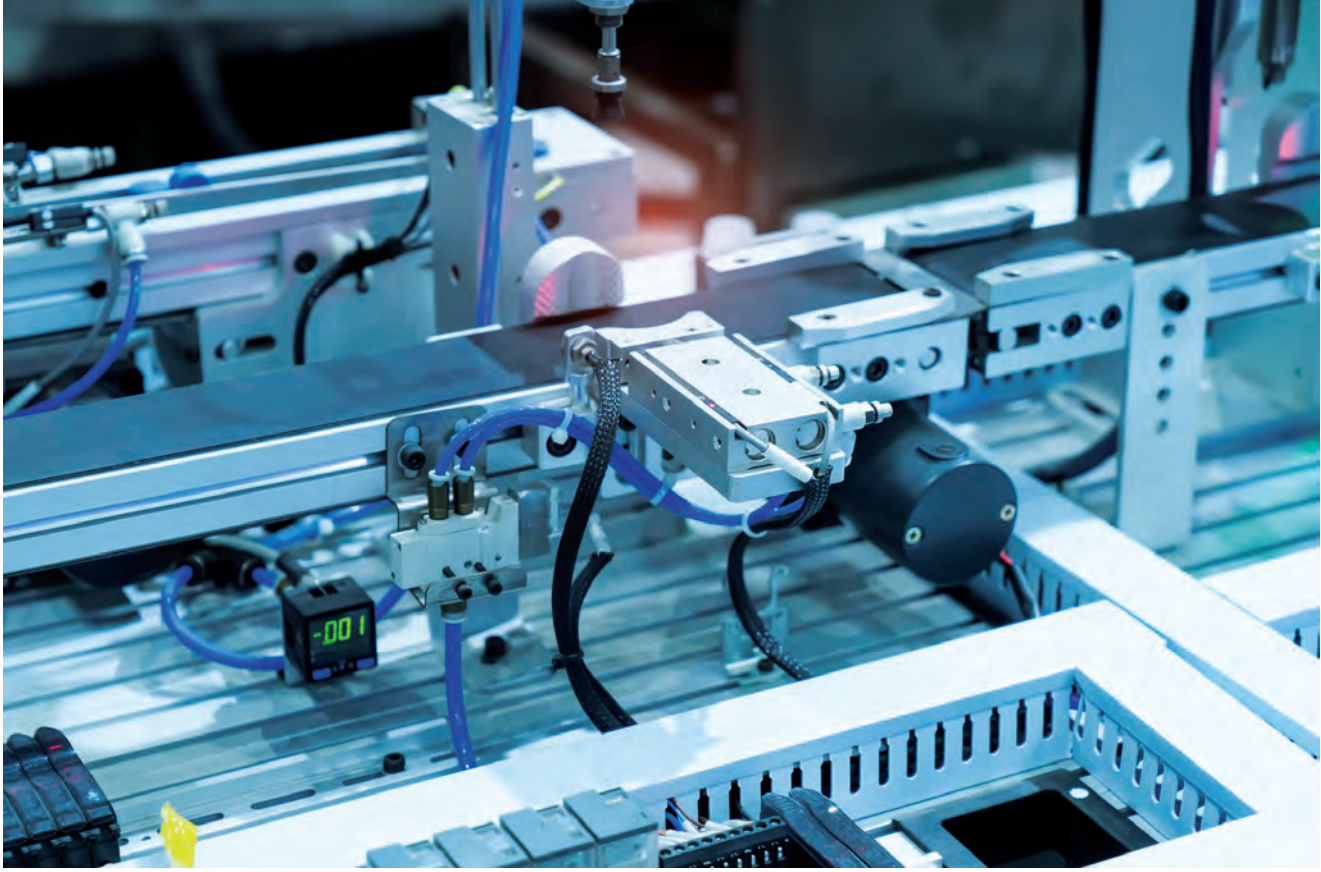
Pnömatik devre elemanları ve devre kurulumuyla ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Pnömatik sistem, kompresör, hava tankı, şartlandırıcı, manometre, piston, silindir, pnömatik devre simülasyonu ve simülasyon yazılımı , numaralandırma, hortum, valf, doğrudan ve dolaylı kontrol, yol adım diyagramı.

4.1. PNÖMATİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI

Basınçlı havanın kullanıldığı kumanda sistemlerine **pnömatik sistemler** denir. Pnömatik sistemlerde sıkıştırılmış hava gücüyle kumanda ve iş elemanları çalıştırılır. Günümüzde özellikle otomasyon sistemlerinde kullanımı artmıştır (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Pnömatik sistem

Basınçlı hava temiz bir enerji kaynağı olduğundan çevreye zarar vermez. Basınçlı hava sistemiyle yüksek hızlara ulaşılabilir. Devre elemanları ucuzdur ve devre elemanlarının yapıları oldukça basittir. Bir pnömatik sistem; enerji, iş ve kumanda elemanları ile bunlar arasında hava akışını sağlayan hava hattından oluşur.

Pnömatik sistemlerde akışkan olarak hava, hidrolik sistemlerde sıvı ve elektrik sistemlerinde elektrik akımı kullanılır. Bu sistemler sanayi tesislerinde tek başına veya ortak kullanılabilir. Sistemlerin karşılaştırılması Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Pnömatik, Hidrolik ve Elektrik Sistemlerinin Karşılaştırılması

PNÖMATİK SİSTEMLER	HİDROLİK SİSTEMLER	ELEKTRİK SİSTEMLER
Enerjinin maliyeti yüksektir.	Enerjinin maliyeti yüksektir.	Enerjinin maliyeti düşüktür.
Enerjinin iletimi yavaştır.	Enerjinin iletimi yavaştır.	Enerjinin iletimi hızlıdır.
Enerji kompresörle depolanır.	Enerji tankla depolanır.	Enerji akülerde depolanır.
Kuvvetleri sınırlıdır.	Büyük kuvvetler elde edilebilir.	Büyük kuvvetler elde edilebilir.
Çalışma hızları yüksektir.	Çalışma hızları orta düzeylidir.	Devir sayısı sınırlıdır.
Düşük verimlidir.	Yüksek verimlidir.	Yüksek verimlidir.
İşletme maliyeti yüksektir.	İşletme maliyeti yüksektir.	İşletme maliyeti düşüktür.
Hava enerjisi kuvvet enerjisine dönüşür.	Sıvı enerjisi kuvvet enerjisine dönüşür.	Elektrik enerjisi birçok enerji türüne dönüşebilir.

Pnömatik sistemde havanın hazırlanması, depolanması, dağıtılması, yönlendirilmesi ve kullanılması aşamalarında pek çok devre elemanı kullanılır. Devrede iş yapan elemanlara **iş elemanı** denir. Silindirler ve pnömatik motorlar iş elemanıdır. İş elemanını kontrol etmek için kullanılan elemanlara da **kumanda elemanı** denir. Valfler de kumanda elemanıdır.

4.1.1. Kompresörler

Atmosfer havasını sıkıştırarak basınçlı hava üreten makinelere **kompresör** denir. Kompresörler pnömatik sistemin hava hazırlayıcılarıdır. Normal havanın endüstriyel sistemlerde iş yapma gücü yoktur. Havaya bu gücü kazandıran sıkıştırma yani basınç kazandırma işlemidir. Bu işlem kompresörlerle yapılır.



Görsel 4.2: Kompresör

Kompresörler, mekanik enerjiyi pnömatik enerjiye dönüştür. Mekanik hareket, bir veya üç fazlı elektrik motorlarıyla sağlanır. Motordan alınan hareketle, bir filtre üzerinden emilen hava kompresör içinde küçük bir hacme hapsedilir ve belirli oranlarda sıkıştırılır. Sıkıştırma oranına bağlı olarak basınç yükselir. İstenen basınç oranına ulaşıldığında çalışma durdurulur (Görsel 4.2).

4.1.2. Hava Tankları

Pnömatik enerjinin depolanması amacıyla kullanılan basınçlı depolara **hava tankı** denir. Kompresörlerle üretilen hava bu tanklarda depolanır. Hava tankı üzerinde havanın kontrolünü sağlayan basınç anahtarı, basınç göstergesi, emniyet ve boşaltma valfi gibi elemanlar bulunur.

Hava tanklarındaki basınç, maksimum ve minimum olmak üzere iki ayrı değere ayarlanır. Basınç maksimum değere ulaştığında tank üzerinde bulunan elektrikli basınç anahtarı kompresörün çalışmasını durdurur. Hava basıncı minimum değere düştüğünde yine basınç anahtarı yardımıyla kompresör tekrar çalışmaya başlar ve tanka hava gönderir.



Görsel 4.3: Basınçlı hava tankı ve kompresör

4.1.3. Hava Şartlandırıcı

Havanın çalışma şartlarına hazır hâle gelmesini sağlayan elemanlara **şartlandırıcı** denir. Şartlandırıcı; filtre, basınç ayarlayıcı ve yağlayıcı olmak üzere üç elemanın birleşmesinden oluşur. İhtiyaca göre bu elemanlardan sadece biri, ikisi ya da üçü birden kullanılabilir (Görsel 4.4).



Görsel 4.4: Şartlandırıcı

Şartlandırıcının girişinde bulunan filtre, kullanıcıya gelmeden önce havanın filtrelenmesini sağlar. Filtreden çıkan hava, gösterge üzerinden basınç ayarlayıcıya gelir. Burada basınç değişimleri önlenerek kullanıcılara sabit basınçta hava verilir. Son olarak yağlayıcıya giden havanın içine, yağın zerrecikler hâlinde karıştırılması sağlanır. Şartlandırıcıdan çıkan hava, istenen çalışma şartlarına gelmiştir ve kullanıma hazırdır.

4.1.4. Manometre

Basınç değerini ölçen ölçü aletlerine **manometre** denir. Manometreler; çaplarına, bağlantı türlerine, ölçüm aralıklarına, çalışma sistemine göre burdon tüplü ve diyaframalı gibi çeşitlere ayrılır. En çok kullanılan manometre türü burdon tüplü manometredir (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Manometre

4.1.5. Pnömatik Silindirler (Pistonlar)

Basıncı hava enerjisini, doğrusal itme veya çekme hareketine dönüştüren pnömatik iş elemanlarına **silindir (piston)** denir. Pnömatik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürür. Silindir borusu, piston kolu ve sızdırmazlık elemanlarından meydana gelir (Görsel 4.6).



Görsel 4.6: Silindirin yapısı

4.1.5.1. Silindir Çeşitleri

Tek Etkili Silindirler: Basınçlı havanın tek yönde hareket oluşturduğu silindirlerdir. Tek hava girişi vardır. Bu girişten verilen havayla piston kolu ileri yönde hareket eder. Kolun geri dönüşü için ayrıca hava verilmez. Geri dönüş bir yay ya da yükün kendi ağırlığıyla sağlanır. Hava tüketimi çift etkili silindirlerden daha düşüktür.

Çift Etkili Silindirler: Basınçlı havanın çift yönde hareket oluşturduğu silindirlerdir. İki hava girişi vardır. Bir girişten hava verildiğinde piston kolu ileri yönde, diğer girişten hava verildiğindeyse geri yönde hareket eder. Uygulamada en çok kullanılan silindir çeşididir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Çeşitli silindirler

Diğer Silindirler: Tandem, döner, piston kolsuz, körüklü, yataklı gibi farklı silindir çeşitleri de vardır.

4.1.6. Pnömatik Motorlar

Basınçlı hava enerjisini dairesel dönme hareketine çeviren elemanlara **pnömatik motor** denir. Elektrik akımının istenmediği durumlarda kullanılır.

Pnömatik motorların avantajları aşağıda verilmiştir.

- Kirli, tozlu ve nemli her türlü ortamda rahatlıkla kullanılabilir.
- Devir sayıları çok yüksektir (350.000 devir/dk. gibi).
- Hız ayarı sınırsızdır.
- Hafiftir ve boyutları küçüktür.
- Bakımları kolaydır ve fiyatları uygundur.

Pnömatik motor çeşitleri aşağıda verilmiştir.

- Radyal ve eksenel pistonlu motorlar
- Paletli (kanatlı) hava motorlar
- Dişli hava motorları
- Türbin tipi motorlar

4.1.7. Pnömatik Valfler

Hava akışının kontrolünü sağlayan elemanlara **valf** denir. Valfler havanın yönünü, akışını ve basıncını kontrol eder. Her özelliğe uygun valf çeşidi vardır (Görsel 4.8). Valf çeşitleri aşağıda açıklanmıştır.



Görsel 4.8: Çeşitli pnömatik valfler

4.1.7.1. Yön Kontrol Valfleri

Havanın yönünü düzenleyen valflerdir. Yön kontrol valfleri, çalışma sırasında açılıp kapanarak gelen havayı yönlendirir. Havanın akış yönünü belirler ve işi biten havanın atmosfere atılmasını sağlar. Pnömatik sistemlerde en çok kullanılan valflerdir. Çeşitleri aşağıda verilmiştir.

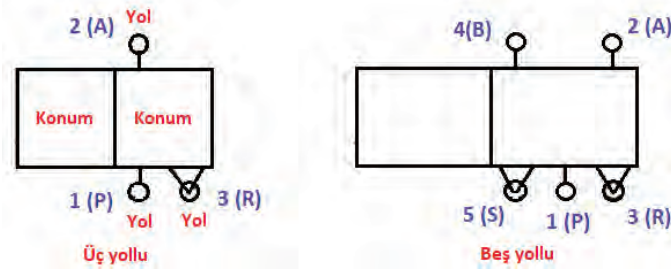
Yol ve Konumuna Göre Yön Kontrol Valfleri

Konum: Yön kontrol valfinin hava geçişini düzenleyen durumudur. Valf, hava geçişi sırasında açılıp kapanarak farklı konumlar alır ve havanın geçmesini, durmasını ya da tahliye edilmesini sağlar. Sembollerde konumlar karelerle gösterilir. İki kareyle gösterilen bir valf, iki; üç kareyle gösterilen valf, üç konumludur (Görsel 4.9). Valfin açılıp kapanmasına **konum değiştirme** denir.



Görsel 4.9: Yön kontrol valflerinde konum

Yol: Yön kontrol valfine yapılan bağlantı sayısına **yol** denir. Valf gelen hava, yollar sayesinde girip çıkar. Sembollerde yollar, konum karelerine bitişik çizgilerle gösterilir. Üç çizgiyle gösterilen bir valf, üç; beş çizgiyle gösterilen valf beş yolludur. Çizgi uçlarındaki daire simgesi havanın girişini ve çıkışını, üçgen simgesi tahliye hattını gösterir (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: Yön kontrol valflerinde yol

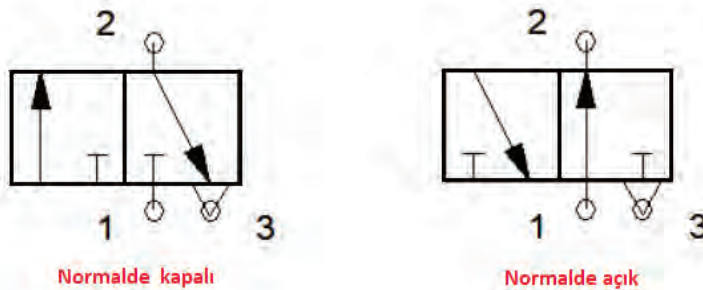
Valfe giren, valften çıkan ve tahliye eden hava hatları rakam veya harfle isimlendirilir (Görsel 4.10). İsimlendirmede kullanılan rakam ve harfler Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Valflerde Hava Hattının İsimleri

HATTIN ADI	RAKAMLA	HARFLE
Basınç Hattı	1	P
İş (Çalışma) Hatları	2 – 4	A – B
Tahliye Hatları	3 – 5	R – S
Sinyal (Uyarı) Hatları	10 – 12 – 14	X – Y – Z

Normalde Açık ve Normalde Kapalı Konum: Yolların birbiriyle irtibatı, konum karelerinin içine çizilen bağlantı çizgisi ve oklarla gösterilir. Okun yönü havanın akış yönüdür. Yön kontrol valfleri kullanılmaya hazır durumdayken normalde açık veya normalde kapalı olmak üzere iki hâlde bulunur.

Valfe dışarıdan bir etki olmadan gidiş yolu kapalıysa ve hava valften geçemiyorsa buna **normalde kapalı valf** denir. Normalde kapalı valflerden çıkış almak için valfin uygun kumanda yöntemiyle uyarılması gerekir. Valf dışarıdan bir etki olmadan gidiş yolu açıksa ve hava valften geçerek bir elemana gidiyorsa buna **normalde açık valf** denir (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Yön kontrol valflerinin normalde açık ve normalde kapalı konumu

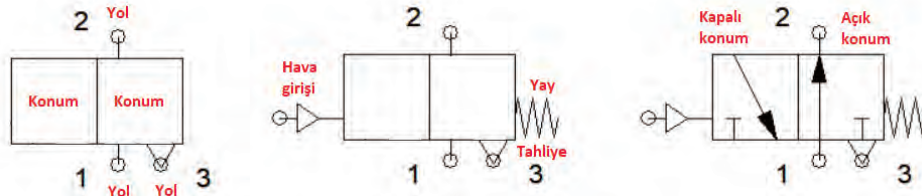
Valflerin Tanımlanması: Yön kontrol valfleri yol ve konum sayısına göre rakamlarla tanımlanır. Tanımlamada önce yol, sonra konum belirtilir. Yol ve konum rakamları arasına "/" işareti konur. Örneğin Görsel 4.11'de verilen valf, üç yollu ve iki konumludur. Dolayısıyla bu valf **3/2** valf diye isimlendirilir. Yol ve konumuna göre en çok kullanılan valf çeşitleri 2/2, 3/2, 5/2 ve 5/3 valflerdir (Görsel 4.12).

2/2 Yön Kontrol Valfleri: İki yollu, iki konumlu valftir. Bir giriş ve bir çıkış olmak üzere iki yola, açık ve kapalı olmak üzere iki konuma sahiptir. Hava hatlarında açma ve kapama amacıyla kullanılır.

3/2 Yön Kontrol Valfleri: Üç yollu, iki konumlu valftir. 2/2 valften farkı, tahliye hattının olmasıdır. Hava akışının başlatılması, durdurulması ve çıkış hattındaki havanın egzozdan boşaltılmasını sağlar. Genelde şartlandırıcı girişlerinde ve tek etkili silindirlere çalıştırılmasında kullanılır.

5/2 Yön Kontrol Valfleri: Beş yollu, iki konumlu valftir. İki adet çıkışa sahiptir. Bu nedenle çift etkili silindirlere ve pnömatik motorların çalıştırılmasında kullanılır. Valfin her konumunda farklı kapılardan egzoz yapılır. Böylece havanın dışarı atılması kolaylaşır. En çok kullanılan valf türüdür.

5/3 Yön Kontrol Valfi: Beş yollu, üç konumlu valftir. 5/2 valften farklı olarak fazladan bir konuma sahiptir. Bu da pistonun istenilen konumda durdurulmasını sağlar.



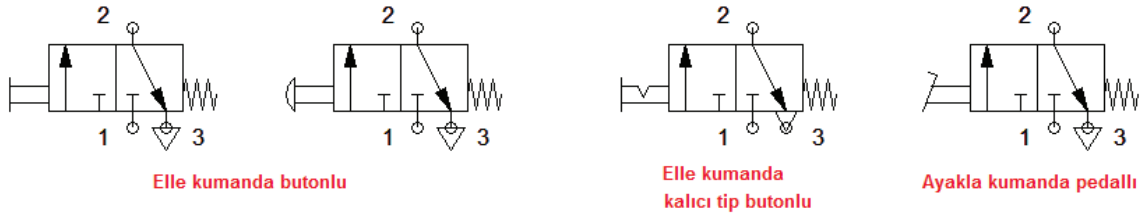
Görsel 4.12: Yön kontrol valfi çeşitleri

Uyarı (Kumanda) Şekline Göre Yön Kontrol Valfleri

Yön kontrol valflerinin istenen işlemleri yapabilmesi için konum değiştirmesi gerekir. Konum değiştirme işlemi aşağıda verilen yöntemlerle yapılır.

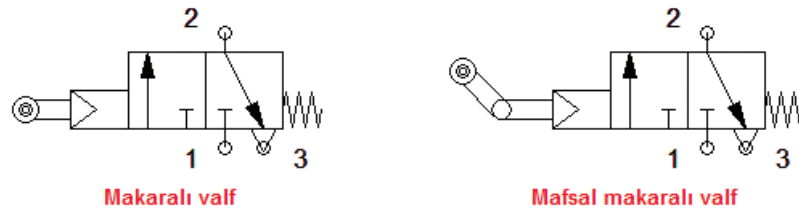
Mekanik Kumanda: Hava sinyalinin mekanik olarak verildiği kumanda şeklidir. Çeşitleri şunlardır:

- **Elle Kumanda:** Yön kontrol valfine uyarı sinyalinin elle verildiği kumanda şeklidir. Normal butonlu ve kalıcı tip butonlu olmak üzere iki çeşittir (Görsel 4.13).
- **Ayakla Kumanda:** Uyarı sinyalinin ayakla verildiği kumanda şeklidir.



Görsel 4.13: Elle ve ayakla mekanik kumanda

- **Makaralı Valfle Kumanda:** Uyarı sinyalinin makaralı valfle verildiği kumanda şeklidir. Makaralı valf, pnömatik sınır anahtarıdır. İş elemanının karşısına yerleştirilir. İş elemanının hareketli kısmı, makaraya çarptığında valf konum değiştirir. Makaralı ve mafsallı makaralı olmak üzere iki çeşittir.



Görsel 4.14: Makaralı valfle kumanda

Pnömatik Kumanda: Kumanda sinyalinin pnömatik olarak yani havayla verildiği kumanda şeklidir. Havayla uyarı verilerek valfin konum değiştirmesi sağlanır. Tek ve çift uyarılı olmak üzere iki çeşittir.

Bobinli Kumanda: Kumanda sinyalinin elektrik bobini yardımıyla verildiği kumanda şeklidir. Bu valflere selenoid denir ve elektropnömatiğin konusudur (Görsel 4.15).



Görsel 4.15: Pnömatik ve bobinle kumanda

4.1.7.2. Akış Kontrol Valfleri

Belli bir kesitten birim zamanda geçen akışkan miktarına **debi** denir. Akış kontrol valfleri, havanın debisini değiştiren ve geçişini kontrol eden valflerdir (Görsel 4.16). Çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Hız Ayar Valfi: Havanın debisini değiştirerek tek veya çift yönlü hız ayarı yapan valflerdir. İş elemanlarına giren ya da elemanlardan çıkan havanın debisini kontrol eder. Kontrol işlemi üzerinde bulunan vida yardımıyla yapılır. Silindir, motor gibi iş elemanlarının hızlarını ayarlamak için kullanılır.

Çek Valf: Havanın tek yönde geçişine izin veren valflerdir. Havanın sisteme girdikten sonra geri dönmesini engeller. Yaylı ve yaysız olmak üzere iki çeşittir.

Tek Yönlü Akış Kontrol Valfi: Hız ayar valfiyle ona paralel olarak yerleştirilmiş çek valften oluşan valftir. İş elemanı hızının tek yönlü ayarlanmasını sağlar. Akış kontrolü üzerindeki vidayla yapılır.

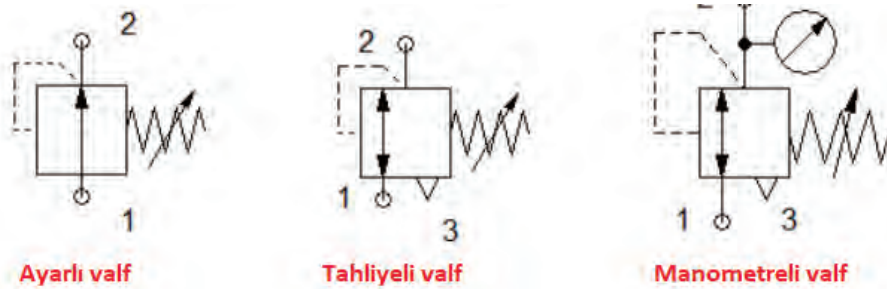
Çabuk Boşaltma (Tahliye) Valfi: Kullanılmış havanın çabuk tahliye edilmesini sağlayan valftir. Doğrudan silindire takılır ve silindirlerin geri dönüşünde akan havayı atmosfere atar.



Görsel 4.16: Akış kontrol valfleri

4.1.7.3. Basınç Kontrol Valfleri

Hava basıncını düzenleyen valflerdir. Pnömatik devre içindeki havanın basıncını ayarlar. Çıkış tarafında basınç düştüğünde hava alarak, basınç arttığında havayı tahliye ederek devre basıncını sabit tutar (Görsel 4.17).



Görsel 4.17: Basınç ayar valfleri

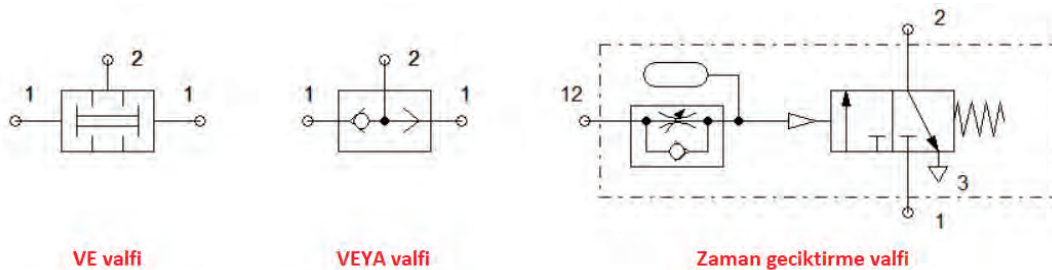
4.1.7.4. Özel Valfler

Hava basıncını düzenleyen valflerdir. Pnömatik devre içindeki havanın basıncını ayarlar. Çıkış tarafında basınç düştüğünde hava alarak, basınç arttığında havayı tahliye ederek devre basıncını sabit tutar (Görsel 4.18).

VE Valfi: VE mantığıyla çalışan valflerdir. İki giriş ve bir çıkışa sahiptir. Ve valfinden çıkış alabilmek için uyarının her iki girişten de verilmesi gerekir. Genellikle güvenlik amacıyla kullanılır (Görsel 4.18).

VEYA Valfi: VEYA mantığıyla çalışan valflerdir. İki giriş ve bir çıkışa sahiptir. Çıkış alabilmek için uyarının herhangi bir girişten verilmesi yeterlidir. VEYA mantığının gerektiği uygulamalarda kullanılır.

Zaman Geciktirme Valfi (Pnömatik Zaman Rölesi): Pnömatik uyarıların geciktirilmesi amacıyla kullanılan valftir. Çek valfli akış kontrol valfi, tank ve 3/2 yön kontrol valfinin birleşmesinden oluşur. Akış kontrol valfi üzerinde bulunan ayar vidası zamanı ayarlamak için kullanılır (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: Özel valfler

4.1.8. Pnömatik Hava Hattı ve Hattın Bağlantı Elemanları

Pnömatik sistemlerde basınçlı havanın dağıtımı boru ya da hortumlarla gerçekleştirilir. Ana dağıtım hattında bakır, çelik ve plastik borular kullanılır. Elemanlar arası dağıtım hattında da plastik hortumlar kullanılır. Plastik hortumlar, kullanım alanına göre farklı çaplarda üretilir.

Hortum ve boru çaplarının adlandırılması dış çaplarına göre yapılır. Tablo 4.3'te çeşitli hortum ölçüleri görülmektedir. Genel uygulamalarda kullanılan hortumlar 10 bar basınca dayanacak yapıda üretilir. Özel uygulamalarda daha yüksek basınca dayanıklı hortum seçilmelidir.

Tablo 4.3: Pnömatik Hortum Çapları

İÇ ÇAP (MM)	DIŞ ÇAP (MM)	ÇALIŞMA BASINCI (BAR)	PATLAMA BASINCI (BAR)
1,5	3	12	36
2	4	25	75
2,5	4	12	36
3	5	13	39
4	6	11	33
5	8	12	36
5,5	8	9	27
6	8	8	24
6,5	10	10	30
7	10	9	27
8	12	10	30
9	12	8	24
9,5	14	10	30
11	16	10	30

Pnömatik devre elemanları, boru ve hortumlara bağlantı elemanlarıyla bağlanır. Bağlantı elemanları sistem verimliliğini belirleyen en önemli etkenlerdendir. Plastik hortumların bağlantısında çabuk bağlantı rakorları kullanılır. Bu bağlantıda hortum rakor içine itilerek bağlantı sağlanır. Sökülmek istendiğinde rakorun ucundaki pula parmakla bastırılıp hortum geri çekilir. Bağlantısının ve sökülmesinin çok az zaman alması, defalarca sökölüp takılmaya elverişli olması en önemli avantajıdır.



Görsel 4.19: Pnömatik elemanların bağlantısı

AMAÇ: Pnömatik devre elemanlarını incelemek ve çalışmalarını kavramak.



Görsel 4.20: Pnömatik devre elemanları

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kompresör ve hava tankı	6 bar	1 adet
Şartlandırıcı		1 adet
Manometre		1 adet
Pnömatik motor		1 adet
Silindir	Tek ve çift etkili silindir	2 adet
Basınç kontrol valfi	Ayarlı, tahliyeli	1 adet
Akış kontrol valfleri	Çek valf, hız ayar, çek valfli akış kontrol	3 adet
Yön kontrol valfleri	3/2, 5/2 elle ve pnömatik kumandalı	4 adet
Özel valfler	Makaralı, mafsallı, VE, VEYA, zaman geciktirme	5 adet
Hortumlar ve bağlantı elemanları	Çeşitli çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Aşağıdaki işlemleri öğretmenin kontrolünde gerçekleştiriniz (Görsel 4.20).
2. Kompresörün özelliklerini, hava bağlantısını ve çalışmasını inceleyiniz.
3. Şartlandırıcıyı inceleyiniz ve şartlandırıcının bağlantı noktalarını belirleyiniz.
4. Manometreyi inceleyiniz ve basıncı ölçünüz.
5. Kompresör üzerindeki basınç ayar valfiyle basıncı ayarlayarak sabitleyiniz.
6. Silindirleri inceleyiniz ve silindirlerin bağlantı noktalarını belirleyiniz.
7. Valfleri inceleyiniz ve valflerin bağlantı noktalarını belirleyiniz.
8. Hortumu ve bağlantı elemanlarını inceleyiniz.
9. Elemanlar arası bağlantıları gerçekleştiriniz.



SORU

1. Valf nedir? Ne amaçla kullanılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kompresörün incelenmesi ve çalıştırılması	20	
Numarası :	2	Şartlandırıcı ve manometrenin incelenmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Silindirlerin incelenmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Valflerin incelenmesi	20	
İmza :	5	Hortum ve bağlantı elemanlarının incelenmesi	20	
TOPLAM PUAN			100	

4.2. PNÖMATİK DEVRE SEMBOLLERİ

Pnömatik devre şema çizimlerinde elemanlar sembollerle gösterilir. Kullanılan semboller uluslararası sembollerdir. Görsel 4.21'de pnömatik devre sembolleri görülmektedir. Verilen semboller dışında pek çok pnömatik devre sembolü bulunmaktadır. Ayrıca bu sembollerin bazıları elektropnömatik devrelerde de kullanılmaktadır.

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
	Basınçlı hava kaynağı		Kompresör		Şartlandırıcı
	Tek etkili silindir		Çift etkili silindir		Hava motoru
	Buton kumandalı 3/2 yön kontrol valfi (Normalde açık)		Tutmalı butonlu 3/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Tutmalı butonlu 5/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)
	Makara kumandalı 3/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Mafsal makaralı 3/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Mesafe cetveli
	Tek hava kumandalı 3/2 yön kontrol valfi (Yay geri dönüşlü)		Tek hava kumandalı 5/2 yön kontrol valfi (Yay geri dönüşlü)		Çift hava kumandalı 5/3 yön kontrol valfi (Yay geri dönüşlü)
	Hız ayar valfi		Tek yönlü akış kontrol valfi		Yaysız ve yaylı çek valf
	Basınç kontrol valfi		Manometreli basınç ayar valfi		Basınç dengeleyici (Normalde açık)
	VE valfi		VEYA valfi		Çabuk boşaltma valfi
	Zaman gecikme valfi (Normalde kapalı)		Zaman gecikme valfi (Normalde açık)		Ayarlanabilir vakum valfi

Görsel 4.21: Pnömatik devrelerde kullanılan semboller

AMAÇ: Pnömatik devre sembollerini teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek ve isimlendirmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	1 adet
Kurşun kalem	0,5 mm B veya 2B uçlu	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet
Gönyeler	45-45-90 ve 30-60-90 ölçülerinde	2 adet
Daire şablonu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.21’de verilen devre sembollerini ve sembollerin açıklamalarını inceleyiniz.
2. Antetli kâğıda sembol tablosunu uygun kalınlıkta çiziniz.
3. Tablo içine uygun ölçülerde sembollerini çiziniz. Sembollerin kendi alanlarına ortalanmasına özen gösteriniz.
4. Sembol açıklamalarını kendi alanlarına yazınız. Yazıların alana uygun yerleştiğinden emin olunuz.
5. Çiziminizde teknik resim kurallarına uyunuz ve norm yazı kullanmaya dikkat ediniz.
6. Sembollerini ve yazıları kontrol ederek çizimlerinizi öğretmeninize teslim ediniz.



SORU

1. Sembollerin çizilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken hususları yazınız.

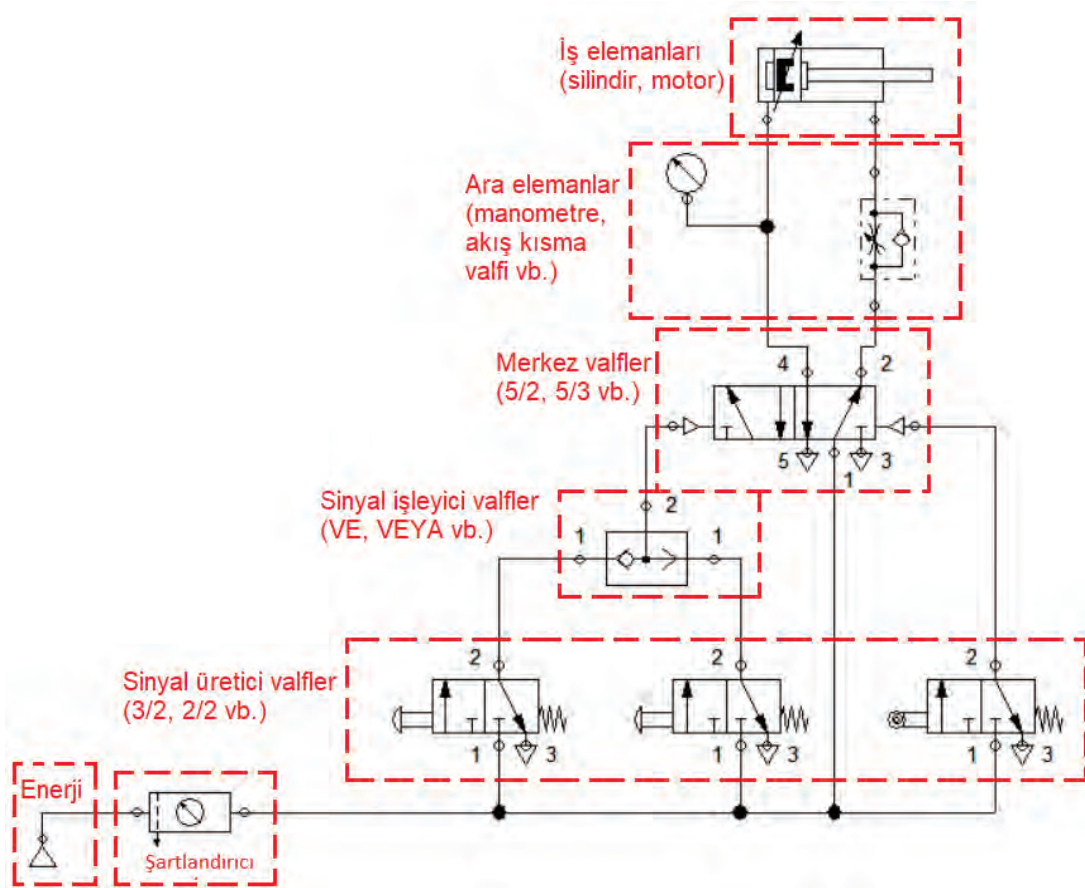
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Tablonun çizilmesi	20	
Numarası :	2	Sembollerin uygun ölçülerde çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Sembol açıklamalarının yazılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Sembol ve yazıların hizalanması	20	
İmza :	5	Yazıların norm yazıyla yazılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

4.3. PNÖMATİK DEVRE ŞEMASININ ÇİZİLMESİ

Pnömatik devre şeması semboller kullanılarak çizilir. Çizilen pnömatik devreye göre kullanılacak elemanlar belirlenir, şema içindeki konumlarına yerleştirilir ve elemanlar arası bağlantılar yapılır. Numaralandırma işlemiyle çizim tamamlanır. Bu süreçte şema okumasını kolaylaştırmak için uyulması gereken bazı kuralları vardır.

4.3.1. Pnömatik Devre Şeması Çizim Kuralları

- Enerji geçişi aşağıdan yukarıya doğrudur.
- Havayı üreten ve hazırlayan kompresör, şartlandırıcı gibi birimler en alta çizilir.
- Kumanda ve kontrol elemanı olan valfler ortada çizilir.
- İş elemanları olan silindirler en üste gelecek şekilde çizilir.
- Aynı görevi gören elemanlar eşit seviyede çizilir.
- Devre elemanları birbirlerine göre ölçekli çizilir.
- Semboller arası mesafe şema okumayı kolaylaştıracak şekilde çizilir.
- Yatay ya da dikey bağlantı hatları 90° açılı çizilir (Görsel 4.22).

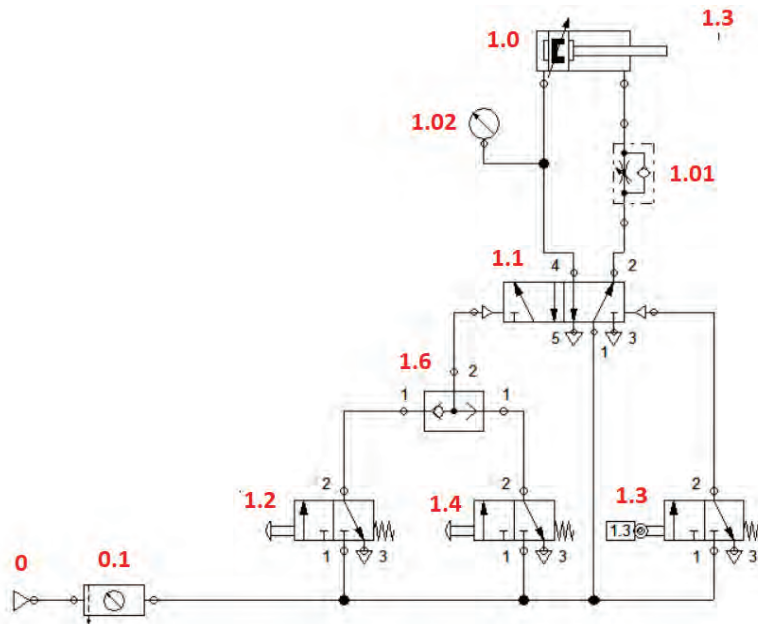


Görsel 4.22: Pnömatik devre şeması

4.3.2. Pnömatik Eleman Numaralandırma Kuralları

Devre şeması çizildikten sonra, devre elemanlarının birbirinden ayrılması ve şemanın okunmasını kolaylaştırmak amacıyla numaralandırma yapılır. Elemanların numaralandırılmasında uluslararası standartlar kullanılır. Numaralandırma kuralları aşağıda verilmiştir.

- Numaralandırmaya silindirlerden başlanır. Devrede tek silindir varsa **1.0** numarası verilir. İkinci silindir varsa **2.0** numarası verilir ve numaralandırma bu şekilde ardışık olarak devam eder.
- Silindire hava gönderen ana (merkez) valfler hava gönderdikleri silindire göre numaralandırılır. Devredeki ilk silindir ana valfi **1.1**, ikinci valf ise **1.2** diye numaralandırılır. İkinci silindir ana valfleri de **2.1** ve **2.2** şeklinde numaralandırılır.
- Silindir ile merkez valf arasındaki elemanlar (akış kısma valfi, manometre vb.) **1.01, 1.02...2.01, 2.02...** şeklinde numaralandırılır.
- Silindir pistonunun ileri hareketinde görevli sinyal valfleri çift rakamlar ile yani **1.2, 1.4, 1.6...2.2, 2.4, 2.6...** şeklinde numaralandırılır.
- Silindir pistonunun geri hareketinde görevli sinyal valfleri de tek rakamlar ile yani **1.3, 1.5, 1.7 ...2.3, 2.5, 2.7...** şeklinde numaralandırılır.
- Enerji kaynağı (kompresör), **0** (sıfır) ve enerji kaynağından sonraki şartlandırıcı da **0.1** şeklinde numaralandırılır (Görsel 4.23).

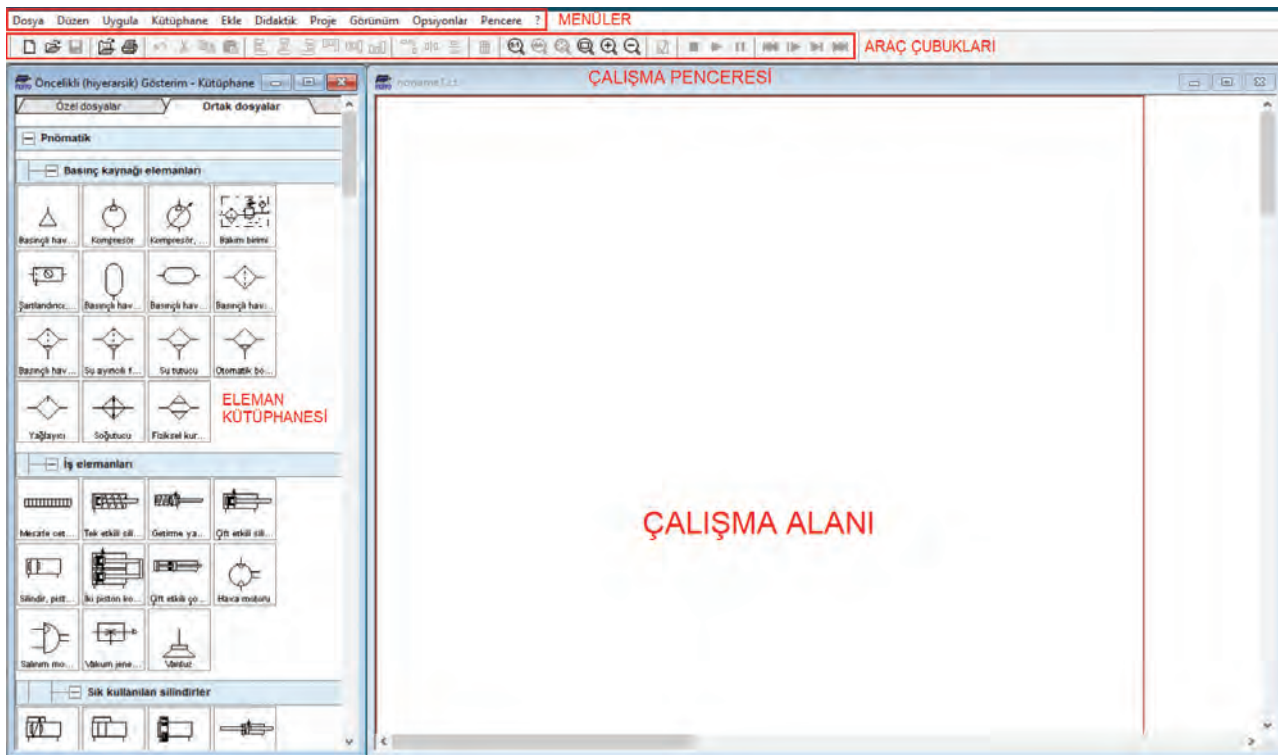


Görsel 4.23: Devre elemanlarının numaralandırılması

4.4. SİMÜLASYON YAZILIMI İLE DEVRE KURULUMU

Bilgisayar programlarıyla, elektronik ortamda pnömatik devreler tasarlanıp çalıştırılabilir ve devrelerin simülasyonu yapılabilir. Elektronik ortamın sanallığı, tüm devre elemanlarına bedelsiz ulaşma, elemanları inceleme ve kayba uğramadan sınırsız kullanabilme kolaylığı sağlar. Devre şemalarının çizimine profesyonellik katarken zaman da kazandırır. Tasarımı yapılan devrenin istendiği kadar test edilmesine imkân verir.

Bu konuda hazırlanmış pek çok program bulunmaktadır. Örnek bir program görsel 4.24'te verilmiştir.



Görsel 4.24: Yazılım ana ekranı

Menüler: Ana menü ve alt menüleri içerir. Devrede üstlendikleri görevlere göre menüler gruplara ayrılmıştır. Her ana menü altında o menünün ayrı bir özelliğini içeren alt menüler bulunur. Bu kısım üzerinden tüm ayar ve uygulama seçeneklerine erişilebilir.

Kısayol Çubuğu: En çok kullanılan menü seçenekleri simge şeklinde kısa yol çubuklarına yerleştirilmiştir. Genelde Dosya, Düzen ve Uygulama menü seçeneklerini içerir. Uygulamalar sırasında kullanım kolaylığı bakımından buradaki simgeler kullanılır.

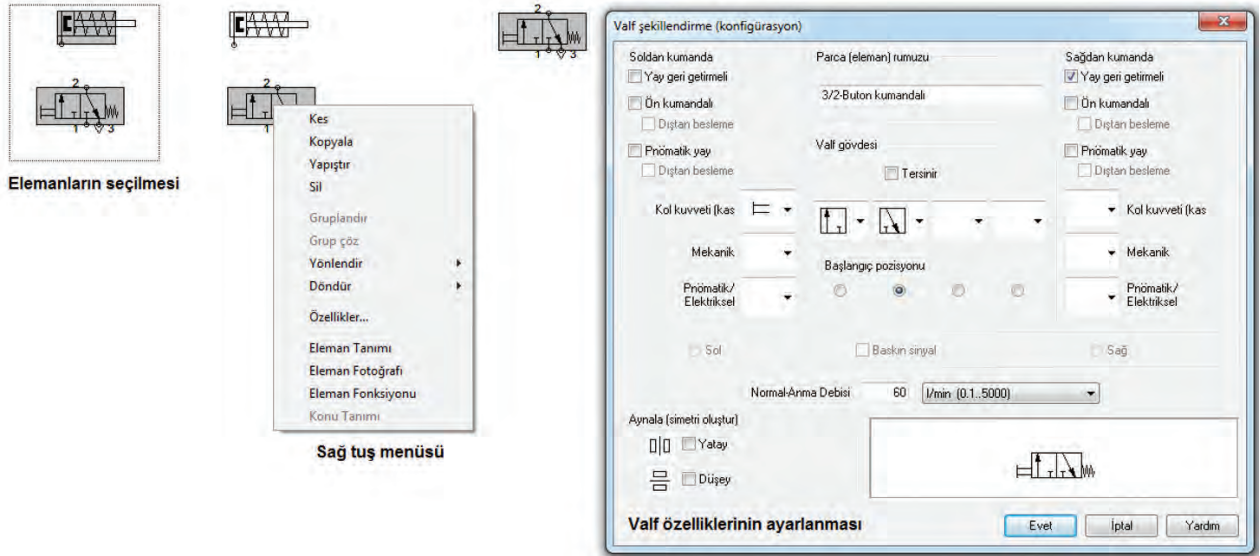
Eleman Kütüphanesi: Programın barındırdığı elemanların tamamını içeren bölümdür. Basınç kaynağı, iş elemanı, valf vb. tüm pnömatik devre elemanları burada gruplandırılmıştır. Devre şemasına göre uygun gruptan seçilen elemanlar sürükleyip bırak yöntemiyle çalışma alanına alınır.

Çalışma Alanı: Pnömatik devre şeması çizim ve simülasyonunun yapıldığı alandır. Kütüphaneden alınan devre elemanı sembolleri, çizim kurallarına uygun olarak çalışma alanına yerleştirilir. Üzerinde gerekli değişiklik ve ayarlar yapılır. Numaralandırma işleminden sonra da simülasyon işlemi gerçekleştirilir.

4.4.1. Simülasyon Yazılımıyla Devre Kurulum İşlemleri

Kurulum devre şemasının çizimiyle başlanır. Elemanlar çalışma alanına alınarak üzerinde istenen değişiklikler ve numaralandırma işlemleri yapılır. Bağlantı hatları oluşturularak çizim tamamlanır. Hata kontrolü yapıldıktan sonra simülasyon gerçekleştirilir.

4.4.1.1. Devre Elemanlarıyla İlgili Temel İşlemler



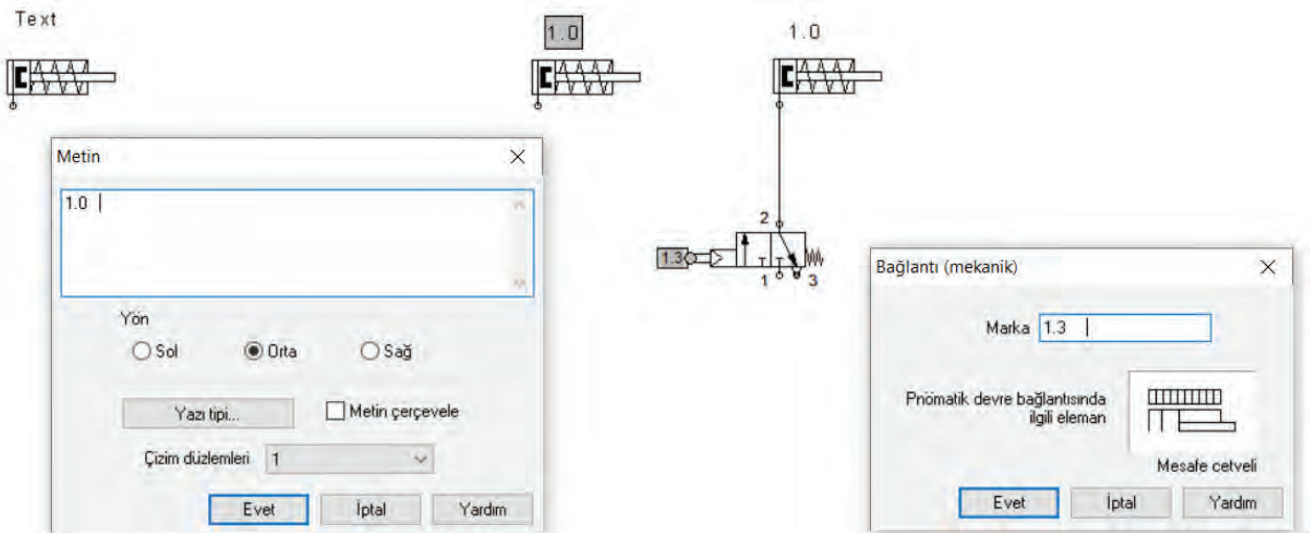
Görsel 4.25: Elemanların seçimi, sağ tuş menüsü ve valf özelliklerinin ayarlanması

Elemanların Seçilmesi: Silme, kopyalama, taşıma vb. işlemler için çalışma alanındaki bir veya birden fazla eleman seçilebilir. Tek eleman seçimi üzerine sol tıklanarak, birden fazla elemanın seçimiye sol tuşa basıp elemanlar çerçeve içine alınarak gerçekleştirilir. Seçilen elemanın rengi değişir (Görsel 4.25).

Sağ Tuş Menüsü İşlemleri: Sağ tuş menüsü genellikle bir veya birden fazla seçili eleman üzerinde işlem yapmak için kullanılır. Kesme, kopyalama, yapıştırma, silme, döndürme, yönlendirme ve eleman özelliklerinin ayarlanması gibi işlemler yapılabilir (Görsel 4.25).

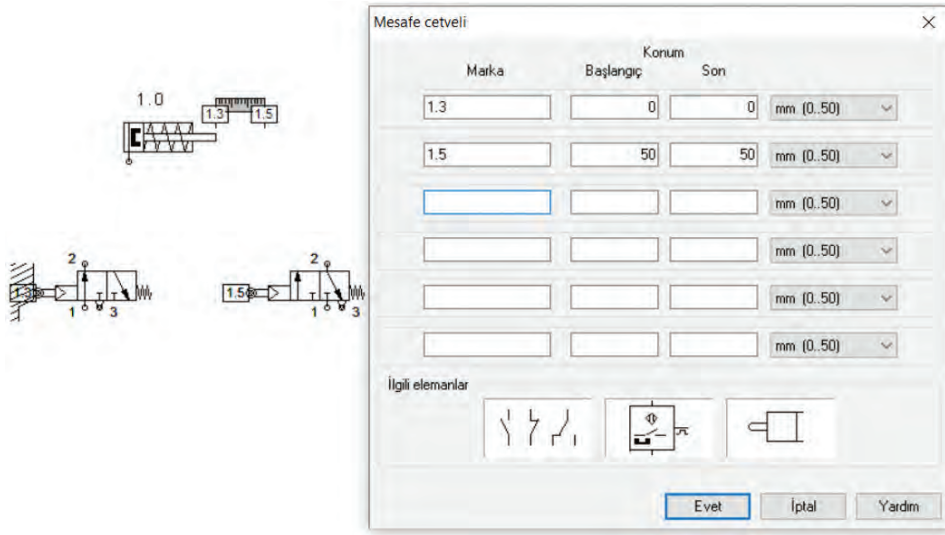
Valf Özellikleri ve Ayarlanması: Valfler çalışma alanına alındıktan sonra kumanda şekli, başlangıç konumu, yay geri getirme gibi özelliklerin ayarlanması gerekebilir. Bunun için eleman üzerine çift tıklanır veya sağ tuş menüsünden özellikler seçeneği seçilerek gerekli ayarlar yapılır (Görsel 4.25).

Elemanların Numaralandırma İşlemi: Numaralandırma işlem kütüphaneden alınan Text (Yazı) sembolüyle yapılır. Sembol elemanın üzerine getirilerek çift tıklanır ve istenen rakam açılan pencerede ilgili alana yazılır (Görsel 4.26). Pnömatik sınır anahtarlarının numaralandırılması makaranın ucuna çift tıklanarak yapılır. Normal numaralandırma yapılırsa mesafe cetveliyle ilişkilendirme gerçekleşmez (Görsel 4.26).



Görsel 4.26: Elemanların numaralandırması

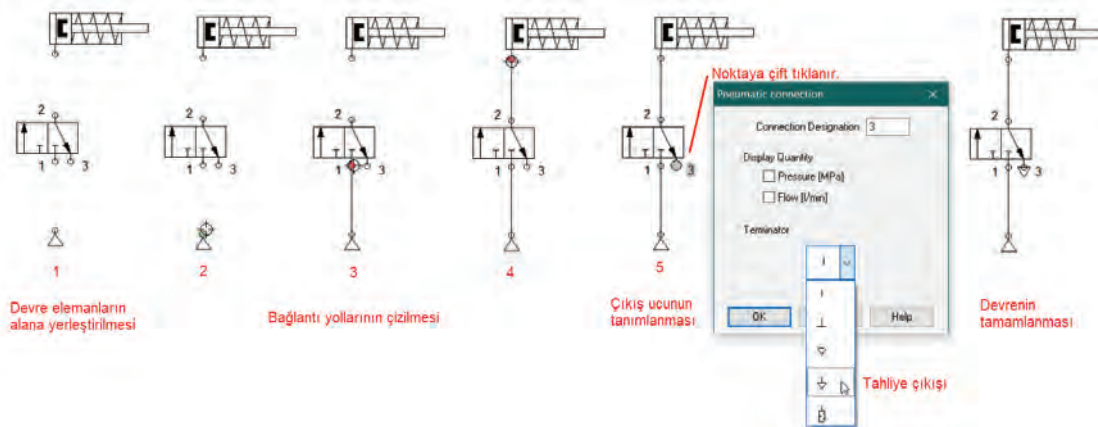
Mesafe Cetvelinin Ayarlanması: Mesafe cetveli, makaralı valfin silindirden uzaklığını gösteren cetveldir. İş elemanları kütüphanesinden alınarak silindirin ucuna konur. Üzerine çift tıklanarak açılan pencereden valflerin isimleri ve piston mesafeleri yazılır. Silindir çalışıp bu sınır değerine ulaştığında makaralı valf konum değiştirir. Genellikle 0 (sıfır) ve maksimum konum tanımlanır (Görsel 4.27).



Görsel 4.27: Mesafe cetveli

4.4.1.2. Devre Şemasının Çizilmesi

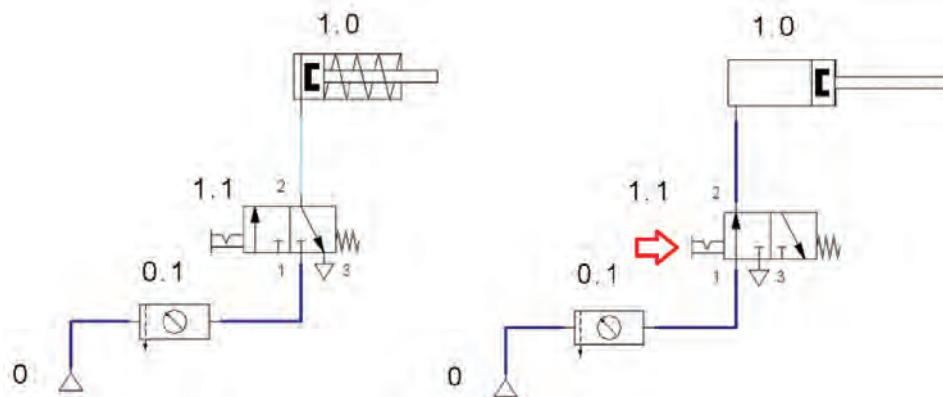
Çalışma alanına alınan elemanlar, enerji akış şemasına göre aşağıdan yukarıya doğru hizalı olarak yerleştirilir. Elemanlar arası bağlantılar yapılır (Görsel 4.28).



Görsel 4.28: Devre şemasının çizilmesi

4.4.1.3. Devre Simülasyonunun Yapılması

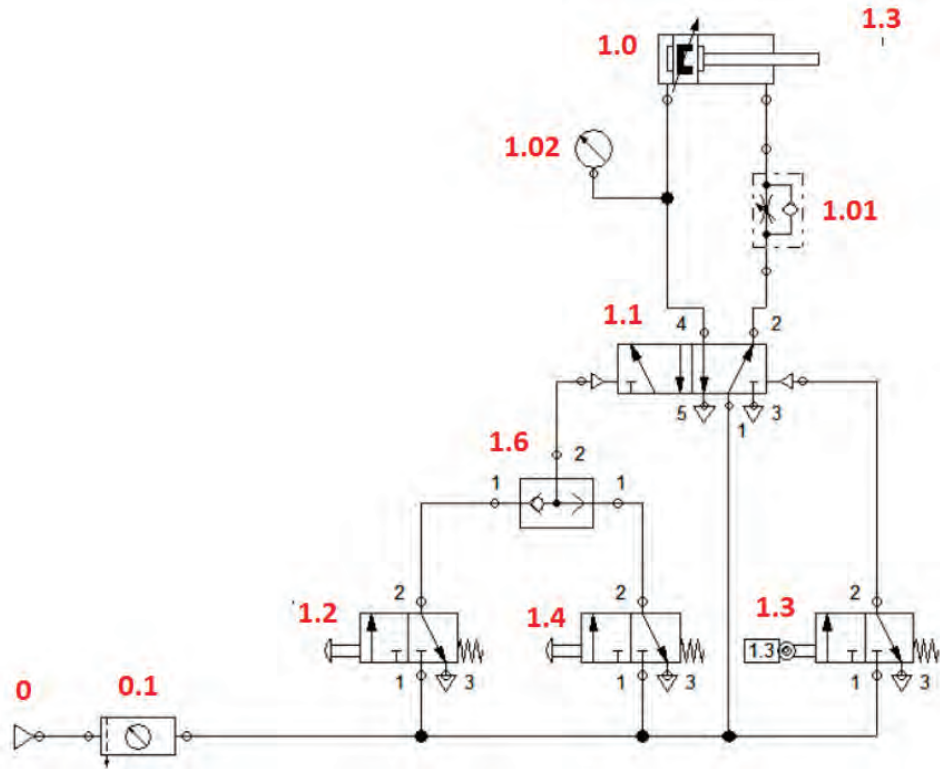
Çizim tamamlandıktan sonra **Uygula** → **Çizim kontrolü** menü seçeneklerinden hata kontrol edilebilir. Simülasyonun başlatılması **Uygula** → **Başla** menüsü, **F9** kısayol tuşu veya araç çubuğu başlatma simgesinden gerçekleştirilir. Devrenin çalıştırılması için mouse valf butonu üzerine getirilerek sol tuşa tıklanır. Çalışma anında mavi kalın çizgilerle basınçlı hava ve açık mavi ince çizgilerle basınçsız hava gösterilir (Görsel 4.29). Devre **Uygula** → **Dur** menüsü, **F5** kısayol tuşu veya araç çubuğu durdurma seçeneğinden durdurulur.



Görsel 4.29: Devrenin simülasyonu

AMAÇ: Bilgisayar ortamında pnömatik devre kurup devrenin simülasyonunu yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.30: Pnömatik devre şemasının çizimi ve devre simülasyonu

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon programı		-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Öğretmen gözetiminde bilgisayarı ve simülasyon programını açınız.
2. Devre elemanlarını Görsel 4.30'da verilen şemada olduğu gibi hizalı olarak çalışma alanına alınız.
3. Devre bağlantılarını yapınız.
4. Elemanları numaralandırınız.
5. Devreyi çalıştırarak 1.2 numaralı butonuna basınız ve silindirin hareketini gözlemleyiniz.
6. 1.4 numaralı butona basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
7. Devreye isim verip kaydederek programı kapatınız.
8. Bilgisayarı kapatma kurallarına uygun olarak kapatınız..



SORU

1. Numaralandırma kurallarını yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devre elemanlarının seçilmesi	20	
Numarası :	2	Devre şemasının çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Elemanların numaralandırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin hatasız çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

4.5. PNÖMATİK SİSTEM KURULUMU

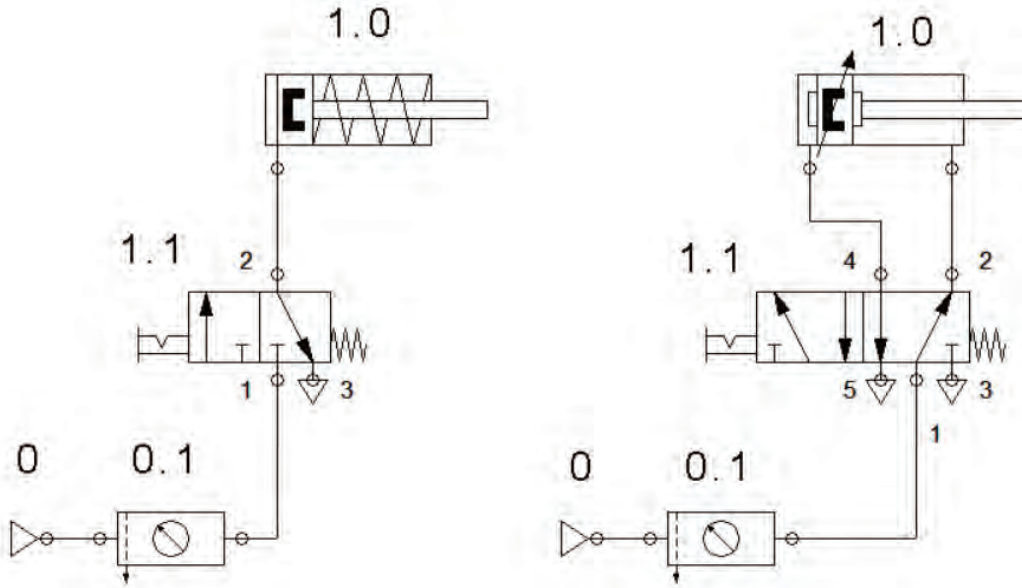
Pnömatik devrelerin kurulumundaki amaç silindir hareketlerinin düzenlenmesidir. Silindirler ileri ve geri yönde hareket eder. Pnömatik devre bu hareketlerin istenen şartlara göre yapılmasını içeren kontrol teknikleriyle kurulur. Şartları sağlayan devre elemanları belirlenir ve uygun bağlantı yöntemleri kullanılarak devre kurulur.

4.5.1. Silindirlerin Doğrudan ve Dolaylı Kontrolü

Silindirler çalışma şartlarına göre doğrudan veya dolaylı olarak kontrol edilebilir. Çalışmanın basit veya karmaşık olmasına göre uygun kontrol yöntemi kullanılır.

4.5.1.1. Doğrudan (Direkt) Kontrol

Silindirin kontrolü tek sinyal elemanı ile yapılıyorsa buna **doğrudan (direkt) kontrol** denir. Bu yöntemde tek sinyal elemanı kontrol için yeterlidir. Görsel 4.31'de verilen şemada görüldüğü gibi tek etkili silindir kontrolü için 3/2 valf, çift etkili silindirin kontrolü için de 5/2 valf kullanılmıştır.

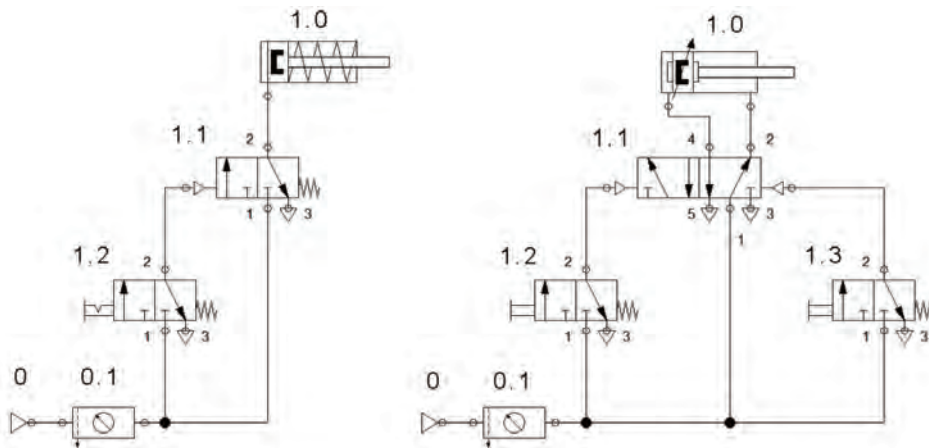


Görsel 4.31: Tek ve çift etkili silindirin doğrudan kontrolü

Her iki devrede de uyarı sinyali elle kumandalı valflerle verilmektedir. 1.1 numaralı valf butonuna basıldığında valf konum değiştirir ve hava yolunu açar. Silindire dolan havanın etkisiyle piston kolu ileri hareket eder. Butona tekrar basıldığında hava tahliye olur ve piston kolu geri gelir.

4.5.1.2. Dolaylı (Endirekt) Kontrol

Silindir, birden fazla sinyal elemanı ile kontrol ediliyorsa buna **dolaylı (endirekt) kontrol** denir. Bu yöntemde kumanda sinyalleri, bir son kumanda elemanı üzerinden çalışma elemanına iletilir. Tek sinyal elemanı kontrol için yeterli değildir. Görsel 4.32'de verilen şemada görüldüğü gibi tek etkili silindirin kontrolü 3/2 hava uyarılı valf, çift etkili silindirin kontrolü de 5/2 hava uyarılı valf üzerinden yapılmaktadır.



Görsel 4.32: Tek ve çift etkili silindirin dolaylı kontrolü

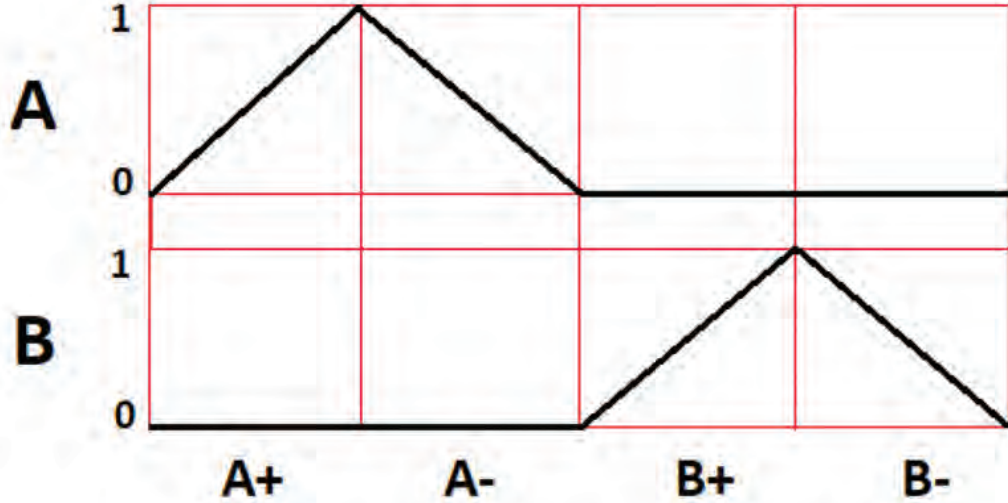
Her iki devrede de uyarı sinyali elle kumandalı valflerle verilmektedir. Tek etkili silindir kontrolü devresinde 1.2 numaralı valf butonuna basıldığında valf hava yolunu açarak 1.1 numaralı valfi uyarır. Uyarılan valf silindirin ileri hareketini sağlar. Butona tekrar basınca hava tahliye olur ve silindir yayı piston kolunu geri getirir. Çift etkili silindirin kumandası için 5/2 valf kullanılır. Geri hareket ayrı bir kumanda valfiyle sağlanır.

4.5.2. Birden Fazla Silindirin Kontrolü

Birden fazla silindirin kullanıldığı devrelerde, iş akış uyumunun sağlanması için silindirlerin belli bir sırayla çalışması gerekir. Örneğin iki silindirli bir devrede birinci silindir hareket ederken ikinci silindir sabit kalmalıdır. Devre tasarımında karşılaşılan en büyük problem sinyal çakışmasıdır. Sinyal çakışması, iş elemanlarının aynı anda hareket etmesidir. Bu, iş akışında kararsız bir durum oluşturur. Sinyal çakışmalarının önlenmesi için yol adım diyagramları kullanılır.

4.5.3. Yol Adım Diyagramlarının Çizilmesi

Silindirlerin hareket zamanını gösteren diyagrama **yol adım diyagramı** denir. Diyagramda silindirlerin ileri ve geri hareketleri grafikte gösterilir ve çakışma olup olmadığı tespit edilir (Görsel 4.33).

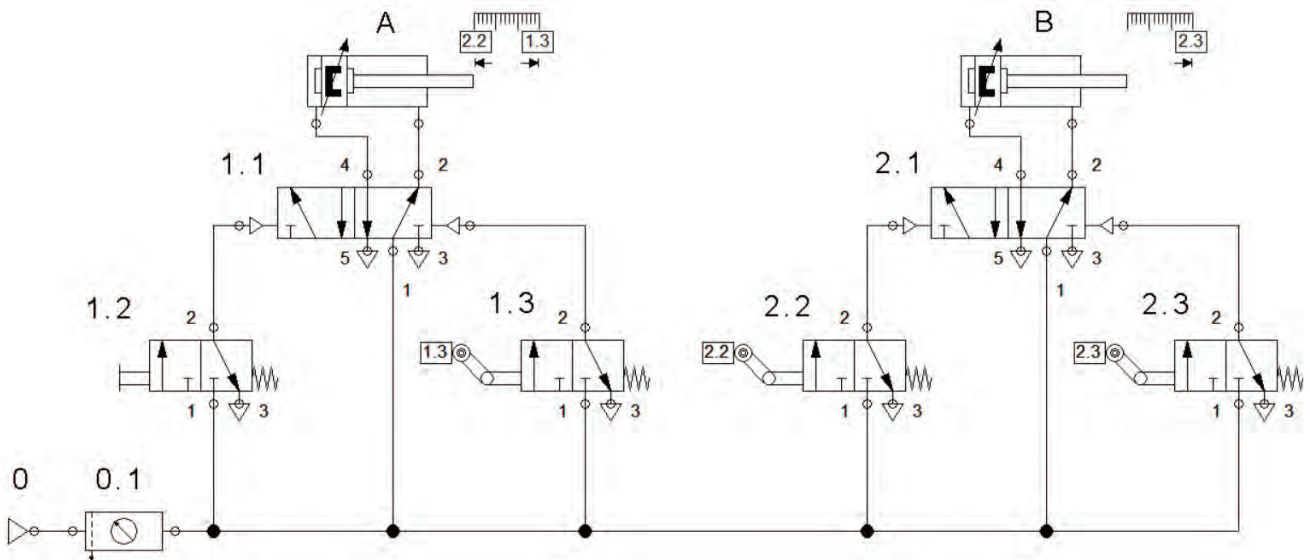


Görsel 4.33: A+A-B+B- devresinin yol adım diyagramı

Yol adım diyagramları aşağıda verilen kurallara göre çizilir (Görsel 4.33).

- Silindirlere büyük harfle A'dan başlanarak ardışık olarak isim verilir.
- Silindirlerin ileri hareketi + (artı), geri hareketi – (eksi) işaretiyle gösterilir.
- Silindirlerin hareketsiz hâli düz çizgiyle gösterilir.
- Silindirlerin ileri ve geri hareketleri açılı çizgiyle gösterilir.
- Silindirlerin durumunu gösteren çizgiler kalın çizilir.
- Silindirler A'dan başlanarak alt alta gösterilir.
- Adımlar arasındaki mesafeler eşit çizilir.

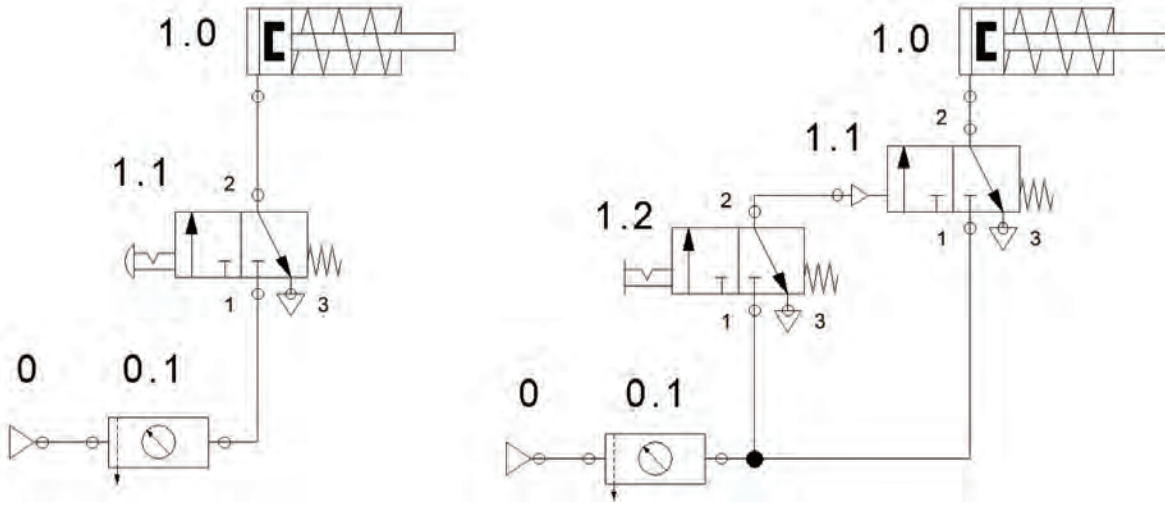
Bu kurallara göre silindir çalışma sıralaması oluşturulur. Örneğin Görsel 4.33'te verilen diyagrama göre silindirlerin çalışma sıralaması **A+A-B+B-** şeklindedir. Bunun anlamı, ilk hareketi A silindiri ileri yönde yapar. Ardından yine A silindiri geri hareketini yapar. Daha sonra B silindiri ileri ve geri hareketlerini yapar. Buna göre devre şeması Görsel 4.34'te görüldüğü gibi çizilir. Sinyal çakışması mafsallı makaralı valflerle önlenmiştir.



Görsel 4.34: A+A-B+B- devre şeması

AMAÇ: Tek etkili silindiri doğrudan ve dolaylı kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.35: Tek etkili silindirin doğrudan ve dolaylı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Tek etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 hava kumandalı	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.35'te verilen devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Tek etkili silindirin direkt kontrolü devresi (ilk devre) elemanlarını pnömatik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen gözetiminde kompresörle hava vererek devreyi çalıştırınız.
5. Elle kumandalı valf butonuna basarak silindirin çalıştığını gözlemleyiniz.
6. Tek etkili silindirin endirekt kontrolü devresini (ikinci devre) aynı şekilde kurunuz ve çalıştırınız.
7. Kompresörün havasını keserek devreyi sökünüz.



SORU

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

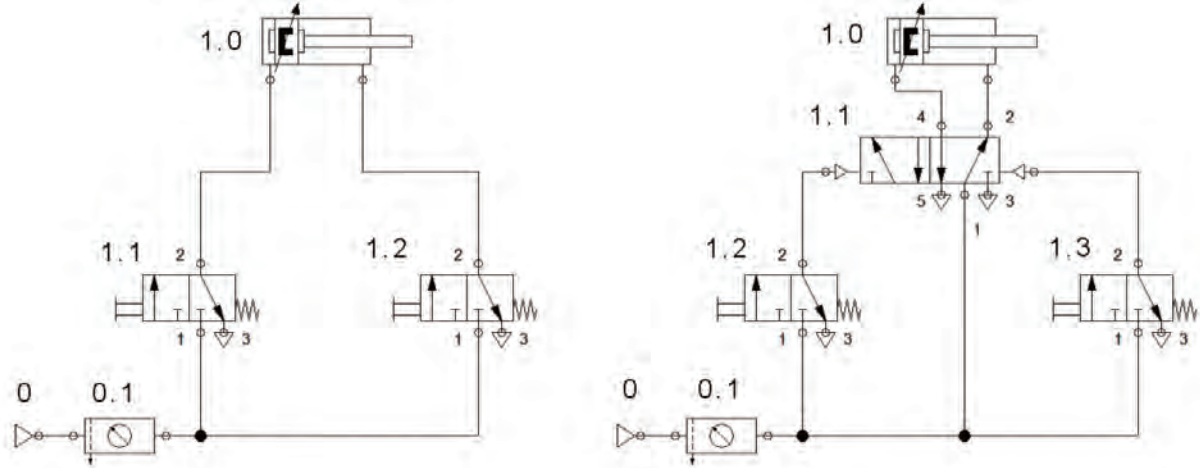


KOD=19571

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Tek etkili silindirin direkt çalıştırılması	20	
İmza :	5	Tek etkili silindirin endirekt çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri doğrudan ve dolaylı olarak kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.36: Çift etkili silindirin doğrudan ve dolaylı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	2 adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	1 adet
Hortum	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.36'da verilen devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Çift etkili silindirin direkt kontrolü devresi (ilk devre) elemanlarını pnömatik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak silindirin ileri hareketini gözlemleyiniz.
6. Elle kumandalı 1.1 valf butonuna basarak silindirin geri hareketini gözlemleyiniz.
7. Çift etkili silindirin dolaylı kontrolü devresini (ikinci devre) aynı şekilde kurunuz ve çalıştırınız.
8. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz.



SORU

1. Doğrudan ve dolaylı kontrol nedir? Açıklayınız.

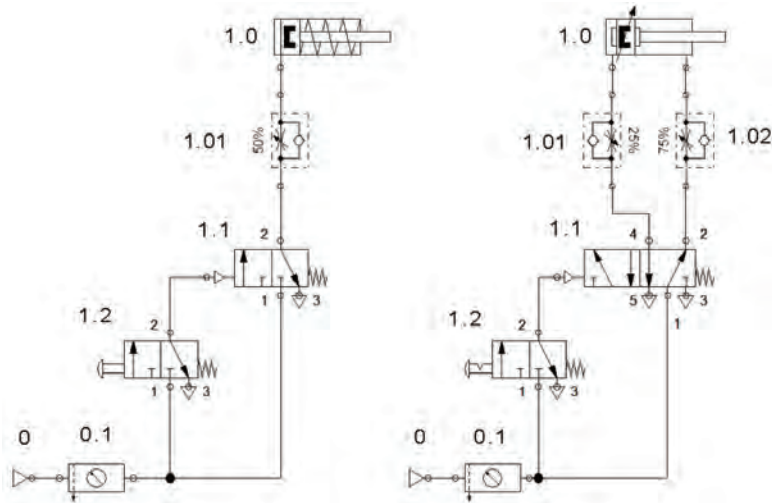


KOD=19572

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Çift etkili silindirin direkt çalıştırılması	20	
İmza :	5	Çift etkili silindirin endirekt çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Tek ve çift etkili silindirlerde hızı kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



GörSEL 4.37: Tek ve çift etkili silindirlerde hız kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Tek ve çift etkili	Birer adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle ve havayla kumandalı	Birer adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	1 adet
Hız ayar valfi		2 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatisman deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. GörSEL 4.37'deki devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Uygulama devresi elemanlarını pnömatisman deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen gözetiminde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak silindirin ileri hareketini gözlemleyiniz.
6. Hız kontrol valfini kısarak devreyi çalıştırınız ve silindirin hareketini gözlemleyiniz.
7. Hız kontrol valfini açarak devreyi çalıştırınız ve silindirin hareketini gözlemleyiniz.
8. Çift etkili silindirin hız kontrolü devresini aynı şekilde kurunuz ve devreyi çalıştırınız.
9. Silindirin ileri ve geri hareketlerinde hız kontrol ayarı yaparak piston hareketlerini gözlemleyiniz.
10. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz.



KOD=19573



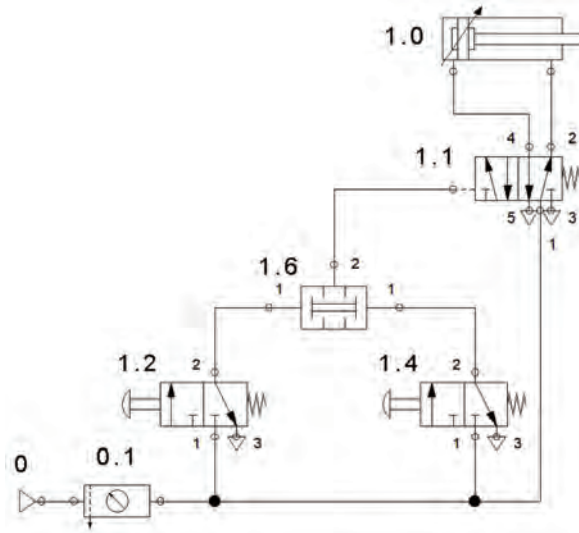
SORU

1. Tek etkili silindirin ileri yönde hızının ayarlanabilmesi için ne yapılmalıdır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Tek etkili silindirin hızının ayarlanması	20	
İmza :	5	Çift etkili silindirin hızının ayarlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri “VE” valfiyle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsele 4.38: VE valfli uygulama devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	2 adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	1 adet
VE valfi		1 adet
Hortum	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatrik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsele 4.38'deki devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını pnömatrik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak çift etkili silindiri gözlemleyiniz.
6. 1.4 elle kumandalı valf butonuna basarak silindiri gözlemleyiniz.
7. 1.2 ve 1.4 valf butonlarına birlikte basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
8. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz.



SORU

1. VE valfi nasıl çalışır? Açıklayınız.

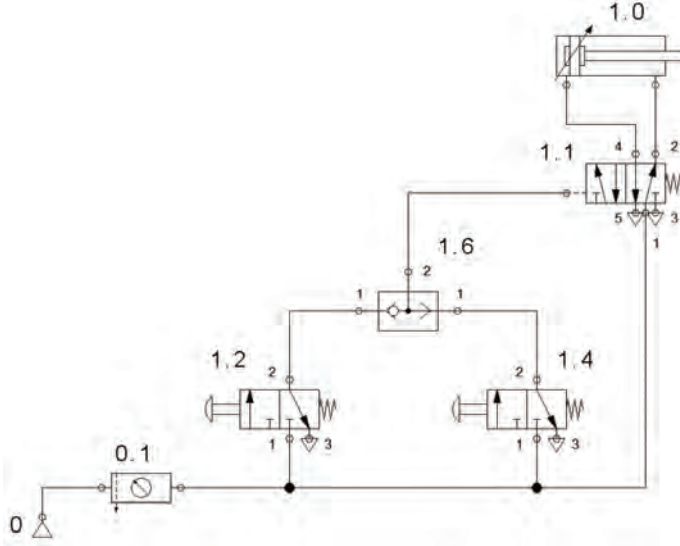


KOD=19574

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların set üzerine yerleştirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Elemanlar arası hortum bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
İmza :	5	Çift etkili silindirin çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri “VEYA” valfiyle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.39: VEYA valfli uygulama devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Bilgisayar ve devre yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	2 adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	1 adet
VEYA valfi		1 adet
Hortum	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.39'deki devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını pnömatik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak çift etkili silindiri gözlemleyiniz.
6. 1.4 elle kumandalı valf butonuna basarak silindiri gözlemleyiniz.
7. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz.



SORU

1. VEYA valfi ne amaçla kullanılır? Açıklayınız.

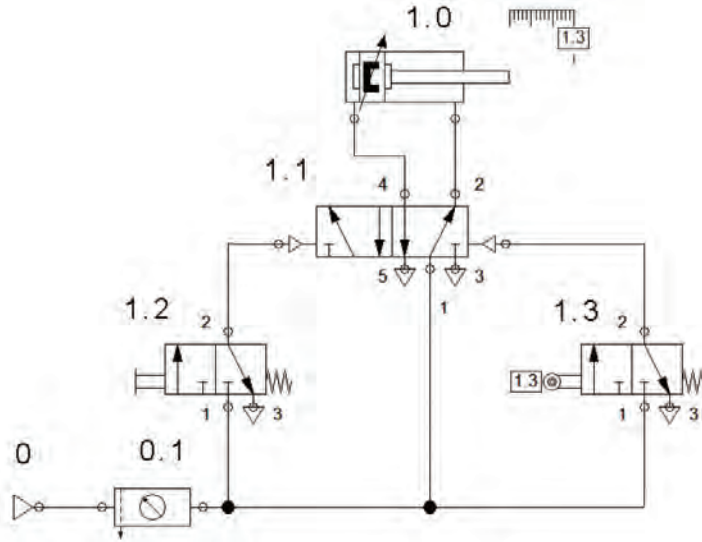


KOD=19575

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Çift etkili silindirin 1.2 No.lu merkezden çalıştırılması	20	
İmza :	5	Çift etkili silindirin 1.4 No.lu merkezden çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri makaralı valfle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.40: Çift etkili silindirin makaralı valf ile kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Bilgisayar ve devre yazılımı		-
Silindir	Tek ve çift etkili	Birer adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	2 adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	1 adet
Makaralı valf	3/2 makaralı	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.40'taki devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Pnömatik devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 numaralı valf butonuna basarak çift etkili silindirin ileri hareketini gözlemleyiniz.
6. Çift etkili silindir pistonunun makaraya çarpmasıyla tek etkili silindirde oluşan hareketi gözlemleyiniz.
7. 1.3 numaralı elle kumandalı valf butonuna basarak silindirlerin hareketlerini gözlemleyiniz.
8. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz.



SORU

1. Makaralı valfin devredeki görevini açıklayınız.

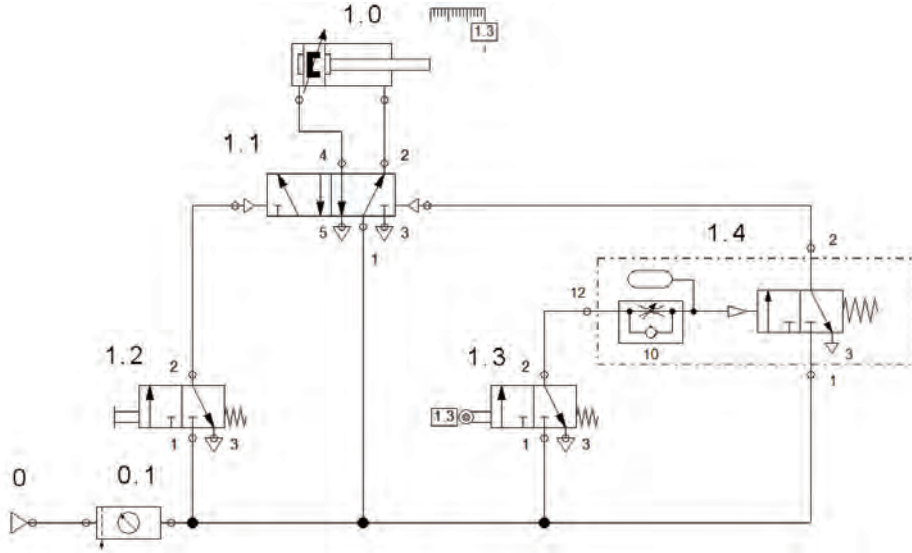


KOD=19576

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Tek etkili silindirin ileri hareketi ile çalışması	20	
İmza :	5	Çift etkili silindirin geri hareketi ile çalışması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Pnömatik zaman valfiyle çift etkili silindiri kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.41: Çift etkili silindirin zamana bağlı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Bilgisayar ve devre yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı ve 5/2 hava ile kumandalı	Birer adet
Makaralı valf	3/2 makaralı	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik zaman valfi	Normalde kapalı	1 adet
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.41'deki devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Pnömatik devre elemanlarını pnömatik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 numaralı valf butonuna basarak çift etkili silindirin hareketlerini gözlemleyiniz.
6. Akış kontrol valfi ayarını değiştirerek devreyi tekrar çalıştırınız.
7. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz.



SORU

1. Pnömatik zaman rölesinin görevini açıklayınız.

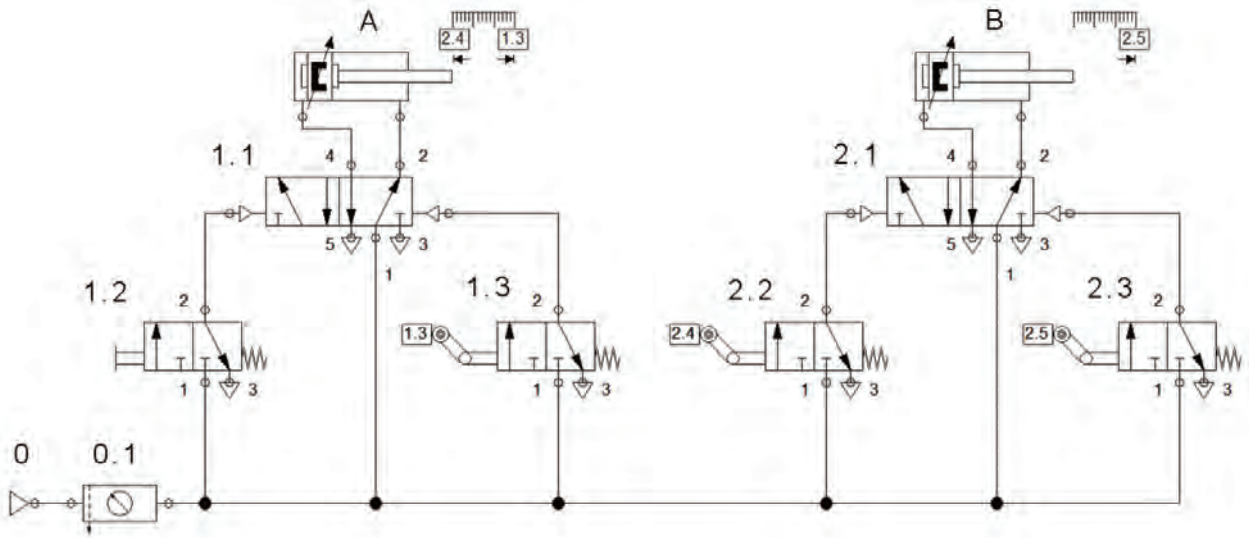


KOD=19577

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Çift etkili silindirin ileri ve geri hareketi	20	
İmza :	5	Zamanın ayarlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: İki çift etkili silindirin A+A-B+B- sıralamasında çalıştığı devreyi kurmak ve çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.42: İki silindirin A+A-B+B- sıralamasında çalışması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	2 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	1 adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	2 adet
Yön kontrol valfi	Mafsallı	3 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.42'deki devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını pnömatik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak çift etkili silindirlerin hareketlerini gözlemleyiniz.
6. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz



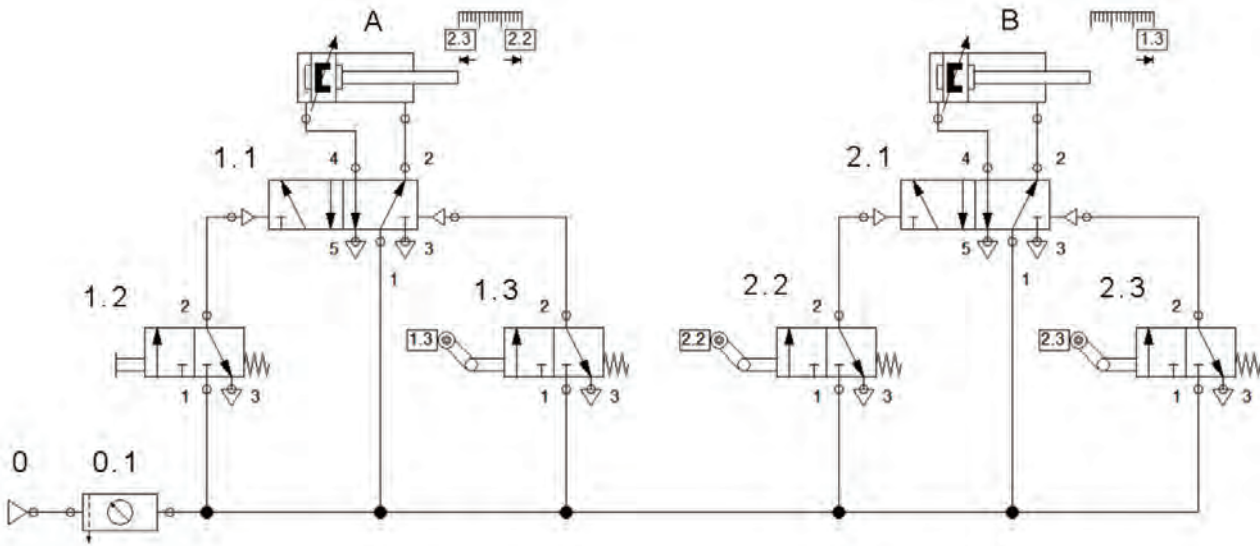
SORU

1. Devrenin yol adım diyagramını çiziniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Birinci silindirin çalıştırılması	20	
İmza :	5	İkinci silindirin çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: İki çift etkili silindirin A+B+A-B- sıralamasında çalıştığı devreyi kurmak ve çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 4.43: İki çift etkili silindirin A+B+A-B- sıralamasında çalışması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Hava hattı	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	2 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	1 adet
Yön kontrol valfi	5/2 hava kumandalı	2 adet
Yön kontrol valfi	Mafsallı	3 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Pnömatik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 4.43'teki devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını pnömatik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde kompresörle devreye uygun basınçta hava veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak çift etkili silindirlerin hareketlerini gözlemleyiniz.
6. Kompresörün havasını keserek devreyi dikkatlice sökünüz



SORU

1. Devrenin yol adım diyagramını çiziniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devrenin simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Elemanların yerleştirilmesi ve bağlantıların yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devreye uygun basınçta hava verilmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Birinci silindirin çalıştırılması	20	
İmza :	5	İkinci silindirin çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

PNÖMATİK DEVRE TASARIMI VE UYGULAMASI

AMAÇ: Uygulamada verilen pnömatik devreyi tasarlamak, kurmak ve çalıştırmak.

İSTENENLER: İki çift etkili silindir B+ A+ B- A- olarak çalışacak ve silindirlerin hızı ayarlanabilmektedir. Devrenin şemasını ve yol adım diyagramını çizin. Devreyi bilgisayar simülasyon ortamında kurunuz ve çalışmasını test ediniz. Malzeme listesini çıkarınız. Pnömatik devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devrenin tasarlanması	10	
2	Devrenin yol adım diyagramının çizilmesi	10	
3	Devrenin bilgisayar simülasyon programında kurulması	10	
4	Devrenin bilgisayar simülasyon programında çalıştırılması	10	
5	Devrenin malzeme listesinin çıkartılması	10	
6	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	10	
7	Devre elemanları arasında kablo bağlantılarının yapılması	10	
8	Devreye enerji verilmesi ve devrenin kontrol edilmesi	10	
9	Devrenin çalıştırılması ve kontrolleri	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Çift etkili silindir, basınçlı havanın tek yönde etkidiği silindiridir.
2. (...) Hava akışını kontrol eden elemanlara valf denir.
3. (...) Pnömatik sistemlerde enerji geçişi yukarıdan aşağıya doğrudur.
4. (...) Pnömatik devrelerde numaralandırmaya valflerden başlanır.
5. (...) Yol adım diyagramında silindirlerin ileri hareketi artı, geri hareketi eksi işaretiyle gösterilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. 3/2 yön kontrol valfi rakamlarından ilki, ikinci rakam ise sayısını belirtir.
7. Basınçlı hava enerjisini, doğrusal itme veya çekme hareketine dönüştüren pnömatik iş elemanlarına denir.
8. Pnömatik devre çiziminde aynı görevi gören elemanlar seviyede çizilir.
9. İş elemanı kontrolünün tek sinyal elemanı ile yapıldığı kontrole kontrol denir.
10. Pnömatik sistemde ilk aşama üretilmesidir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Atmosfer havasını sıkıştırarak basınçlı hava üreten makinelerdir.	A	Manometre
12.	()	Pnömatik enerjinin depolanması amacıyla kullanılan basınçlı depolardır.	B	Pnömatik motor
13.	()	Havanın çalışma şartlarına hazır hâle gelmesini sağlayan elemanlardır.	C	Kompresör
14.	()	Basınç değerini ölçen ölçü aletleridir.	D	Emniyet valfi
15.	()	Basınçlı hava enerjisini dairesel dönme hareketine çeviren elemanlardır.	E	Basınç ayarlayıcı
			F	Şartlandırıcı
			G	Hava tankı

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi hava çıkışı alabilmek için uyarının her iki girişten de verilmesi gereken valftir?

- A) VE B) VEYA C) Hız ayar D) Çabuk E) Boşaltma

17. Aşağıdakilerden hangisi bir hareketi durdurup başka bir hareketi başlatan valftir?

- A) Radyal B) Eksenel C) Paletli D) Dişli E) Makaralı

18. Aşağıdakilerden hangisi iki silindirli bir devrede ikinci silindire verilen numaradır?

- A) 1.0 B) 2.0 C) 1.1 D) 1.2 E) 2.1

19. Aşağıdakilerden hangisi valf sembollerinde basınç hattını gösteren rakamdır?

- A) 5 B) 4 C) 2 D) 1 E) 0

20. Aşağıdakilerden hangisi mekanik kumanda değildir?

- A) Elle B) Ayakla C) Pnömatik D) Butonlu E) Kollu



5

ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER

5. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

5.1. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI

5.2. ELEKTROPNÖMATİK DEVRELERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU

5.3. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEM KURULUMU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Elektropnömatik devre elemanları, devre çizimi ve simülasyonu ile devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Elektropnömatik ve pnömatik devreler arasında ne gibi farklar olduğunu düşünüyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Elektropnömatik sistem, selenoid valf, sensör, elektropnömatik devre simülasyonu ve simülasyon yazılımı, set-reset bağlantı.

5.1. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEMLER VE DEVRE ELEMANLARI

Elektrik, elektronik, pnömatik ve mekanik kontrol tekniklerinin birlikte kullanıldığı, pnömatik sistemlerin elektrik sistemleriyle kontrol edildiği sistemlere **elektropnömatik sistemler** denir. Elektropnömatik devresinin güç kısmını pnömatik devre, kumanda kısmını elektrik devresi oluşturur. Kumanda işlemlerinde elektrik enerjisinin kullanımıyla daha hızlı ve uzun mesafeden kumanda işlemleri yapılabilir.

Pnömatik sistemlerin belli başlı dezavantajları aşağıdaki gibidir.

- Basınçlı havanın akış hızı 50-100 m/sn. arasındadır. Boru mesafesi arttıkça basınç değeri düşer.
- Kısa mesafelerde kullanımı daha uygundur.
- Otomasyon hızları oldukça düşüktür.
- Basınçlı havanın hazırlanması maliyetlidir.

Elektropnömatik sistemlerin pnömatik sistemlere göre avantajları aşağıdaki gibidir.

- Elektronik özellikli valfler daha hızlı açılıp kapanabilir.
- Daha verimli bir otomasyon hızına ulaşılır.
- Röle, PLC gibi kontrol elemanlarıyla kumanda kolaylıkla yapılabilir.

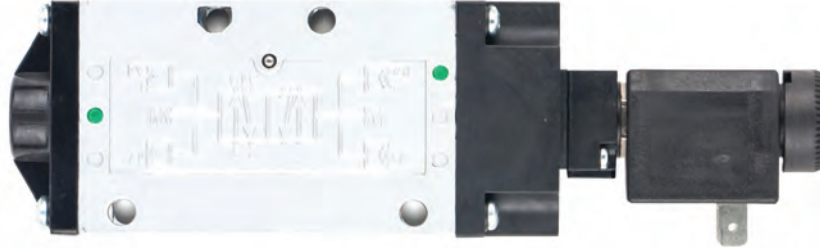
Pnömatik sistem elemanları kompresör, hava tankı, şartlandırıcı, manometre, motor, silindir, basınç ve akış kontrol valfleri elektropnömatik sistemlerde de kullanılır. Fark, yön kontrol valflerinin kumanda şeklindedir. Yön kontrol valflerinin kumandası elle veya havayla değil elektrikle yapılır. Bunun için valfe bobin eklenir.

5.1.1. Selenoid Valfler

Pnömatik yön kontrol valfine bobin eklenmesiyle oluşturulan valfe **selenoid valf** denir. Selenoid valfin normal pnömatik valften farkı, kumandasının bir bobin aracılığıyla elektriksel olarak yapılmasıdır. Valfin selenoidine uygulanan elektrik sinyaliyle elektromıknatıs gibi davranan bobin, içinde bulunan sürgüyü kendine doğru çekerek hava geçişini yönlendirir. Bu valfler, temelde elektrik sinyalini pnömatik sinyale dönüştürür. 12 V'tan 220 V'a kadar DC / AC çalışma gerilimleri mevcuttur.

5.1.1.1. Bobin Sayısına Göre Selenoid Valfler

Tek Bobinli Selenoid Valf: Tek bobine sahip selenoid valflerdir. Valf, selenoid bobin ve nüveden oluşur. Bobin nüvesinin ucuna bağlı disk veya sürgü vardır. Bununla hava hattı açılıp kapatılır. Yay, nüvenin kendiliğinden geri dönüşünü sağlar (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Tek bobinli selenoid valf

Çift Bobinli (İmpuls) Selenoid Valfler: İki bobine sahip selenoid valflerdir. Tek bobinli valflerde enerji kesildikten sonra valfin konum değiştirmesi yay ile sağlanır. Çift bobinli valflerde ise ikinci bir bobin ile sağlanır. Bobinlerden biri enerjilendiğinde valf son konumunu korur. Buna bellek özelliği denir. Bu valflere de **impuls (hafızalı) valf** denir.

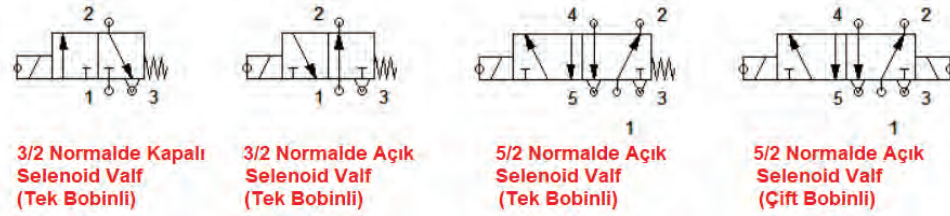
Çift bobinli valflerin çalışması da tek bobinli valfler gibidir. Enerjisiz durumda valf normal konumundadır. Birinci bobine enerji verildiğinde valf konum değiştirir. Bobinin enerjisi kesildiğinde valf konumunu korur. Valfin konum değiştirmesi için diğer bobine enerji verilmelidir (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Çift bobinli selenoid valf

5.1.1.2. Yol ve Konumuna Göre Selenoid Valfler

Selenoid valflerde yol ve konum, pnömatik valflerde olduğu gibidir yani 3/2 bir valfte üç, yol sayısını; iki, konum sayısını verir. En çok kullanılan valfler 3/2 ve 5/2 valflerdir (Görsel 5.3).



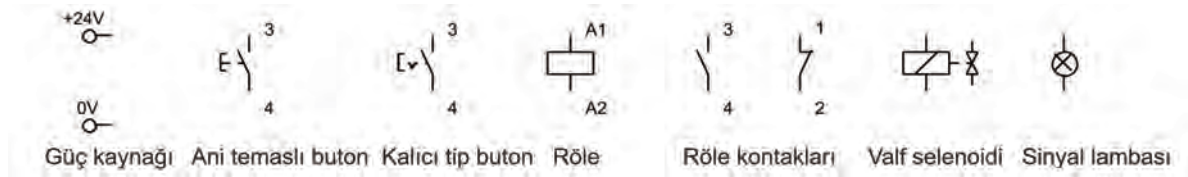
Görsel 5.3: 3/2 ve 5/2 selenoid valfler

3/2 Selenoid Valfler: Üç yollu, iki konumlu valftir. Normalde açık ve normalde kapalı olabilir. Tek etkili silindirlerin kumandasında kullanılır.

5/2 Selenoid Valfler: Beş yollu, iki konumlu valftir. Tek veya çift bobinli olabilir. Çift etkili silindirlerin kumandasında kullanılır.

5.1.2. Kumanda Devre Elemanları

Selenoid valflerin kontrolü için buton, röle, zaman rölesi gibi elektrik kumanda elemanları kullanılır. Kullanılan kumanda gerilimi genellikle 24 V DC'dir. Dolayısıyla sistemde bu gerilimi sağlayan bir güç kaynağı bulunur. Elemanlar arası bağlantı kumanda kablolarıyla yapılır. Kumanda devresinin çalışmasını başlatmak veya devreyi durdurmak için ani temaslı ve kalıcı tip butonlar kullanılır. Devrenin çalışmasının izlenmesi de sinyal lambalarıyla yapılır (Görsel 5.4).



Görsel 5.4: Elektropnömatis kumanda devre elemanları

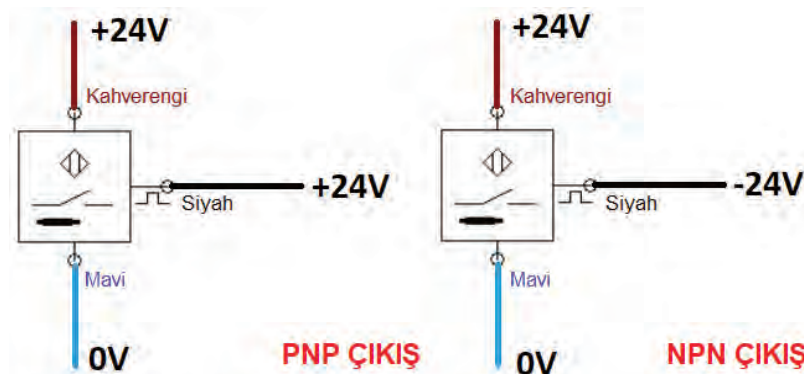
Röle, küçük güçlü elektromanyetik anahtardır. Bir bobin ve buna bağlı çalışan kontaklardan oluşur. Kumanda devrelerinde selenoidlerin dolaylı kumandasında kullanılır.

Dolaylı Kumanda: Silindir büyüdükçe kumanda valf selenoidinin de büyümesi gerekir. Bu da çekilen akımı artırır. Bu sebeple akım bir röle üzerinden verilerek anahtarlama elemanlarının aşırı yüklenmesi önlenir. Buna **dolaylı kumanda** denir. Ayrıca 24 V'luk kumanda sinyaliyle 220 V'luk selenoid valfi kumanda edilebilir. Bu devrelerde, selenoid kısa devre olduğunda yalnızca bobinin kontakları etkilenir, diğer kumanda elemanları zarar görmez. Bu sebeple selenoid bobinine direkt enerji vermek mümkün olduğu hâlde sayılan sakıncalardan dolayı röle ile dolaylı kumanda yapılır.

5.1.3. Temassız Algılayıcılar (Sensörler)

Isı, ışık, kuvvet ve basınç gibi büyüklükleri algılayıp elektriksel işaretlere dönüştüren elemanlara **sensör** denir. Elektropnömatis devrelerde silindir hareketinin algılanmasında kullanılır. Sınır anahtarı yerine sensör kullanılabilir. Temassız algılamadan dolayı aşınma olmaz. Anahtarlama hızları yüksektir.

Sensör Çıkışları: Sensörlerin kahverengi, mavi ve siyah olmak üzere üç ucu vardır. Kahverengi uç +24 V DC besleme ucu, mavi uç 0 V DC yani eksi besleme ucudur. Siyah uç ise sensör algılama yaptığı anda çıkış sinyalinin alındığı uçtur. Giriş sinyaliyle çıkış sinyali aynı gerilimdedir. Ancak çıkış sinyali işareti farklı (+/-) olabilir (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Temassız algılayıcı uçları ve çıkış işareti

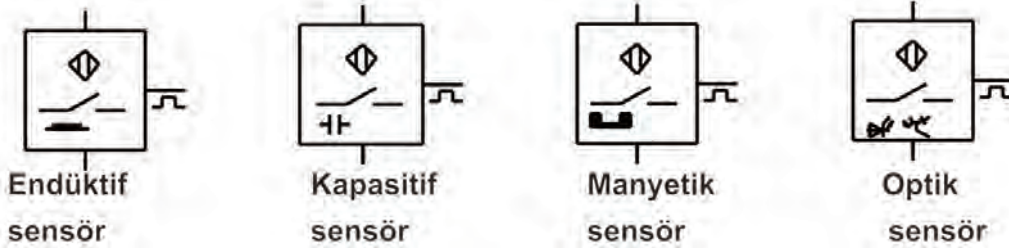
İki tip sensör çıkışı vardır.

NPN Çıkış: Sensör cismi algıladığında çıkış ucundan **negatif (-)** sinyalin alındığı sensör çeşididir.

PNP Çıkış: Sensör cismi algıladığında çıkış ucundan **pozitif (+)** sinyalin alındığı sensör çeşididir.

Sensörler, normalde açık (NO) veya normalde kapalı (NC) olabilir. Normalde açık (NO) sensörlerin çıkış voltajı normalde 0 V'tur yani sinyal yoktur. Cismi algıladıklarında çıkış sinyali üretir. Normalde kapalı (NC) sensörlerde ise normalde çıkış sinyali vardır. Cismi algıladıklarında çıkış sinyali 0 V'a düşer. Yük, sinyal ucu ile çıkış arasına bağlanır.

5.1.3.1. Elektropnömatik Devrelerde Kullanılan Sensör Çeşitleri



Görsel 5.6: Temassız algılayıcı çeşitleri

Endüktif Sensör: Sadece metalleri algılayan sensörlerdir. 1-50 mm arası algılama yapabilir. Çapları 5-30 mm arasındır. Sensör çapı büyüdükçe algılama mesafesi de artar. Standart bir M5 (5 mm) endüktif sensör 1-2 mm mesafeye kadar algılama yaparken M30, 15-20 mm mesafeden algılama yapabilir (Görsel 5.6).

Kapasitif Sensör: Metal olan ve metal olmayan cisimleri algılayan sensörlerdir. 8-40 mm arası algılama yapabilir. Çapları 8-30 mm arasındır (Görsel 5.6).

Manyetik Sensör: Manyetik alan algılayan sensörlerdir. Elektronik yapılı ve reed röle yapılı olmak üzere iki tiptir. Reed röle, havası alınmış ve gaz doldurulmuş cam içindeki kontakten oluşur. Silindirlere monte edilerek kullanılabilir. Bu özellikteki silindirlere **manyetik silindir** denir ve içlerinde mıknatıs vardır. Algılama mesafeleri 5-20 mm arasındır (Görsel 5.6).

Optik Sensör: Işığı algılayan sensörlerdir. Temelde ışık kaynağı olan verici, yansıyan ışığı alan alıcı ve alınan sinyali işleyerek çıkış veren bir elektronik devreden oluşur. Optik sensörlerin genelinde ışık kaynağının yoğunluğunu artırıp azaltacak ayar sistemi bulunur. Kullanılan sensörün ışık kaynağı uygulamaya göre ayarlanır. Bu sensörlerin ışık kaynakları 5-50 kHz gibi frekansta anahtarlama yaparak çalışmaktadır. Optik sensörlerin ışık kaynakları görülebilir LED kaynaklar olabileceği gibi görülemeyen kızılötesi ışıklar da olabilir (Görsel 5.6).

5.1.4. Zaman Röleleri

İş elemanının zaman ayarlı olarak kontrol edilmesine **zamana bağlı kontrol** denir. Bunun için zaman röleleri kullanılır. Zaman ayarını sağlayan elektronik devre ve gecikmeyle konum değiştiren kontaklardan oluşan elemanlara **zaman röleleri** denir. İki farklı zaman rölesi vardır (Görsel 5.7).



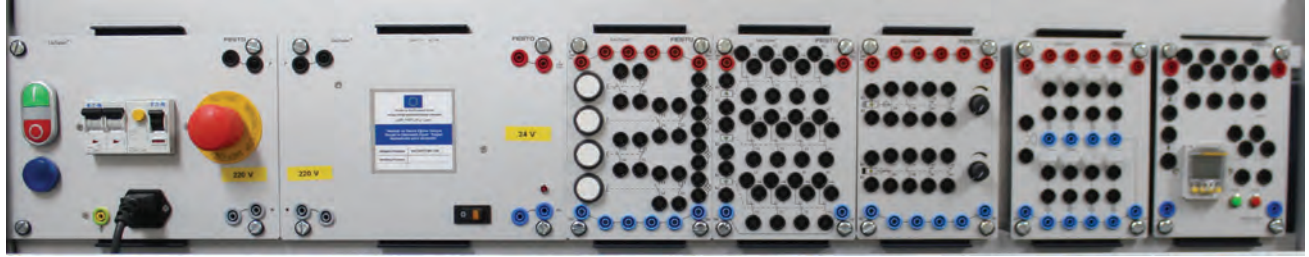
Görsel 5.7: Düz ve ters zaman rölesi

Düz Zaman Rölesi: Bobin uçlarına enerji uygulandığında gecikme yapan zaman röleleridir. Enerjilenme ile birlikte zaman ayarı başlar ve ayarlanan sürenin sonunda kontakları konum değiştirir. Enerji kesildiğinde kontakları ani olarak normal konumlarına döner.

Ters Zaman Rölesi: Bobin enerjisi kesildiğinde gecikme yapan zaman röleleridir. Enerjilenme ile birlikte kontaklar ani olarak konum değiştirir. Enerji kesildiğinde gecikme başlar ve ayarlanan sürenin sonunda kontaklar konum değiştirir.

AMAÇ: Elektropnömatrik kumanda devre elemanlarını incelemek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.8: Kumanda devre elemanları

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Elektropnömatrik deney seti		-
DC güç kaynağı	24 V DC	1 adet
Butonlar	Ani temaslı ve kalıcı tip	2 adet
Sinyal lambaları	Farklı renklerde	3 adet
Röle	24 V DC	1 adet
Zaman rölesi	Düz ve ters	2 adet
Temassız algılayıcılar	Endüktif, kapasitif, manyetik ve optik	4 adet
Solenoid valfler	3/2, 5/2 tek ve çift bobinli	4 adet
Kumanda kabloları	NYAF	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Elemanları teslim alınız ve elemanların sağlamlıklarını kontrol ediniz.
2. DC güç kaynağının özelliklerini inceleyiniz.
3. Butonların özelliklerini ve çalışmasını inceleyiniz.
4. Sinyal lambalarını inceleyiniz ve bağlantı noktalarını belirleyiniz.
5. Röleyi inceleyerek bobin ve kontak uçlarını tespit ediniz.
6. Zaman rölesini inceleyerek bobin ve kontak uçlarını tespit ediniz.
7. Temassız algılayıcıları inceleyiniz ve temassız algılayıcıların bağlantı noktalarını belirleyiniz.
8. Tek ve çift bobinli solenoid valfleri inceleyiniz.
9. Solenoid valf bobinlerine enerji vererek bobinlerin çalışmasını gözlemleyiniz.



SORULAR

1. Solenoid valf nedir? Açıklayınız.
2. Solenoid valf çeşitleri nelerdir? Yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Güç kaynağının incelenmesi	20	
Numarası :	2	Butonların ve rölelerin incelenmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Temassız algılayıcıların incelenmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Tek ve çift uyarımlı solenoid valflerin incelenmesi	20	
İmza :	5	Solenoid valflere enerji verilmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

5.2. ELEKTROPNÖMATİK DEVRELERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU

Pnömatik sistemlerde olduğu gibi elektropnömatik sistemlerde de bilgisayar programlarıyla devreler kurulup devrenin simülasyonu yapılabilir.

5.2.1. Elektropnömatik Devre Sembolleri

Elektropnömatik sistem kurulumuna devre şemasının çizimiyle başlanır. Şema çiziminde kullanılan pnömatik devre sembolleri Görsel 5.9'da verilmiştir.

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
	Tek selenoidli 3/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Tek selenoidli ön kumandalı 3/2 yön kontrol valfi (Normalde açık)		Tek selenoidli 5/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)
	Çift selenoidli 5/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı impuls valf)		Çift selenoidli ön kumandalı 5/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Çift selenoidli 5/3 yön kontrol valfi (Merkez konumlu impuls valf)
	+24V Gerilim kaynağı (24V)		0V Gerilim kaynağı (0V)		Röle bobini
	A1 A2		A1 A2		Valf selenoidi
	A1 A2		A1 A2		Kapasitif temassız algılayıcı
	Manyetik temassız algılayıcı		Endüktif temassız algılayıcı		Optik temassız algılayıcı
	Start butonu (Ani temaslı)		Stop butonu (Kalıcı tip)		Stop butonu (Ani temaslı)
	Normalde açık kontak		Normalde kapalı kontak		Işıklı ikaz (Sinyal lambası)

Görsel 5.9: Elektropnömatik devre sembolleri

5.2.2. Elektropnömatik Devre Şemasının Çizimi

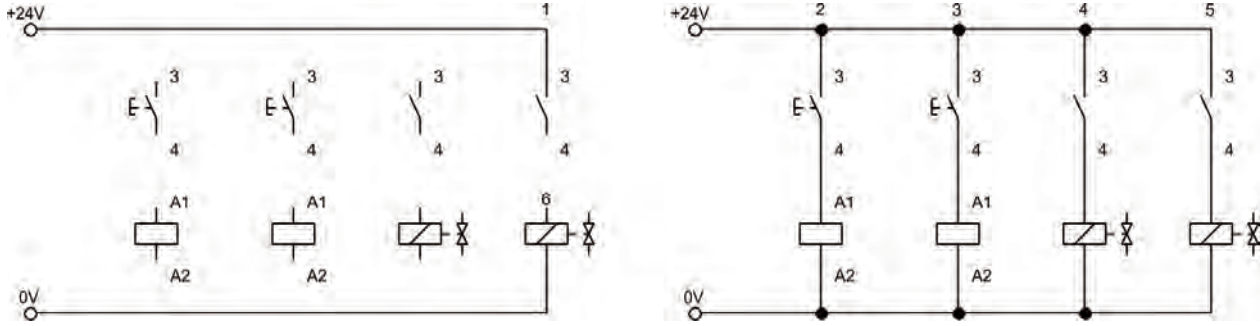
Elektropnömatik devre, pnömatik ve elektrikli kumanda devresinden oluşur. Önce pnömatik sonra kumanda devresi çizilir. Elemanlar, çizim kurallarına uygun olarak uygun konumlara yerleştirilir ve numaralandırılır. Pnömatik devre şeması, pnömatik öğrenme biriminde anlatılan kurallara göre çizilir.

5.2.2.1. Elektropnömatik Kumanda Devre Şeması Çizim Kuralları

- Enerji geçişi yukarıdan aşağıya (↓) doğrudur.
- Pnömatik devrenin tercihen soluna veya altına çizilir.
- Aynı görevi gören elemanlar eşit seviyede çizilir.
- Devre elemanları, soldan sağa (→) doğru devreye giriş sırasına göre sıralanır.
- Devre çizimlerinde elemanların konumu ve büyüklükleri dikkate alınmaz.
- Eleman sembolleri birbirlerine çok yakın ya da uzak çizilmemelidir.
- Enerji hatları yatay çizilir ve çizim yatayda sağa doğru genişler.
- Enerji hatlarından elemanlara yapılan bağlantılar dikey çizilir.
- Yatay ya da dikey bağlantı hatları birbirinin üzerinden geçmemeli ve birbirleriyle çakışmamalıdır.

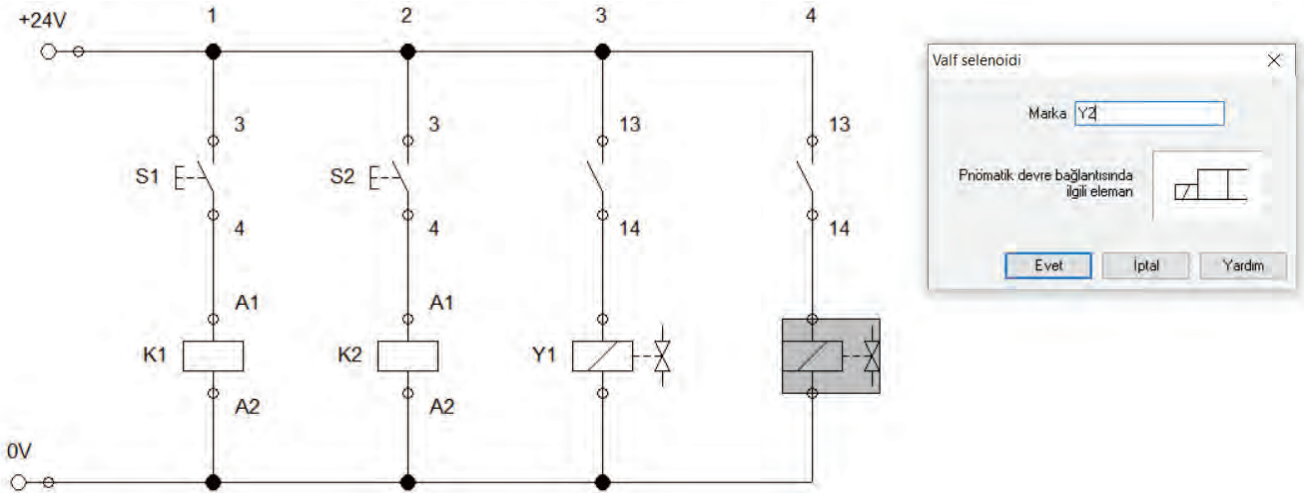
5.2.3.2. Kumanda Devre Şemasının Çizilmesi

Elektrik kumanda devre şemasının çizimine kütüphaneden enerji girişleri alınmasıyla başlanır. **+24 V DC gerilim** üste, **0 V DC gerilim** ise alta yerleştirilir. Buton ve kontaklar üste, röle ve selenoid bobinleri de alta hizalı olarak yerleştirilir. +24 V kaynağından son bağlantı girişi ucuna ilk yatay hat çizilir. 0 V noktasından da son eleman çıkışı ucuna ikinci yatay hat çizilir. Sonra diğer elemanların uç bağlantılarıyla dikey hatlar oluşturulur (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Kumanda devre şemasının çizilmesi

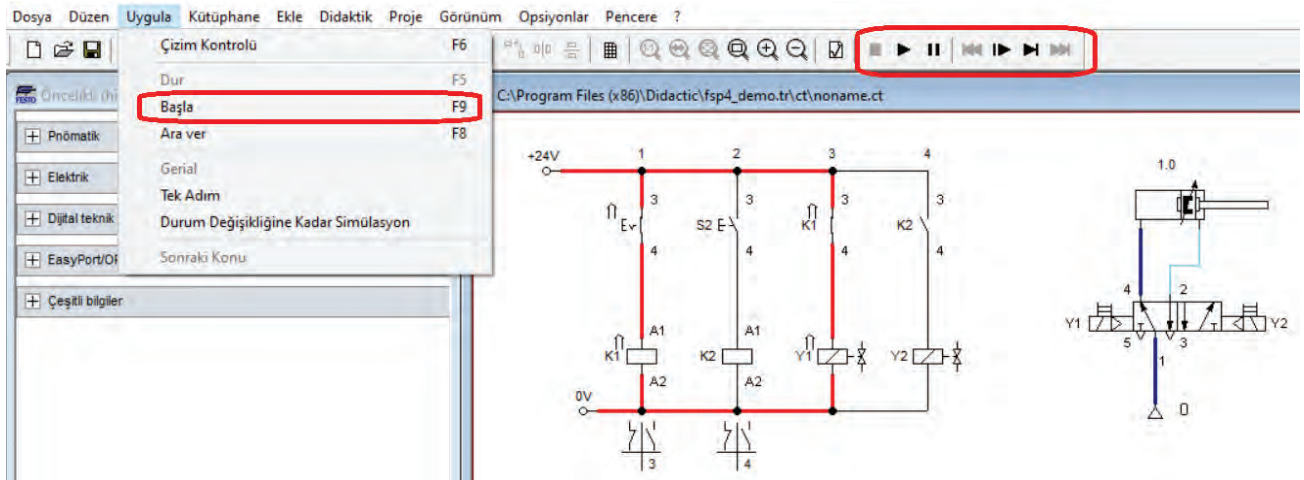
Şema çizimi tamamlandıktan sonra numaralandırma yapılır. Eleman üzerine çift tıklanarak açılan pencerede bulunan **Marka** alanına uygun numara yazılır (Görsel 5.13). Röle kontaktları da kontak üzerine çift tıklanarak numaralandırılabilir.



Görsel 5.13: Kumanda devre elemanlarının numaralandırılması

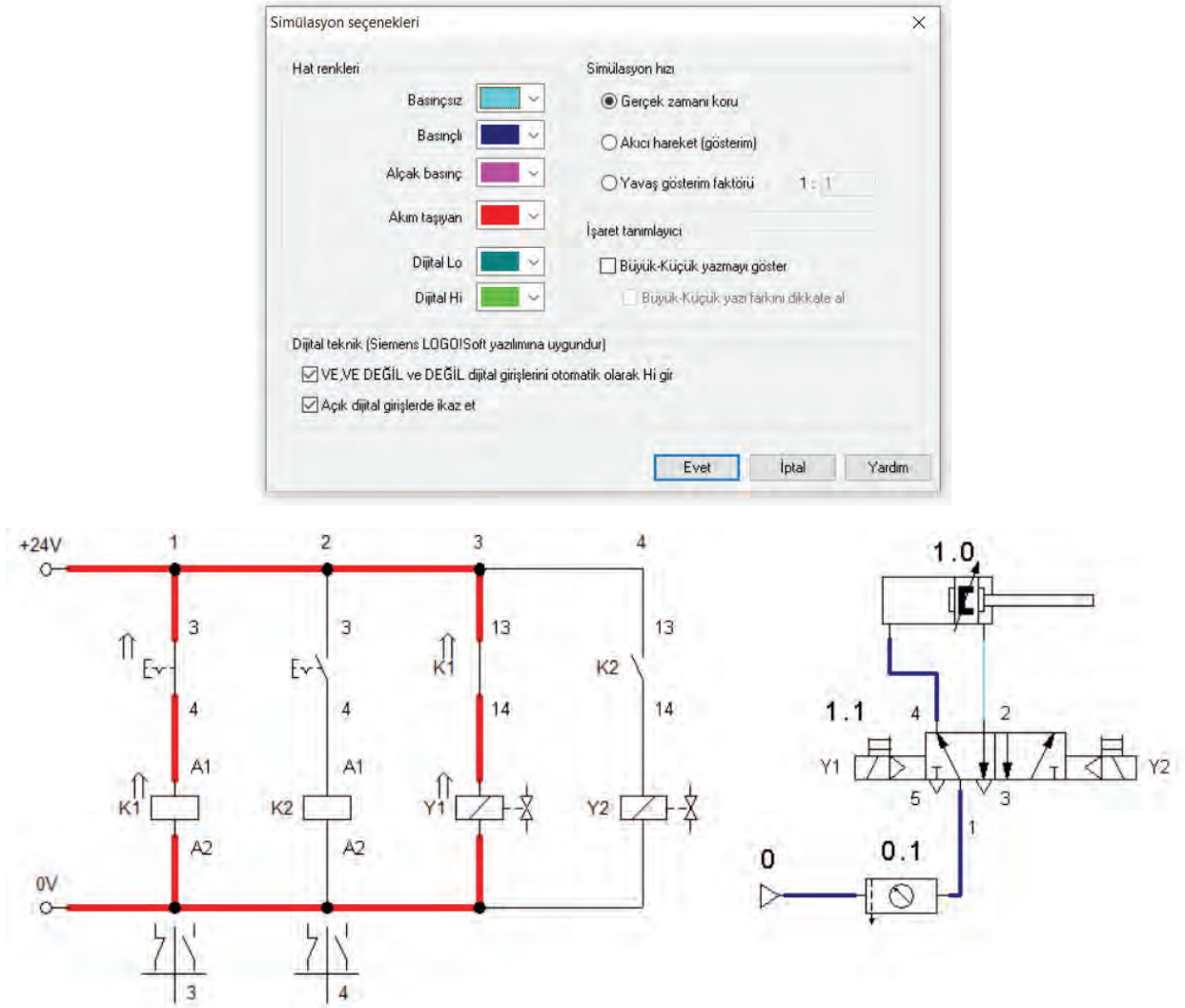
5.2.3.3. Devrenin Simülasyonu

Simülasyona başlamadan önce **Uygula** → **Çizim kontrolü** menüsü veya **F6** kısayol tuşuyla hata kontrolü yapılabilir. Devre **Uygula** → **Başla** menüsü, **F9** kısayol tuşu veya araç çubuğu başlatma simgesinden çalıştırılır. Simülasyon için mouse başlatma elemanı üzerine getirilerek sol tuşa tıklanır. Çalışma anında mavi kalın çizgilerle basınçlı hava, açık mavi ince çizgilerle basınçsız hava ve kumanda devresinde de kırmızı çizgilerle akım yolu gösterilir (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: Elektropnömatik devrenin simülasyonu

Simülasyonda devre hat renkleri ve simülasyon hızı **Opsiyonlar** → **Simülasyon...** menü seçeneğinden değiştirilebilir (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Devre hat rengi ve simülasyon hızı ayar seçeneklerinin değiştirilmesi

AMAÇ: Elektropnömatis devre sembollerini teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	1 adet
Kurşun kalem	0,5 mm B veya 2B uçlu	1 adet
Silgi	Yumuşak özellikli	1 adet
Gönyeler	45-45-90 ve 30-60-90 ölçülerinde	2 adet
Daire şablonu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 5.9'da verilen devre sembollerini ve sembollerin açıklamalarını inceleyiniz.
2. Antetli kâğıda sembol tablosunu uygun kalınlıkta çiziniz.
3. Tablo içine uygun ölçülerde sembollerini çiziniz. Sembollerin kendi alanlarına ortalanmasına özen gösteriniz.
4. Sembol açıklamalarını kendi alanlarına yazınız. Yazıların alana uygun yerleştiğinden emin olunuz.
5. Çiziminizde teknik resim kurallarına uyunuz ve norm yazı kullanmaya dikkat ediniz.
6. Sembollerini ve yazıları kontrol ederek çizimlerinizi öğretmenimize teslim ediniz.

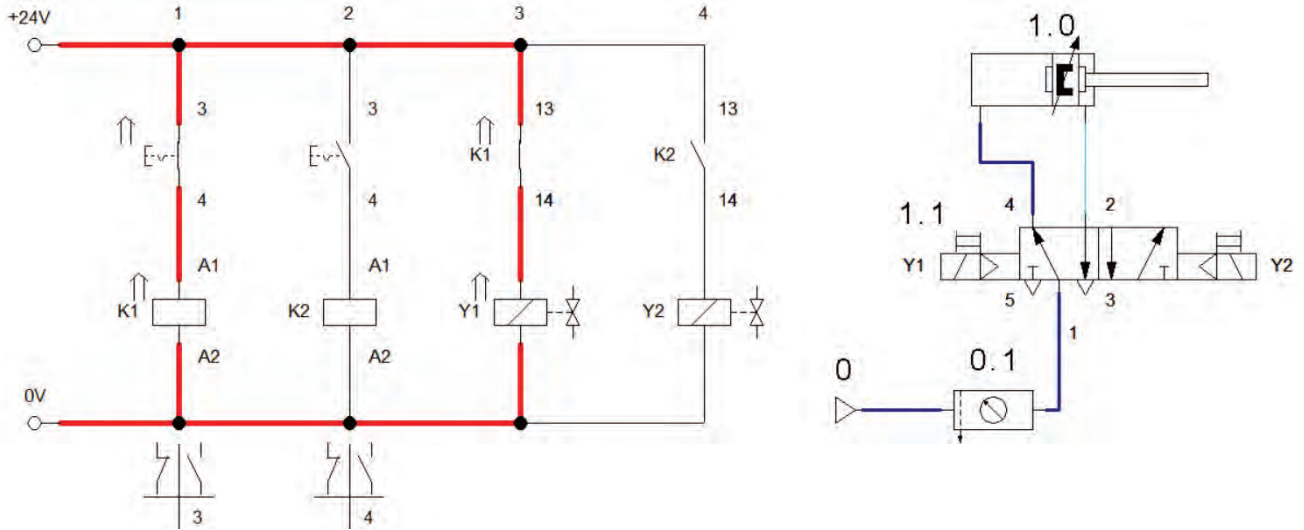
SORULAR

1. Sembollerin çiziminde dikkat edilmesi gereken hususları yazınız.
2. Pnömatik sembollerle aynı olan sembollerin isimlerini belirtiniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Tablo çizgilerinin uygun ölçüde ve kalınlıkta çizilmesi	20	
Numarası :	2	Sembollerin uygun ölçüde çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Sembollerin alana ortalanması	20	
Adı-Soyadı :	4	Sembol açıklamalarının norm yazıyla yazılması	20	
İmza :	5	Kâğıdın temizliği ve düzeni	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Bilgisayar ortamında elektropnömatrik devre kurup devrenin simülasyonunu yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.16: Elektropnömatrik devre simülasyonu

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon programı		-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Öğretmen gözetiminde bilgisayarı açınız.
2. Simülasyon programını çalıştırınız.
3. Devre elemanlarını Görsel 5.16'daki gibi hizalı olarak çalışma alanına alınız.
4. Devre bağlantılarını yapınız.
5. Elemanları numaralandırınız.
6. Devreyi çalıştırarak S1 butonuna basınız ve silindirin ileri yöndeki hareketini gözlemleyiniz.
7. S2 butonuna basarak silindirin geri yöndeki hareketini gözlemleyiniz.
8. Kapatma kurallarına uygun olarak bilgisayarı kapatınız.

SORULAR

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Y1 ve Y2 selenoidlerinin numaralandırılması unutulursa devre nasıl çalışır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Elemanların çalışma alanına yerleştirilmesi	20	
Numarası :	2	Eleman bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Elemanların numaralandırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri hareketi	20	
İmza :	5	Silindirin geri hareketi	20	
TOPLAM PUAN			100	

5.3. ELEKTROPNÖMATİK SİSTEM KURULUMU

Elektropnömatik sistem, elektrik ve pnömatik esaslara göre çalışan iki ayrı devreden oluşur. Kumanda devresinde elektrik enerjisi, pnömatik devrede basınçlı hava kullanılır. Sistemin çalışma şartlarına göre iş elemanı hareketleri belirlenir. Bu hareketlerin oluşturulması için uygun kontrol yöntemleri kullanılır.

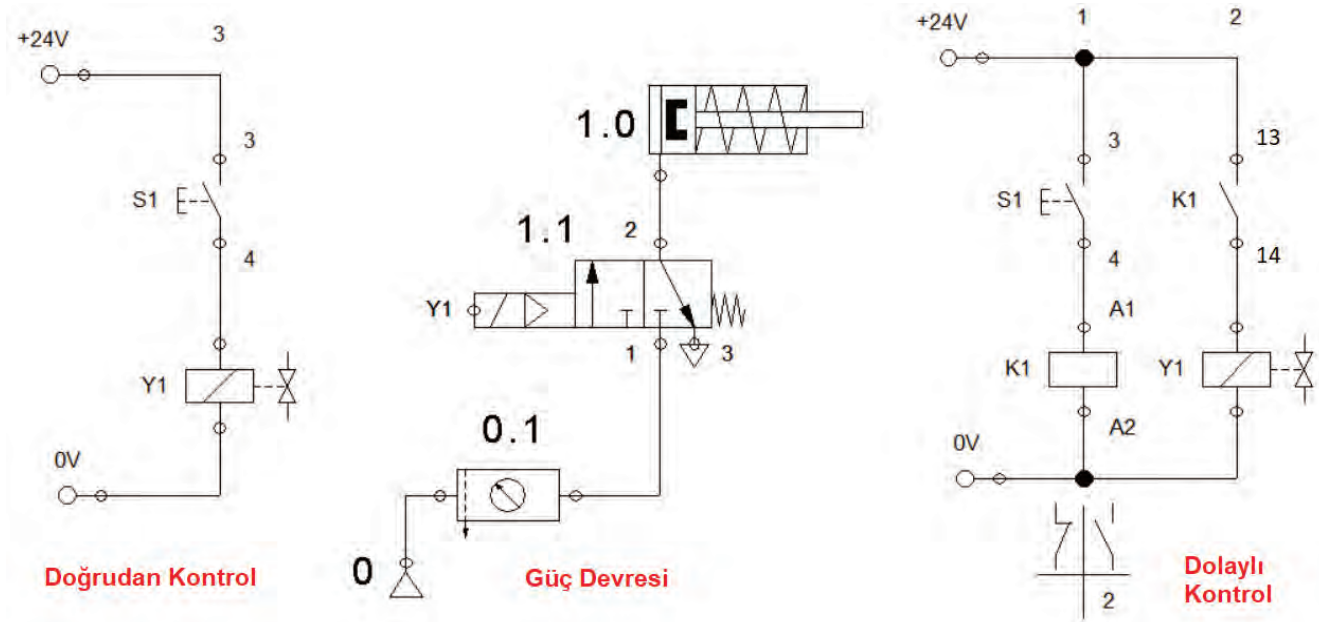
5.3.1. Elektropnömatik Devreler

Kumanda devre tasarımı elektropnömatik devrenin temelini oluşturur. Devre tasarımında kullanılan kalıplaşmış bağlantılar olduğu gibi devrenin özelliğine göre farklı bağlantı yöntemleri de kullanılabilir. Genel olarak kullanılan kontrol yöntemi ve bağlantı çeşitleri aşağıda verilmiştir.

5.3.1.1. Doğrudan ve Dolaylı Kontrol

Doğrudan Kontrol: Selenoid kontrolü röle kullanılmadan yapılıyorsa buna **doğrudan kontrol** denir. Selenoid bobinine direkt gerilim uygulanır. Tercih edilen bir yöntem değildir (Görsel 5.17).

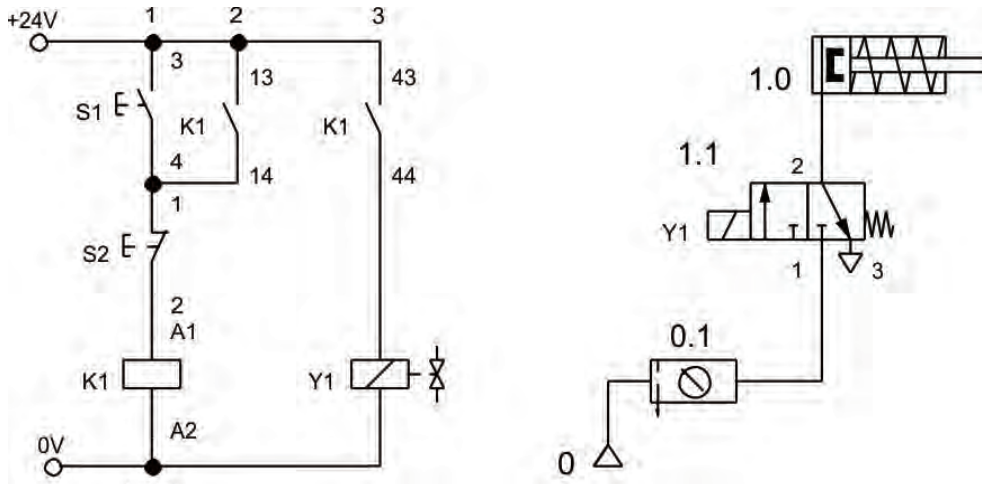
Dolaylı Kontrol: Selenoid kontrolü röle kullanılarak yapılıyorsa buna **dolaylı kontrol** denir. Dolaylı kontrolde önce röle enerjilendirilir. Selenoid bobinine enerji, kapanan röle kontakları aracılığıyla verilir.



Görsel 5.17: Tek etkili silindirin doğrudan ve dolaylı kontrolleri

5.3.1.2. Mühürleme İşlemi

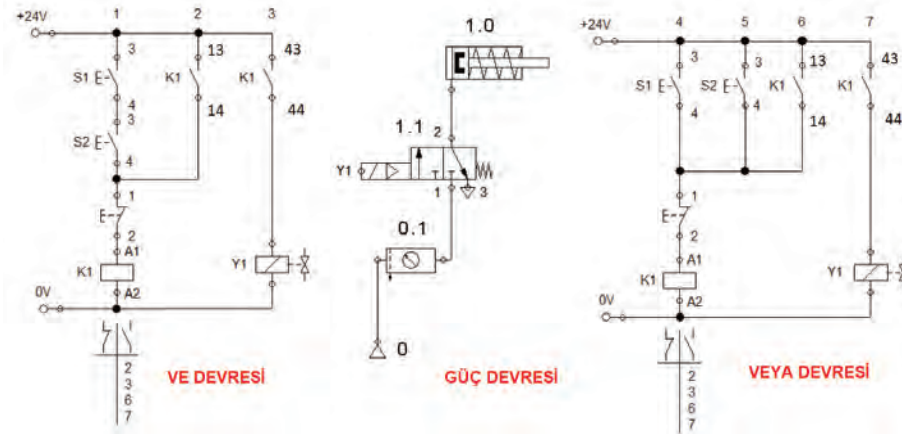
Kumanda devrelerinde sürekli çalışmayı sağlayan mühürleme işlemi elektropnömatik devrelerde de kullanılır. Tek selenoidli valflerle yapılan işlerde hafıza konumu mühürlemeyle sağlanır. Bunun için rölenin normalde açık kontağı start butonu veya kontağa paralel bağlanır. Görsel 5.18'de K1 kontağı, S1 start butonuna paralel bağlanarak mühürleme yapılmıştır.



Görsel 5.18: Mühürleme işlemi

5.3.1.3. Şarta Bağlı Kontrol

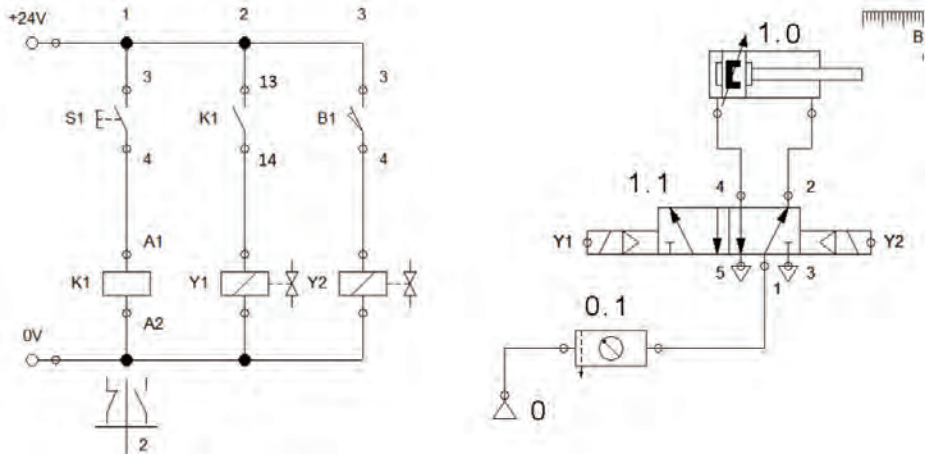
Şarta bağlı kontrol için buton bağlantıları kullanılır. VE devresi için start butonları seri, VEYA devresi için paralel bağlanır. VE devresinde enerjilenme için her iki butona birden basılması gerekir. VEYA devresindeyse butonlardan herhangi birine basılması devrenin enerjilenmesi için yeterlidir (Görsel 5.19).



Görsel 5.19: VE/VEYA devresi

5.3.1.4. Sınır Anahtarı ile Kontrol

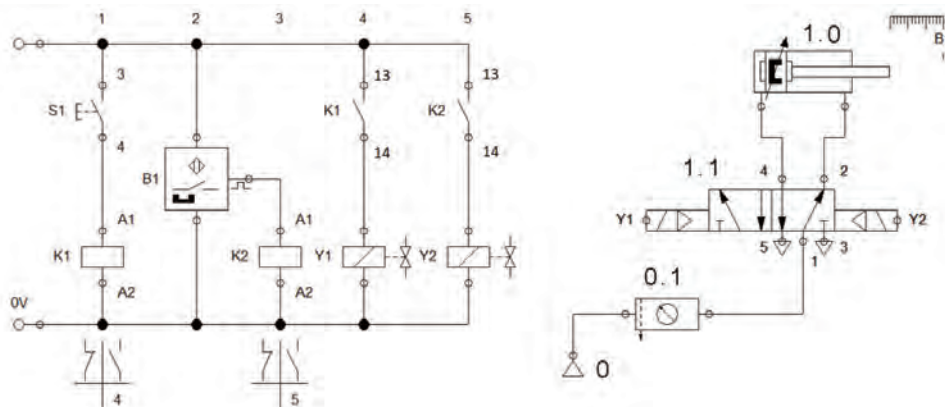
Sınır anahtarıyla kontrol işleminde, anahtarın hareketli kısmı silindirin karşısına, kontaklar ise kumanda devresine yerleştirilir. Görsel 5.20'de verilen devrede S1 butonuna basıldığında K1 rölesi enerjilenir ve kendine ait kontakları konum değiştirir. Kapanan K1 kontağı üzerinden enerjilenen Y1 selenoidi valfin konumunu değiştirir. Açılan hava yolu sayesinde piston kolu ileri hareket eder ve hareket yolu üzerindeki makaraya çarparak B1 sınır anahtarı kontaklarını kapatır. Y2 selenoidi enerjilenir ve valf eski konumuna geri gelir. Çift etkili silindir geri hareketini gerçekleştirir.



Görsel 5.20: Çift etkili silindirin sınır anahtarı ile kontrolü

5.3.1.5. Temassız Algılayıcılar ile Kontrol

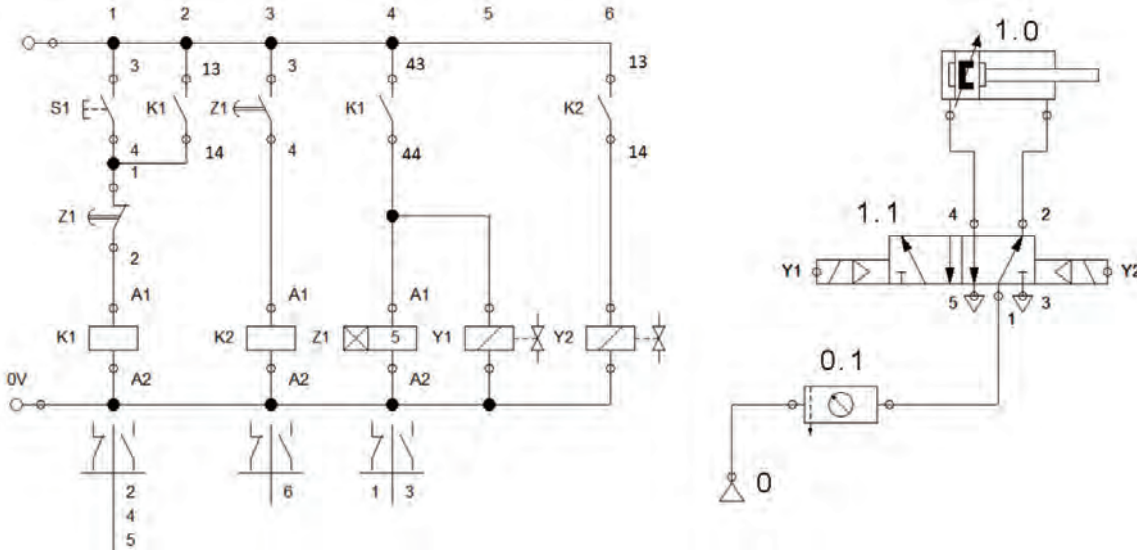
Elektropnömatis devrelerde sınır anahtarı yerine temassız algılayıcılar tercih edilir. Anahtarlama aralığının küçük olması ve aşınma olmaması, sensörlerin kullanılma sebepleridir. Devreye bağlantısı Görsel 5.21'de verilmiştir.



Görsel 5.21: Çift etkili silindirin temassız algılayıcı ile kontrolü

5.3.1.6. Zaman Rölesi ile Kontrol

Görsel 5.22'de düz zaman rölesiyle çift etkili silindirin kontrol edilmesi devre şeması verilmiştir. Devrede S1 start butonuna basılarak K1 rölesi enerjilendirilir. Devre kendini mühürler. Aynı anda zaman rölesi ve Y1 selenoidi de enerjilenir. Valf konum değiştirerek silindir ileri hareket eder. Zaman rölesinin kontakları, ayarlanan sürenin sonunda konum değiştirir. K1 rölesinin enerjisi kesilir ve K2 rölesi devreye girer. Y1 selenoidi bırakarak Y2 selenoidi enerjilenir. Silindir geri hareket eder.



Görsel 5.22: Çift etkili silindirin zaman rölesi ile kontrolü

5.3.2. Elektropnömatik Devrelerde Çoklu Silindir Uygulamaları

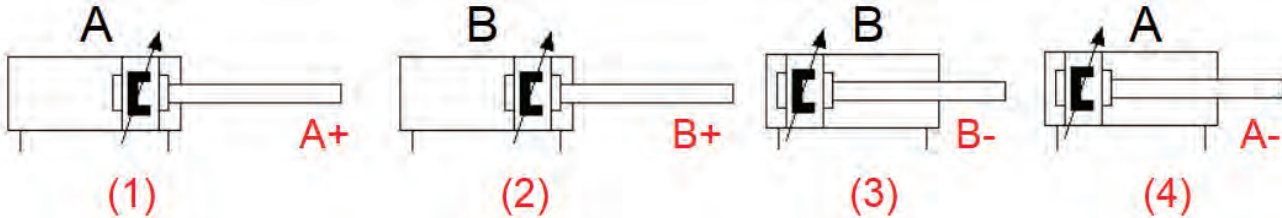
Elektropnömatik devrelerde birden fazla silindir kullanılmasıyla ortaya çıkan sinyal çakışmalarının önlenmesi için set-reset ve kaskad bağlantı gibi teknikler kullanılır. Set-reset daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Set-reset mantığında bir önceki adımın enerjilenip enerjilenmediği kontrol edilir. Bu da temassız algılayıcı veya sınır anahtarları kontaklarıyla yapılır.

Bu yöntemin temel prensipleri şunlardır:

- İlk olarak silindirlerin çalışma sırası belirlenir (A+B-B-A- gibi).
- Yol adım diyagramı çizilir.
- Kumanda devresinde her adım için bir röle kullanılır.
- Bir çalışma adımı set edilirken önceki adım reset edilir.

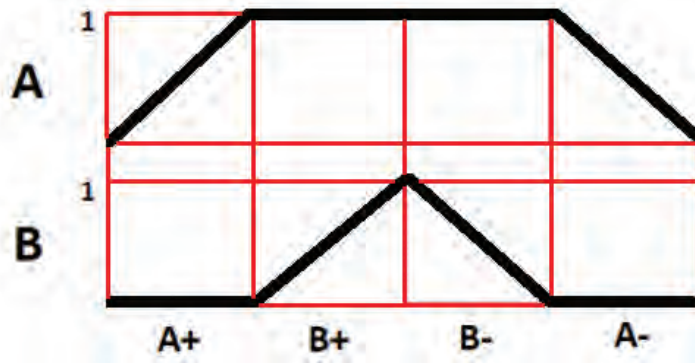
Örnek: İki silindirli bir devrede birinci ve ikinci silindirler sırasıyla ileri çıkacaktır. Geri hareketi ilk olarak ikinci silindir yapacak ve son olarak birinci silindir geri gelecektir. Devrede çift etkili silindir ve 3/2 tek selenoidli valfler kullanılacaktır. Buna göre set-reset yöntemini kullanarak devreyi tasarlayınız.

Silindirlerin Çalışma Sırasının Belirlenmesi: Birinci silindir **A**, ikinci silindir **B** diye isimlendirilir. İleri silindir hareketleri artı (+) ile gösterildiği için, A silindirinin ileri hareketi **A+** ve B silindirinin ileri hareketi **B+** ile gösterilir. Böylece sırasıyla ilk hareketler **A+B+** şeklinde belirtilir. Üçüncü adımda B silindiri ve son adımda da A silindiri geri gelmektedir. Geri silindir hareketleri eksi (-) ile gösterildiğinden bu durum **B-A-** şeklinde ifade edilir. Böylece silindirlerin çalışma sıralaması **A+B+B-A-** şeklinde gerçekleşir (Görsel 5.23).



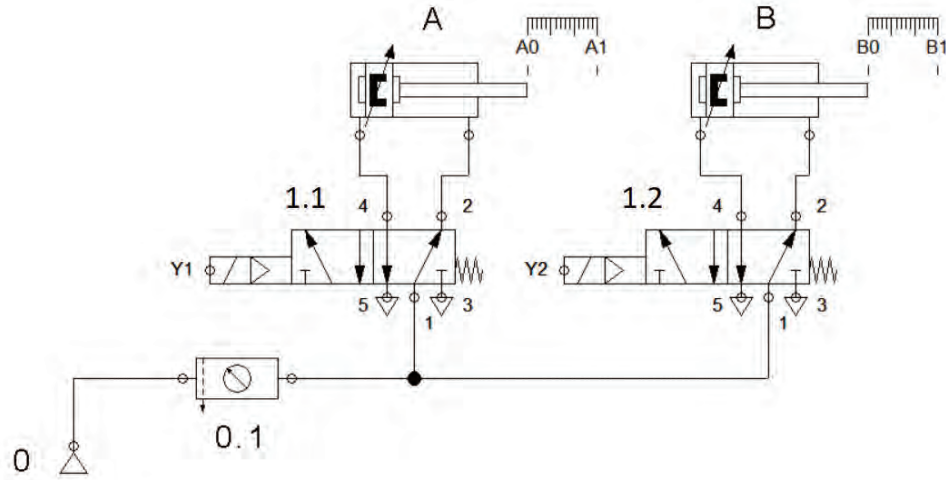
Görsel 5.23: Çift etkili A ve B silindirlerinin çalışma sırası

Yol Adım Diyagramının Çizilmesi: Silindirler diyagramında alt alta gösterilir. Silindir konumları düz, eğik ve kalın çizgilerle çizilir. Düz çizgiler silindirin sakin konumunu, eğik çizgilerse hareketli konumu belirtir. Şekilde görüldüğü gibi A+ anında B silindiri hareketsizdir. **B+B-** konumlarındaysa A silindiri hareketsizdir. A silindiri geri gelirken B silindiri sakindir. Yol adım diyagramına göre devrede sinyal çakışması yoktur (Görsel 5.24).



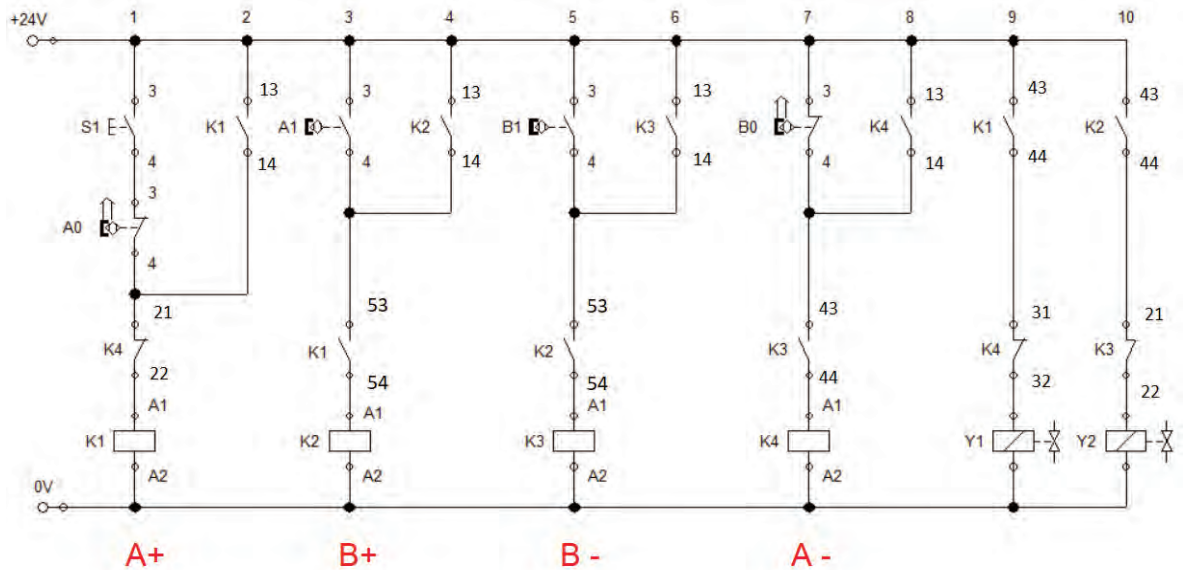
Görsel 5.24: Yol adım diyagramı

Devre Şemasının Çizilmesi: Pnömatik güç devresi, çift etkili silindir ve 3/2 yay geri getirmeli valflerle Görsel 5.25'te görüldüğü gibi çizilir. Sınır anahtarları silindir uçlarına yerleştirilir.



Görsel 5.25: Güç devresi

Devrede dört adım olduğu için kumanda devresinde K1, K2, K3 ve K4 röleleri kullanılır. Set-reset işlemleri sınır anahtarlarıyla yapılır (Görsel 5.26).



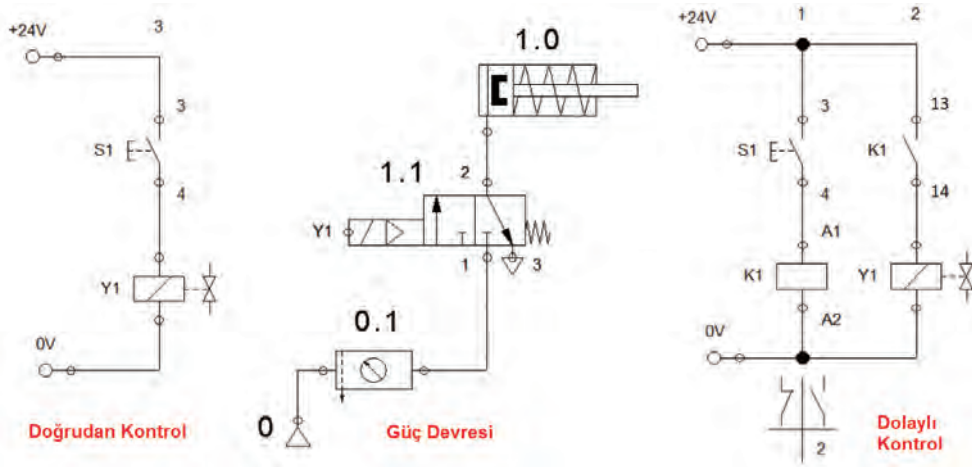
Görsel 5.26: Set-reset yöntemi kumanda devresi

Devrenin Çalışması: Devrede S1 butonuna basılmasıyla K1 rölesi enerjilenir ve rölenin kontakları konum değiştirir. Kapanan K1 kontağı sayesinde Y1 selenoidi valf konumunu değiştirerek A silindirisinin ileri hareket etmesini sağlar. A+ hareketi gerçekleşir. Piston kolunun A1 noktasına dokunmasıyla kapanan sınır anahtarı kontağı sayesinde K2 rölesi enerjilenir. Y2 selenoidi B silindirisinin ileri hareket etmesini sağlayarak B+ hareketini oluşturur. B1 ve B0 kontakları sayesinde B- ve A- geri hareketleri oluşur (Görsel 5.26).

Görsel 5.26'daki devrenin çalışmasına bakıldığında K1, K2, K3 ve K4 hatlarının sırayla çalıştığı ve sırayla devreden çıktığı görülür. Bu da set-reset mantığının gereğidir.

AMAÇ: Tek etkili silindiri doğrudan ve dolaylı kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.27: Tek etkili silindirin doğrudan ve dolaylı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		Birer adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start butonu		1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	3/2 tek selenoidli	1 adet
Silindir	Tek etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. Görsel 5.27'de verilen devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Doğrudan kontrol devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda ve pnömatik devre bağlantılarını gerçekleştiriniz.
5. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
6. Hava hattından hava vererek devreyi tekrar çalıştırınız.
7. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Dolaylı kontrol devresini de aynı şekilde kurup çalıştırarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.



SORU

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

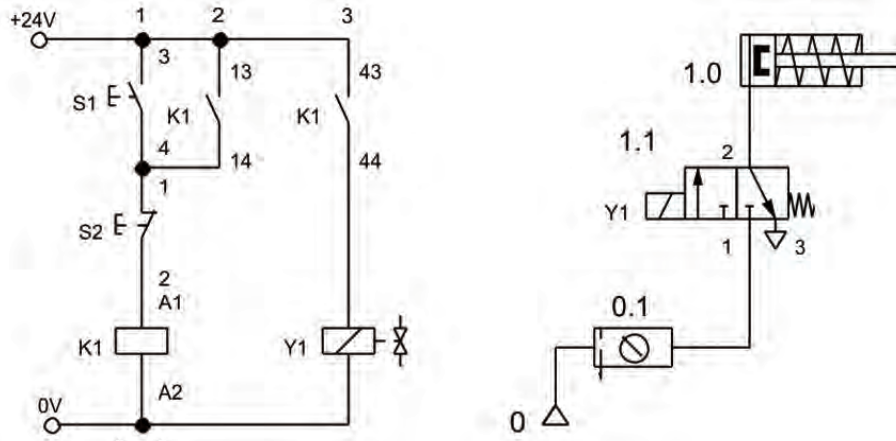


KOD=19584

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Doğrudan kontrol kumanda devresinin çalışması	20	
ÖĞRETMEN	3	Doğrudan kontrol pnömatik devrenin çalışması	20	
	4	Dolaylı kontrol kumanda devresinin çalışması	20	
	5	Dolaylı kontrol pnömatik devrenin çalışması	20	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Tek etkili silindiri isteğe bağlı olarak kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



GörSEL 5.28: Tek etkili silindirin isteğe bağlı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		Birer adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start ve stop butonu		Birer adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Solenoid valf	3/2 tek selenoidli	1 adet
Silindir	Tek etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. GörSEL 5.28'de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını deney seti üzerinde düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda ve pnömatik devre bağlantılarını gerçekleştiriniz.
5. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
6. Hava hattından hava vererek devreyi tekrar çalıştırınız.
7. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. S2 butonuna basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.

SORULAR

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Çift etkili silindiri isteğe bağlı olarak kontrol eden devreyi çiziniz.

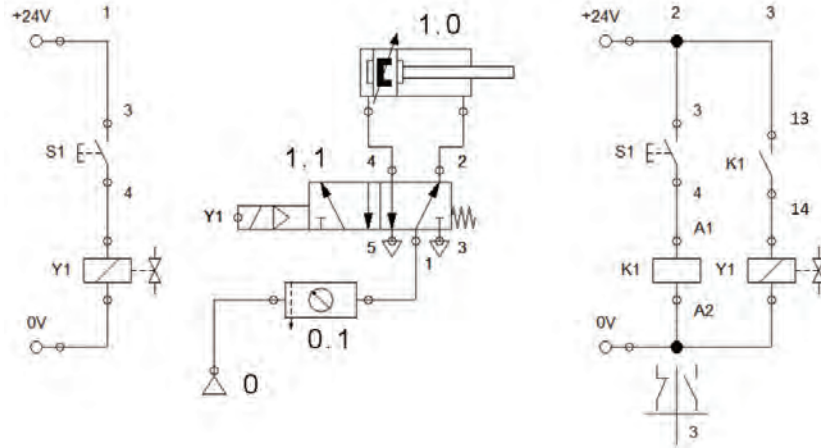


KOD=19585

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Pnömatik devrenin kurulması	20	
Adı-Soyadı :	4	Kumanda devresinin çalışması	20	
İmza :	5	Pnömatik devrenin çalışması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri doğrudan ve dolaylı kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.29: Çift etkili silindirin doğrudan ve dolaylı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		Birer adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start butonu		1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	5/2 tek selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. Görsel 5.29'da verilen devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Doğrudan kontrol devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda ve pnömatik devre bağlantılarını gerçekleştiriniz.
5. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
6. Hava hattından hava vererek devreyi tekrar çalıştırınız.
7. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Dolaylı kontrol devresini de aynı şekilde kurup çalıştırarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.

SORULAR

1. Devrede 5/2 valf kullanılmasının sebebini açıklayınız.
2. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

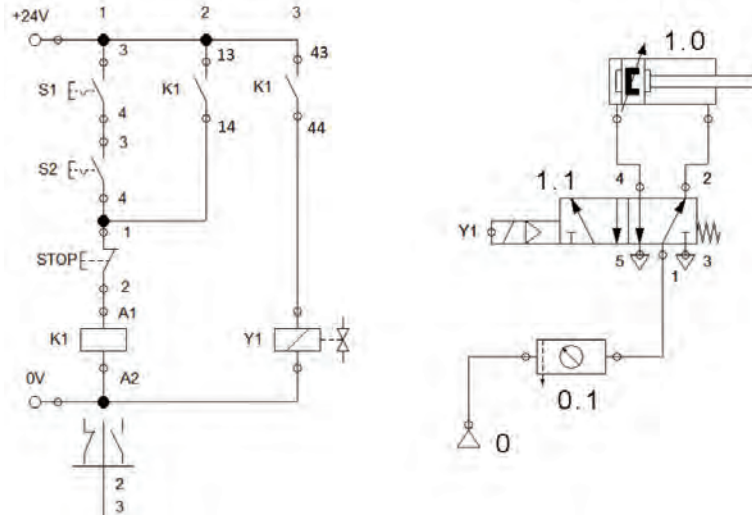


KOD=19586

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Doğrudan kontrol kumanda devresinin çalışması	20	
ÖĞRETMEN	3	Doğrudan kontrol pnömatik devrenin çalışması	20	
	4	Dolaylı kontrol kumanda devresinin çalışması	20	
	5	Dolaylı kontrol pnömatik devrenin çalışması	20	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Çift etkili silindirde “VE” fonksiyonunu uygulamak.

DEVRE ŞEMASI



GörSEL 5.30: Çift etkili silindirde VE fonksiyonu uygulama devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		Birer adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start ve stop butonu		3 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	5/2 tek selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. GörSEL 5.30'da verilen devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Hava hattından hava vererek devreyi tekrar çalıştırınız.
6. S1 ve S2 butonlarına ayrı ayrı basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. S1 ve S2 butonlarına aynı anda basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Stop butonuna basarak silindirin durduğunu gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.



SORU

1. Devrede VE mantığı hangi elemanlarla oluşturulmuştur?

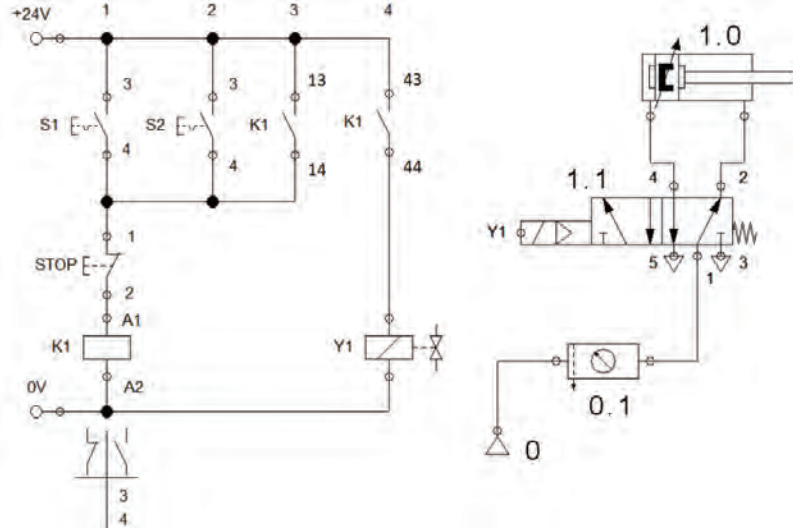


KOD=19587

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindirde “VEYA” fonksiyonunu uygulamak.

DEVRE ŞEMASI



GörSEL 5.31: Çift etkili silindirde VEYA fonksiyonunu uygulama devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start ve stop butonu		3 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	5/2 tek selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. GörSEL 5.31’de verilen devreleri bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Hava hattından hava vererek devreyi tekrar çalıştırınız.
6. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. S2 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Stop butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.



SORU

1. Devrede VEYA mantığı hangi elemanlarla oluşturulmuştur? Açıklayınız.

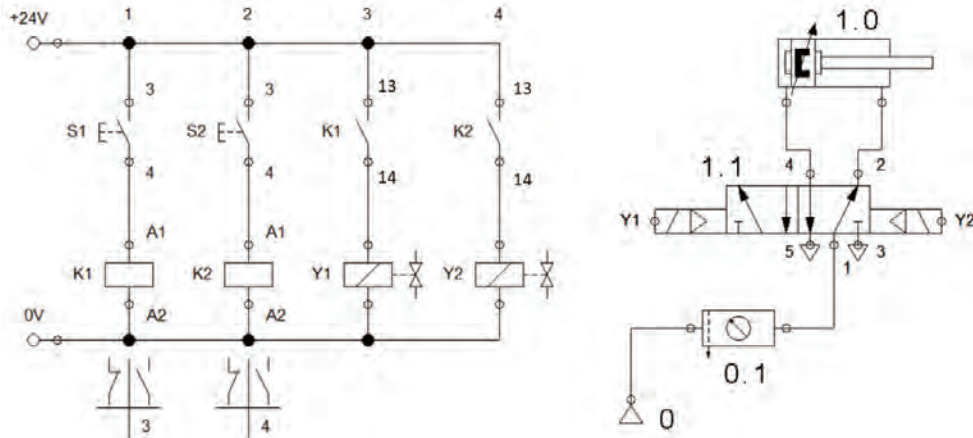


KOD=19588

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri impuls valfi ile kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görşel 5.32: Çift etkili silindirin impuls valfi ile kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Pnömatik deney seti		
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start butonu		2 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Kompresör		1 adet
Solenoid valf	5/2 çift selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. Görşel 5.32'de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Hava hattından hava vererek devreyi tekrar çalıştırınız.
6. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. S2 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.



SORULAR

1. İmpuls valf ne demektir? Açıklayınız.
2. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

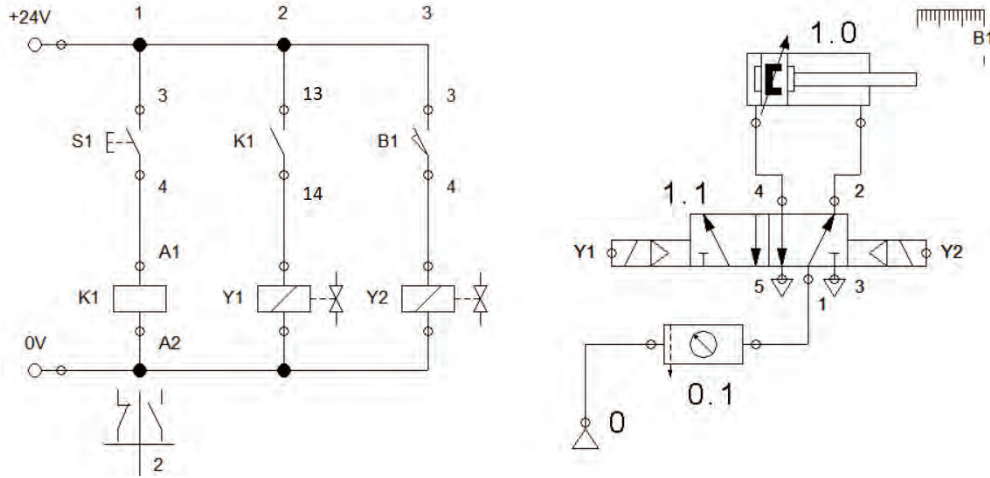


KOD=19589

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri sınır anahtarı ile kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



GörSEL 5.33: Çift etkili silindirin sınır anahtar ile kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		1 adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	Birer adet
Start butonu		1 adet
Sınır anahtarı		1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	5/2 çift selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. GörSEL 5.33'te verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını çalışma tezgâhı üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.



SORULAR

1. Sınır anahtarının devredeki görevini açıklayınız.
2. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

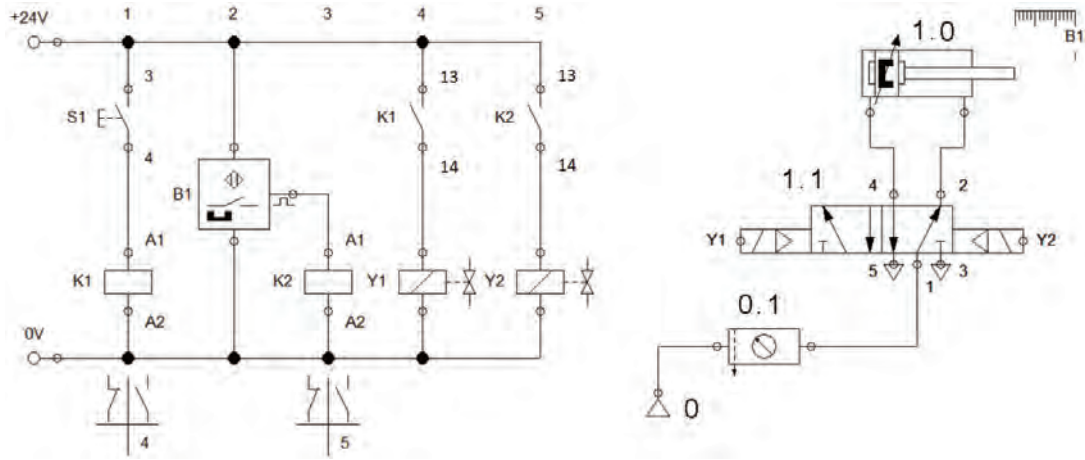


KOD=19590

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri temassız algılayıcı ile kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.34: Çift etkili silindirin temassız algılayıcı ile kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		1 adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	1+2 adet
Start butonu		1 adet
Temassız algılayıcı	Endüktif, kapasitif, manyetik veya optik	1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Solenoid valf	5/2 çift selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. Görsel 5.34'te verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.

SORULAR



1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Sensör nedir, çeşitleri nelerdir?
3. Sensör uçlarını ve renklerini şekil üzerinde gösteriniz.

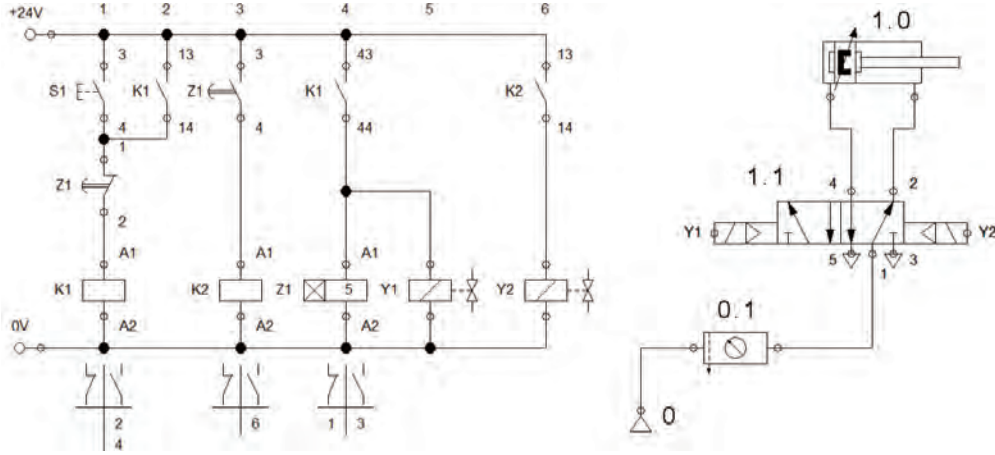


KOD=19591

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri zamana bağlı kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.35: Çift etkili silindirin zamana bağlı kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		1 adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	1+2 adet
Start butonu		1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	5/2 çift selenoidli	1 adet
Silindir	Çift etkili silindir	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. Görsel 5.35'te verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Zaman rölesinin zaman ayarını yapınız.
6. Enerji vererek devreyi çalıştırınız.
7. S1 butonuna basarak silindirin çalışmasını gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.



SORULAR

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.
2. Tek etkili silindirin zamana bağlı kontrol devresini çiziniz.

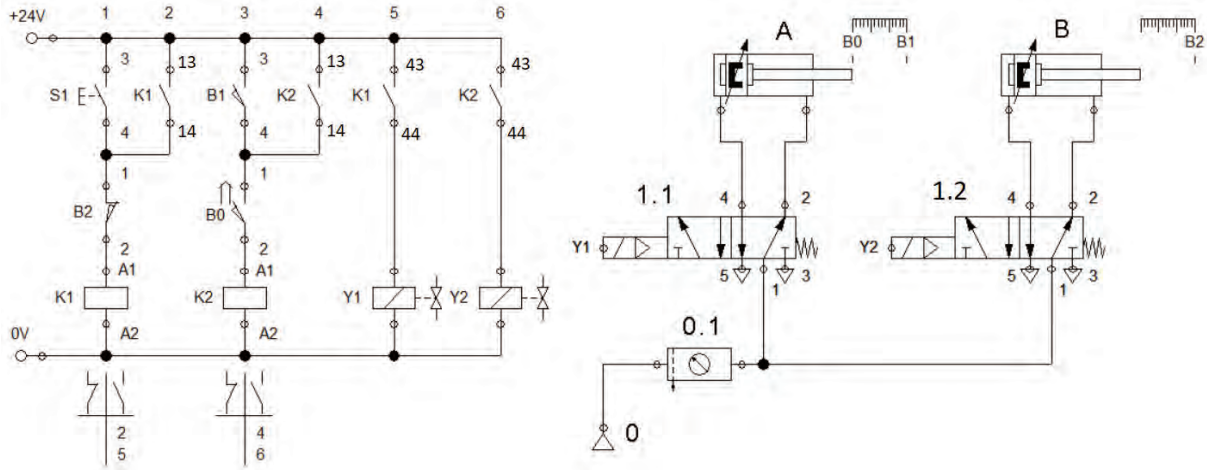


KOD=19592

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: A+B+A-B- sıralamasında çalışan iki silindirli devre uygulaması yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 5.36: A+B+A-B- sıralamasında çalışan iki silindirli devre

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektropnömatik deney seti ve hava hattı		1 adet
DC güç kaynağı ve DC röle	24 V DC	1+2 adet
Start butonu		1 adet
Temassız algılayıcı	Manyetik	3 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Selenoid valf	5/2 tek selenoidli	2 adet
Silindir	Çift etkili silindir	2 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bilgisayar ve yazılımı öğretmen kontrolünde açınız.
2. Görsel 5.36'da verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
3. Devre elemanlarını çalışma tezgâhı üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
4. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.
5. Enerji vererek devreyi çalıştırınız.
6. S1 butonuna basarak silindirlerin çalışmasını gözlemleyiniz.
7. Kumanda devresini çalıştırınız ve rölelerin çalışmalarını inceleyiniz.



SORULAR

1. Devrenin yol adım diyagramını çiziniz.
2. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda devresinin ve pnömatiske devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareket ettirilmesi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareket ettirilmesi	20	
TOPLAM PUAN			100	

1. UYGULAMA ETKİNLİĞİ

ÜÇ SİLİNDİRLİ A+B+B-A-C+C- DEVRE UYGULAMASI

AMAÇ: A+B+B-A-C+C- sıralamasında çalışan üç silindirli devre uygulaması yapmak.

İSTENENLER: Üç adet çift etkili silindir A+B+B-A-C+C- sıralamasında çalışacak ve silindirlerin hızı ayarlanabilecektir. Devrenin şemasını ve yol adım diyagramını çiziniz. Bilgisayarlı simülasyon yazılımında çalışmasını test ediniz. Malzeme listesini çıkarınız. Deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devrenin tasarlanması	10	
2	Devrenin yol adım diyagramının çizilmesi	10	
3	Devrenin simülasyon programında kurulması	10	
4	Devrenin simülasyon programında çalıştırılması	10	
5	Malzeme listesinin çıkartılması	10	
6	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	10	
7	Devre elemanları arasında kablo ve hortum bağlantılarının yapılması	10	
8	Kumanda devresinin hatasız çalışması	10	
9	Güç devresinin hatasız çalışması	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

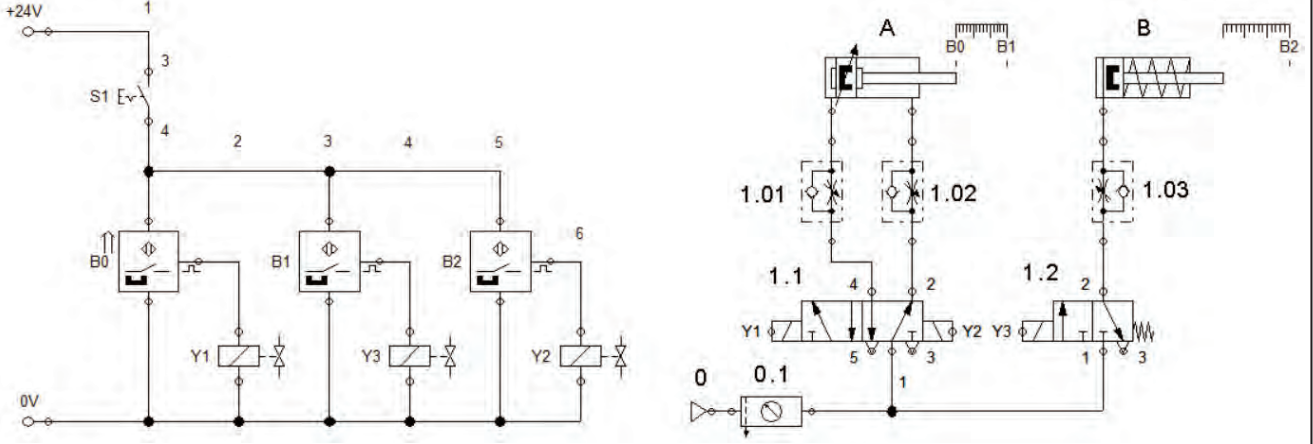
Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

2. UYGULAMA ETKİNLİĞİ

İKİ FARKLI SİLİNDİRLİ DEVRE UYGULAMASI

AMAÇ: İki farklı silindirli devre uygulaması yapmak.

İSTENENLER: Görsel 5.37'deki devreyi bilgisayarlı simülasyon programında kurunuz ve çalıştırınız. Devrenin çalışmasını yorumlayınız. Yol adım diyagramını çiziniz. Devrenin malzeme listesini çıkarınız ve devreyi kurarak çalıştırınız.



A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Elektropnömatis sistemlerde kumanda havayla yapılır.
2. (...) Elektropnömatis devrelerde VE devresi oluşturmak için start butonları paralel bağlanır.
3. (...) Elektropnömatis sistemlerde elektrik enerji geçişi yukarıdan aşağıya doğrudur.
4. (...) Elektropnömatis devrelerde çoklu silindir uygulamalarında çakışmayı önlemek için set-reset yöntemi kullanılır.
5. (...) Elektropnömatis kumanda devresinde çizim yatayda sola doğru genişler.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Elektropnömatis devrede selenoid kontrolü röle kullanılmadan yapıyorsa buna denir.
7. Sadece metalleri algılayan sensörler sensörlerdir.
8. Elektropnömatis kumanda devresinde çakışmayı önlemek için her adıma bir kullanılır.
9. Simülasyon programında çalışmayı başlatmak için mouse başlatma elemanı üzerine getirilerek tıklanır.
10. Simülasyon programında çalışma anında çizgilerle basınçlı hava, açık çizgilerle basınçsız hava gösterilir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Pnömatis yön kontrol valfine bobin eklenmesiyle oluşturulan valftir.	A	3/2
12.	()	Çift bobinli valftir.	B	Selenoid valf
13.	()	Üç yollu, iki konumlu valftir.	C	2/3
14.	()	Isı, ışık, gibi fiziksel büyüklükleri algılayıp elektriksel işaretlere dönüştüren elemanlardır.	D	Düz
15.	()	Açma gecikmeli zaman rölesidir.	E	Ters
			F	Temassız algılayıcı
			G	İmpuls

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi temassız algılayıcı değildir?

- A) Endüktif B) Kapasitif C) Manyetik D) Optik E) Selenoid

17. Aşağıdakilerden hangisi kumanda devresinde röle bobinini gösteren harftir?

- A) A B) B C) K D) S E) Z

18. Aşağıdakilerden hangisi selenoid valf çalışma gerilimi değildir?

- A) 24 V DC B) 24 V AC C) 48 V DC D) 220 V AC E) 380 V AC

19. Aşağıdakilerden hangisi simülasyon programında devre çalıştırma tuşudur?

- A) F1 B) F9 C) F10 D) F11 E) F12

20. Aşağıdakilerden hangisi elektropnömatis kumanda devresinde kullanılan elemanlardan biri değildir?

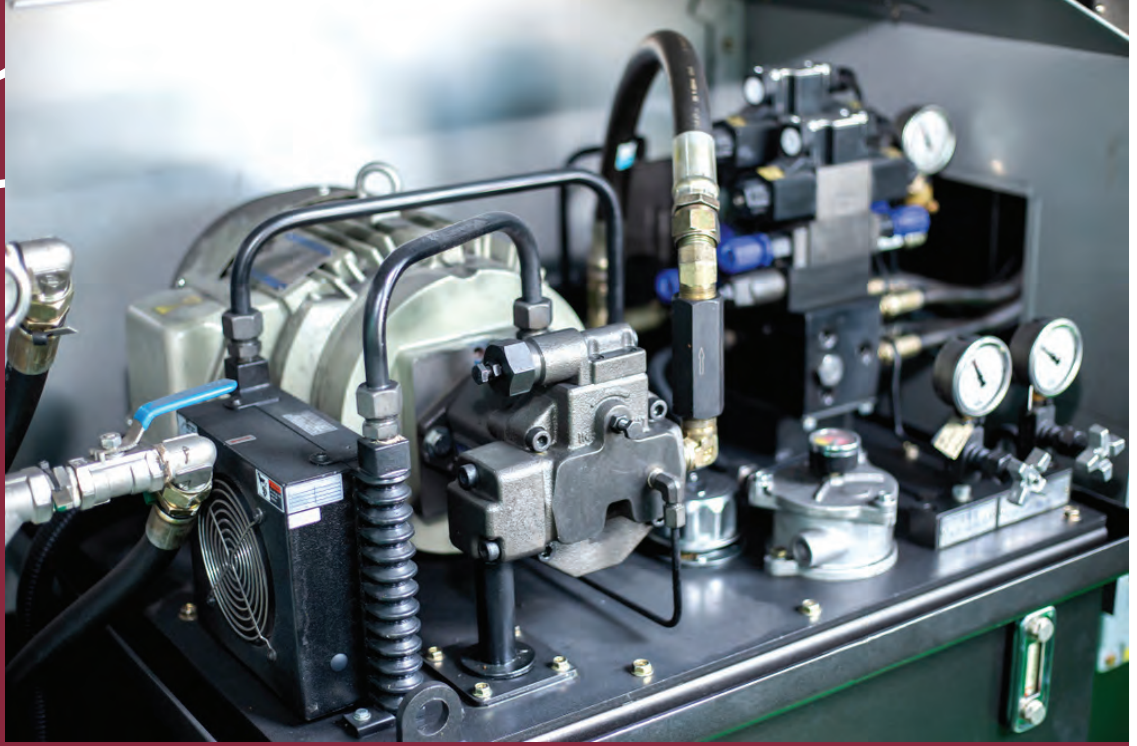
- A) Buton B) Röle C) Sensör D) Silindir E) Zaman rölesi



6

HİDROLİK SİSTEMLER

6. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

6.1. HİDROLİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI

6.2. HİDROLİK SİSTEMLERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU

6.3. HİDROLİK SİSTEM KURULUMU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Hidrolik devre elemanları, devre çizimi ve simülasyonu ile devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Hidrolik sistem size neyi çağırıyor?

TEMEL KAVRAMLAR

Hidrolik sistem, hidrolik akışkan, hidrolik pompa ve motor, hidrolik silindir ve valfler, hortum, hidrolik devre simülasyonu ve simülasyon yazılımı.

6.1. HİDROLİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI

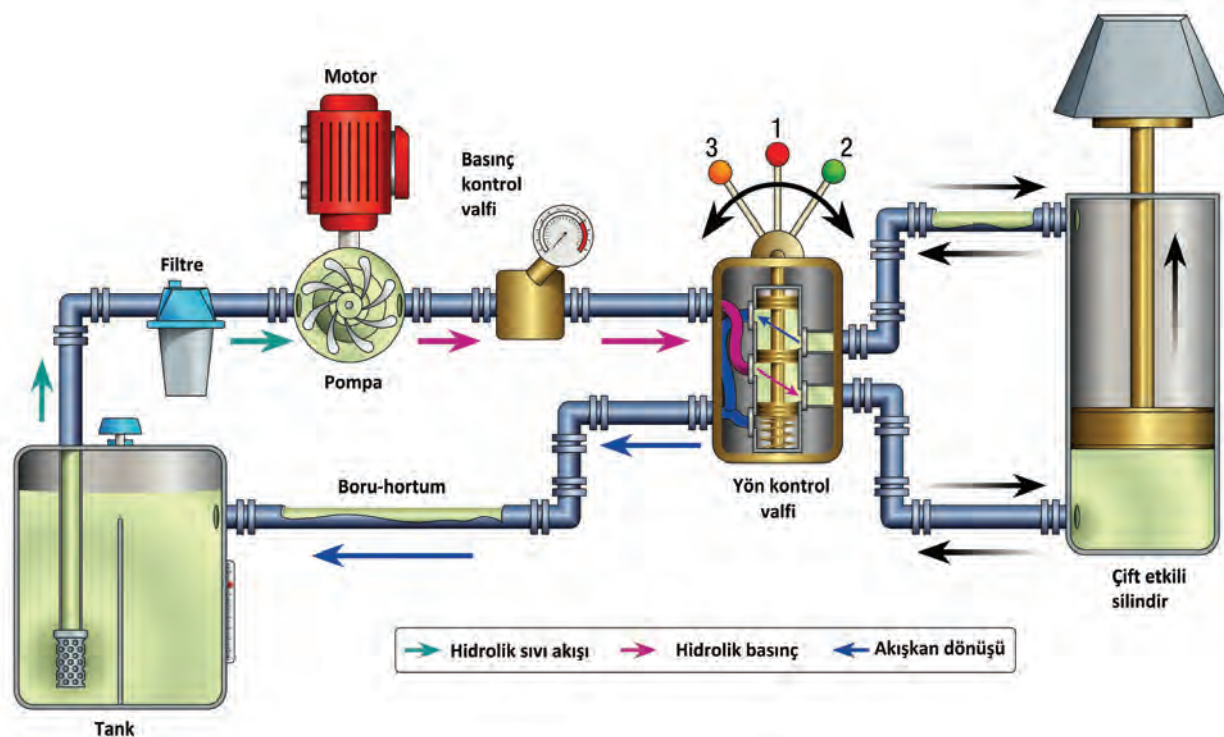
Sıkıştırılamaz özellikteki akışkanların kullanıldığı kumanda sistemlerine **hidrolik sistemler** denir. Hidrolik sistemlerde elde edilen basınçlı akışkan yardımıyla çeşitli hareketler ve kuvvetler üretilir. Akışkanların sıkıştırılamaz olmasından dolayı büyük güçler hidrolik sistemler ile elde edilebilir. Hava ve gazlar sıkıştırılabildiği için büyük kuvvetlerin üretilmesinde kullanılmaz.

Hidrolik enerjinin iletilmesini ve hidrolik alıcılara taşınmasını sağlayan sıvılara **hidrolik akışkan** denir. Hidrolik devrelerde akışkan olarak petrolden elde edilen madensel yağlar kullanılır. Hidrolik akışkanlar, hidrolik gücün iletilmesinin yanında devre elemanlarının yağlanması ve soğutulmasını da sağlar. Bu yüzden kullanılan akışkanın temiz olması şartıyla hidrolikteki devre elemanları daha uzun ömürlüdür.

Hidrolik akışkanlarda aranan özellikler şunlardır:

- Güç iletme özelliği olmalıdır.
 - Devre elemanlarını ve çalışan kısımları yağlama özelliği olmalıdır.
 - Sistem ısındığında soğutma yapmalıdır.
 - Sızdırmazlık sağlamalıdır.
- Paslanmaya karşı koruyucu olmalıdır.
- İçindeki havayı ve suyu kolayca dışarı atabilmelidir.
 - Sistem elemanlarıyla (hortum, oring, keçe) uyumlu olmalıdır.
 - Köpüklenmeyi en aza indirebilmelidir.
 - Zehirleyici ve sağlık yönünden zararlı olmamalıdır.

Bir pompa vasıtasıyla depodan emilen hidrolik akışkana basınç enerjisi kazandıran ve bu enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren sistemlere **hidrolik devre** adı verilir. Hidrolik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi sırasında akışkanın basıncını, debisini ve yönünü kontrol eden elemanlara **hidrolik devre elemanları** denir.



Görsel 6.1: Hidrolik sistem ve elemanları

6.1.1. Hidrolik Tanklar (Depolar)

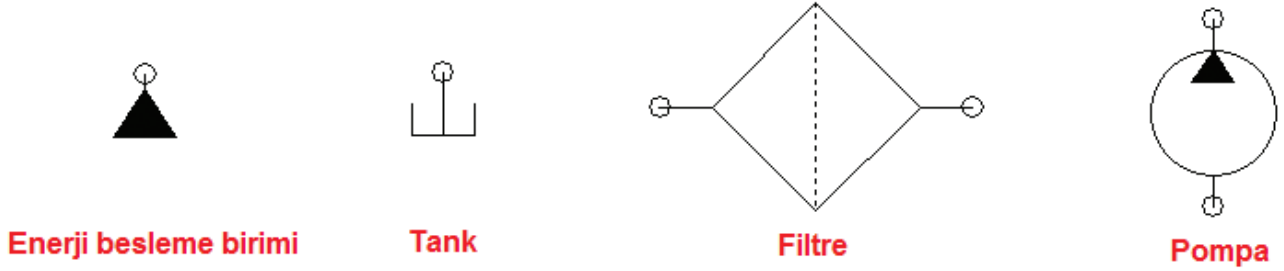
Hidrolik akışkanın depolandığı, dinlendirildiği, soğutulduğu ve filtrelendiği devre elemanına **hidrolik depo** veya **tank** denir. Hidrolik sistemde dolaşan yağ kısa zamanda ısınır, kirlenir ve görevini yapamaz duruma gelir. Bu nedenle hidrolik sistem için uygun yağ deposu seçilmelidir.

6.1.2. Hidrolik Filtreler

Hidrolik akışkanın temizliğini sağlayan elemanlara **hidrolik filtre** denir. Çeşitli sebeplerle kirlenen akışkan, filtreler yardımıyla temizlenerek aşınmadan korunur. Belli aralıklarla filtreler temizlenmeli ve kullanım ömrü dolanlar değiştirilmelidir. Emis hattı, dönüş hattı ve basınç hattı filtresi olmak üzere üç çeşit filtre vardır.

6.1.3. Hidrolik Pompalar

Tankta bulunan akışkanı, ayarlanan basınç ve debide, sisteme gönderen devre elemanlarına **hidrolik pompa** denir. Hidrolik pompalar, mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürür ve dönme hareketini elektrik motorundan alır. Elde edilen dairesel hareket, uygun bağlantılarla pompaya iletiildiğinde tankta bulunan akışkan, sisteme kesintisiz olarak gönderilir. Dişli, paletli ve pistonlu olmak üzere üç çeşittir.



Görsel 6.2: Hidrolik enerji besleme birimi elemanları

6.1.4. Hidrolik Motorlar

Hidrolik sistemde, basınçlı akışkanın hidrolik enerjisini dairesel harekete dönüştüren elemanlara **hidrolik motor** denir. Hidrolik motorlarla yüksek basınçtaki akışkanları kullanarak büyük döndürme momentleri elde edilir. Bu motorlarla kademesiz hız ayarı yapılabilir. Hareket devam ederken hız artırılıp azaltılabilir, dönüş yönü değiştirilebilir. Dişli, paletli ve pistonlu olmak üzere üç çeşittir.

6.1.5. Hidrolik Silindirler

Hidrolik enerjiyi, mekanik enerjiye çeviren devre elemanlarına **hidrolik silindir** denir. Silindirler doğrusal hareket üretir. Hidrolik motorlardan farkı dönme hareketi yerine doğrusal hareket sağlamasıdır. Bir silindirin çalışabilmesi için pistonu ileri ya da geri iten bir kuvvet ve akışkan tahliyesi gereklidir.

Tek Etkili Silindirler: Basınçlı akışkanın tek yönde hareket oluşturduğu silindirlerdir. Tek akışkan girişi vardır. Bu girişten verilen akışkanla piston kolu ileri yönde hareket eder.

Çift Etkili Silindirler: Basınçlı akışkanın çift yönde hareket oluşturduğu silindirlerdir. İki akışkan girişi vardır. Bir girişten akışkan verildiğinde piston kolu ileri yönde, diğer girişten akışkan verildiğindeyse geri yönde hareket eder. Bu tür silindirler hem ileri giderken hem geri gelirken iş yapabilir. Uygulamada en çok kullanılan silindir çeşididir.



Görsel 6.3: Hidrolik silindirler

6.1.6. Hidrolik Valfler

Hidrolik sistemlerde akışkanın basıncını ayarlamak, yolunu açıp kapamak ve yönünü kontrol etmek için kullanılan devre elemanlarına **hidrolik valf** denir. Silindirlerin istenen yönde çalışmalarını, sıvının istenen yöne yönlendirilmesini ve motorların istenen yönde dönmesini kontrol eder. İşlemine tamamlayan sıvının depoya geri dönüşünü gerçekleştirir. Yön kontrol, basınç kontrol ve akış kontrol valfi olmak üzere üç çeşit valf vardır.

6.1.6.1. Yön Kontrol Valfleri

Akışkanın yönünü kontrol eden valflere **yön kontrol valfleri** denir. Sisteme istenen yönlerde akışkan gönderir. Hidrolik valflerde akışkan hatları harflerle isimlendirilir (Tablo 6.1).

Tablo 6.1: Hidrolik Valflerde Akışkan Hattının İsimleri

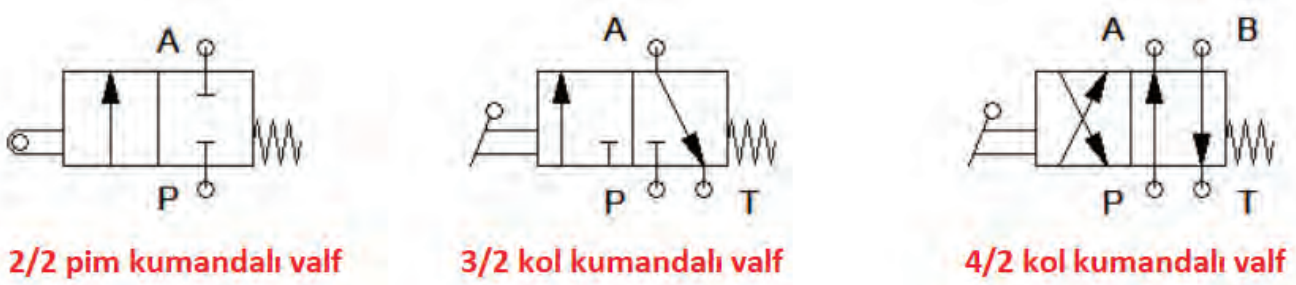
HAT	GÖSTERİLDİĞİ HARF
Pompa Hattı	P
Sızıntı Hattı	L
İş Hatları	A - B - C
Depo Dönüş Hatları	R - S - T
Sinyal Hatları	X - Y - Z

Yön kontrol valfleri, pnömatik valflerde olduğu gibi yol sayısı ve konumlarına göre anılır ve adlandırılır. Valf çeşitleri aşağıda verilmiştir.

2/2 Yön Kontrol Valfleri: İki yollu, iki konumlu valftir. Normalde açık veya normalde kapalı olabilir. Genellikle açma kapama işlemlerinde kullanılır.

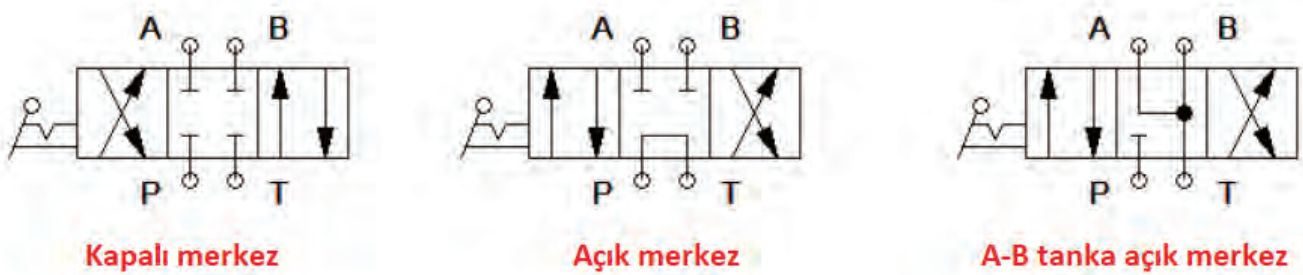
3/2 Yön Kontrol Valfleri: Üç yollu, iki konumlu valftir. Tek etkili silindirlerin çalıştırılmasında kullanılır.

4/2 Yön Kontrol Valfleri: Dört yollu, iki konumlu valftir. Çift etkili silindirlerin çalıştırılmasında kullanılır.



Görsel 6.4: Yön kontrol valfleri

4/3 Yön Kontrol Valfleri: Dört yollu, üç konumlu valftir. 4/2 yön kontrol valflerine benzer. Farkı fazladan bir konumunun olmasıdır. Bu konuma **merkez (orta) konum** adı verilir. Görsel 6.5'te farklı merkez konumlar görülmektedir.



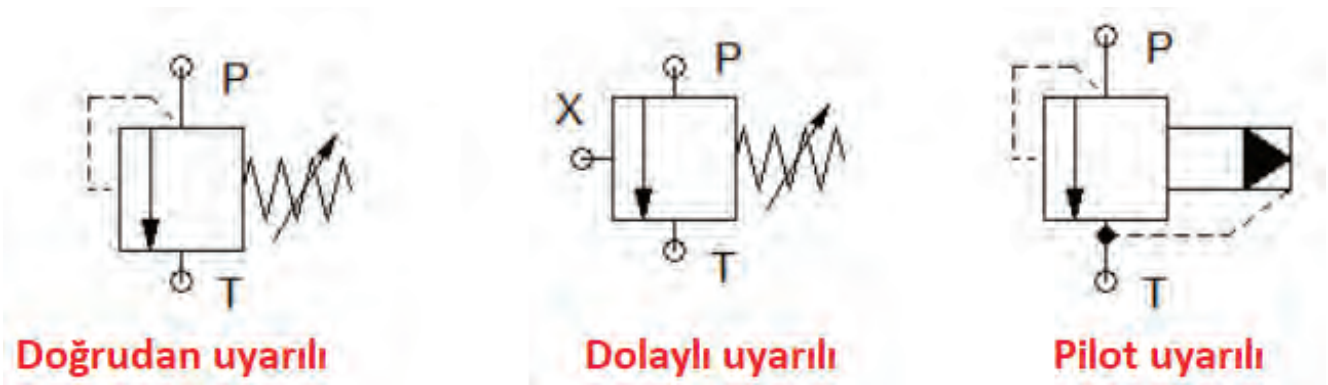
Görsel 6.5: 4/3 yön kontrol valfinde merkez konumlar

6.1.6.2. Basınç Kontrol Valfleri

Hidrolik sistemlerde basınç değerini ayarlayan valflerdir. Devrenin çalışma basıncının belli bir değerin üzerine çıkmasını engelleyerek sistemin düzenli ve güvenli çalışmasını sağlar. Basınç kontrol valfleri çalışma fonksiyonları bakımından üç çeşittir.

Basınç Emniyet Valfleri (Normalde Kapalı): Hidrolik akışkan basıncını önceden ayarlanmış sınırlar arasında tutan ve hidrolik sistemi, ani basınç yükselmelerine karşı koruyan valftir. Normalde kapalı olan valf, basınç yükselmesi durumunda açılarak fazla akışkanı depoya gönderir ve basıncı normal seviyesine düşürür. Uyarı tiplerine göre basınç emniyet valflerinin çeşitleri aşağıda verilmiştir.

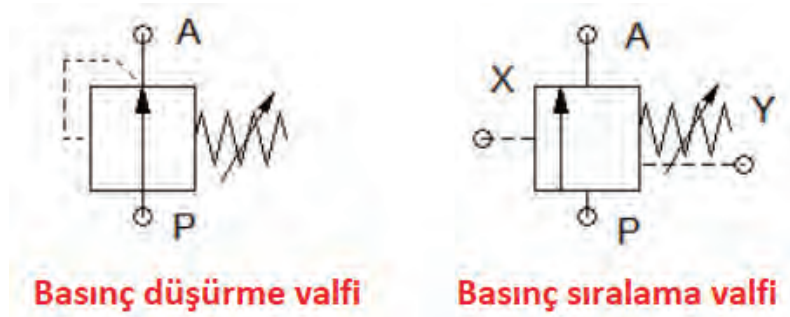
- **Doğrudan Uyarılı:** Basıncın ayar vidasıyla doğrudan ayarlandığı valflerdir.
- **Dolaylı Uyarılı:** Basıncın valfe giren akışkanla dolaylı olarak ayarlandığı valflerdir.
- **Pilot Uyarılı:** Basıncın valf üzerine ayrıca bağlanan pilot kontrol valfiyle ayarlandığı valflerdir. Bu valfler, yüksek basınçlı düşük debili akışkana yol verme yöntemiyle çalışır.



Görsel 6.6: Basınç emniyet valfleri

Basınç Düşürme Valfleri (Normalde Açık): Değişik çalışma basınçları elde etmek için kullanılan valflerdir. Hidrolik sistemde çalışan elemanlar farklı basınçlara ihtiyaç duyabilir. Bu durumda basınç düşürme valfleri kullanılır. Bu valfler normalde açık konumda olup basınç yükselince kapanır.

Basınç Sıralama Valfleri: Birden fazla motor veya silindirin farklı zaman aralıklarında çalıştırılması için kullanılan valflerdir. Normalde kapalı konumdadır. İstenen basınçta açılıp diğer alıcıları harekete geçirir.



Görsel 6.7: Basınç düşürme ve basınç sıralama valfleri

6.1.6.3. Akış Kontrol Valfleri

Hidrolik sistemde yağ akışını kontrol eden valflerdir. Pompanın bastığı yağ miktarını azaltıp çoğaltarak silindir veya motorların hızını istenen oranda ayarlar.

Sabit Akış Kontrol Valfi: Sisteme gönderilen akışkanın miktarını azaltarak kontrol etmek için kullanılan valflerdir. Akışkanın geçtiği kesit sabittir dolayısıyla kontrol imkânı sınırlıdır.

Ayarlanabilir Akış Kontrol Valfi: Akışkan seviyesinin vida yardımıyla ayarlanarak iş elemanlarının hızının kontrol edildiği valflerdir.

Çek Valfler: Akışkanın tek yönde geçişine izin veren valflerdir.

Tek Yönlü Akış Kontrol Valfi: Akışkanın seviye ve yönünü kontrol eden valflerdir. Silindirin giriş ve çıkış hatlarına takılarak her iki yöndeki hızı kontrol eder.



Görsel 6.8: Akış kontrol valfleri

6.1.6.4. Özel Valfler

VE Valfi: "VE" mantığıyla çalışan valftir. Çıkış alınabilmesi için her iki girişinden de akışkan verilmesi gerekir.

VEYA Valfi: "VEYA" mantığıyla çalışan valftir. Çıkış alınabilmesi için herhangi bir girişten akışkan verilmesi yeterlidir.

6.1.7. Hidrolik Akışkan Bağlantı Elemanları

Hidrolik sistemlerde akışkan, tanktan alıcılara ve alıcıdan tekrar tanka boru ve hortumlarla taşınır. Boru ve hortumların birbirine ve sistem elemanlarına bağlanmasında ara bağlantı elemanları kullanılır. Çalışma sırasında oluşabilecek sızmaların önlenmesi için de sızdırmazlık elemanları kullanılır.

6.1.7.1. Hidrolik Borular ve Hortumlar

Borular: Dikişsiz, yüksek basınçta dayanıklı çelikten üretilir. Boruların et kalınlığı hattaki maksimum basınç dikkate alınarak belirlenir.

Hortumlar: Hareketli hidrolik sistemlerde hatların birbirine bağlanmasında kullanılır. Sentetik kauçuktan yapılır ve esneme kabiliyetleri yüksektir. Sistem basıncının sık sık değiştiği ve sıcaklık farkının yüksek olduğu çalışma ortamlarında kullanılır.

6.1.7.2. Bağlantı ve Sızdırmazlık Elemanları

Bağlantı Elemanları: Hidrolik sistem elemanlarının birbirine bağlanmasını sağlayan devre elemanlarına **bağlantı elemanı** denir. Bağlantı elemanları olarak T, dirsek, rakor gibi parçalar kullanılır.

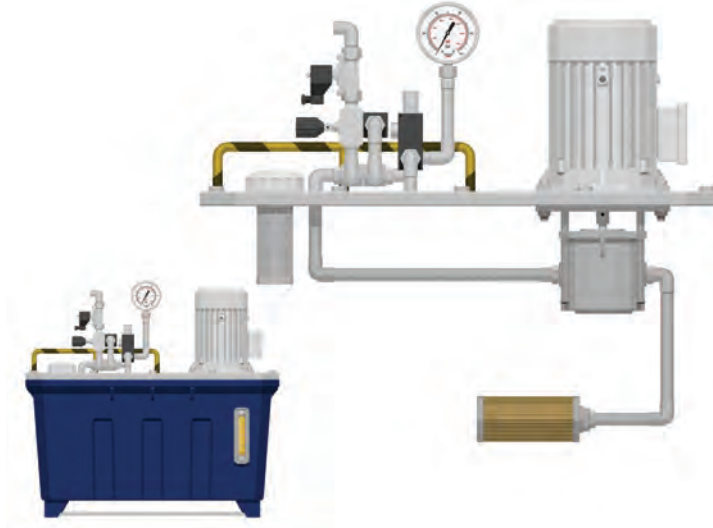
Sızdırmazlık Elemanları: Hidrolik akışkanın yüksek basınç altında çalışmasından dolayı devrede kaçak ve sızıntılar meydana gelebilir. Akışkan kaçaklarını ve sızdırmayı önlemek için genellikle esnek lastik ve termoplastikten yapılan sızdırmazlık elemanları kullanılır.

- **Contalar:** Flanş ve kapaklarda kullanılır.
- **O-Halkası (O-Ring):** Silindir gövdesinde kullanılır.
- **Piston Kolu Keçeleri:** Silindir içindeki basınçlı akışkanın dışarı sızmasını önler.



Görsel 6.9: Hidrolik akışkan bağlantı elemanları

AMAÇ: Hidrolik devre elemanlarını incelemek ve elemanların çalışmasını kavramak.



Görsel 6.10: Hidrolik devre elemanları

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Hidrolik pompa		1 adet
Hidrolik tank ve filtreler		1 adet
Hidrolik motor		1 adet
Hidrolik silindir	Tek ve çift etkili silindir	2 adet
Basınç kontrol valfleri	Emniyet, basınç ayar ve sıralama	3 adet
Akış kontrol valfleri	Çek valf, sabit, ayarlanabilir	3 adet
Yön kontrol valfleri	3/2, 4/2 elle ve hidrolik kumandalı	4 adet
VE / VEYA valfi		2 adet
Hortumlar ve bağlantı elemanları	Çeşitli çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Aşağıdaki işlemleri öğretmenin kontrolünde gerçekleştiriniz.
2. Hidrolik pompanın özelliklerini ve çalışmasını inceleyiniz.
3. Hidrolik tankı ve hidrolik tankın elemanlarını belirleyiniz.
4. Hidrolik filtreleri inceleyiniz.
5. Hidrolik motoru inceleyiniz.
6. Tek ve çift etkili hidrolik silindirleri inceleyiniz.
7. Hidrolik valfleri inceleyiniz.
8. Hidrolik hortum ve hidrolik hortumun bağlantı elemanlarını inceleyiniz.



SORU

1. Valf nedir, çeşitleri nelerdir? Açıklayınız.

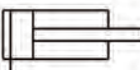
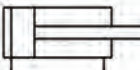
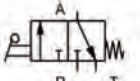
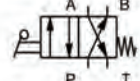
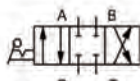
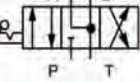
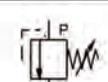
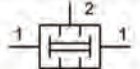
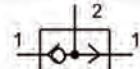
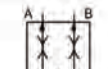
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Pompanın incelenmesi ve çalıştırılması	20	
Numarası :	2	Hidrolik tankın incelenmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Silindirlerin incelenmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Valflerin incelenmesi	20	
İmza :	5	Hortumun ve bağlantı elemanlarının incelenmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

6.2. HİDROLİK SİSTEMLERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU

Bilgisayar programlarıyla, elektronik ortamda hidrolik devreler tasarlanıp çalıştırılabilir ve devrelerin simülasyonları yapılabilir. Hidrolik sistem tasarımında kullanılan simülasyon yazılımı, pnömatik sistem tasarımında kullanılan yazılım ile benzerlik göstermektedir.

6.2.1. Hidrolik Devre Sembolleri

Hidrolik devrelerde kullanılan semboller Görsel 6.11'de verilmiştir. Bazı semboller pnömatik sistemlerle aynıdır.

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
	Enerji besleme birimi		Tank		Filtre
	Sabit debili pompa		Değişken debili pompa		Hidrolik depo
	Tek etkili silindir		Çift etkili silindir		Hidrolik motor
	Kol kumandalı 3/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Kol kumandalı 4/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Kol kumandalı 4/3 yön kontrol valfi (Kapalı merkez)
	Kol kumandalı 4/3 yön kontrol valfi (Açık merkez)		Kol kumandalı 4/3 yön kontrol valfi (A-B tanka açık)		Pim kumandalı 2/2 yön kontrol valfi
	Basınç ölçme aleti (Manometre)		Basınç göstergesi		Debimetre
	İki yönlü akış ayar valfi		Üç yönlü akış kontrol valfi		Yaylı ikazlı çek valf
	Ayarlanabilir basınç kontrol valfi		Üç yönlü basınç ayar valfi		Dolaylı uyarılı basınç sınırlama valfi
	VE valfi		VEYA valfi		Akış bölücü valf

Görsel 6.11: Hidrolik devrelerde kullanılan semboller

6.2.2. Hidrolik Devre Şemasının Çizilmesi

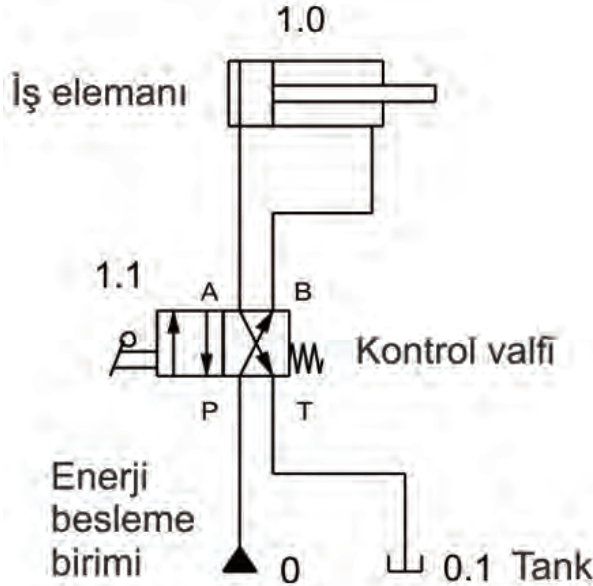
Hidrolik devre şemaları pnömatik devrelerde olduğu gibi semboller kullanılarak belli kurallar çerçevesinde gerçekleştirilir. Hidrolik devreye göre kullanılacak elemanlar belirlenir. Kurallarına uyularak şema çizimi ve numaralandırma yapılır.

6.2.2.1. Hidrolik Devre Şemasının Çizim Kuralları

- Enerji geçişi aşağıdan yukarıya doğrudur.
- Güç ünitesi en altta çizilir.
- Kumanda ve kontrol elemanları ortada, iş elemanları üstte çizilir.
- Aynı görevi gören elemanlar eşit seviyede çizilir.
- Devre elemanları birbirlerine göre ölçekli çizilir.
- Semboller arası mesafe şema okumayı kolaylaştıracak şekilde çizilir.
- Bağlantı hatları birbirinin üzerinden geçmemeli ve birbiriyle çakışmamalıdır.
- Hatlar, çapraz veya değişik açılarda çizilmemelidir (Görsel 6.12).

6.2.2.2. Numaralandırma Kuralları

- Silindirler **1.0**, **2.0** şeklinde ardışık olarak rakamlarla numaralandırılır.
- Silindire akışkan gönderen merkez valfler, akışkan gönderdikleri silindire göre numaralandırılır.
- Devredeki ilk silindir merkez valfi **1.1**, ikinci valf ise **1.2** diye numaralandırılır. İkinci silindir merkez valfleri de **2.1** ve **2.2** şeklinde numaralandırılır.
- Silindirle merkez valf arasındaki elemanlar **1.01**, **1.02** şeklinde numaralandırılır.
- Silindirin ileri hareketinde görevli valfler çift rakamlarla yani **1.2**, **1.4**, **1.6** şeklinde numaralandırılır.
- Silindirin geri hareketinde görevli valfler de tek rakamlarla yani **1.3**, **1.5**, **1.7** diye numaralandırılır.
- Enerji besleme birimi **0** (sıfır) ile numaralandırılır (Görsel 6.12).



Görsel 6.12: Hidrolik devre şeması ve devrenin numaralandırılması

6.2.3. Simülasyon Yazılımının Ana Ekranı

Simülasyon yazılımının ana ekranı pnömatik sistem programıyla aynıdır. Yazılımın ana ekranında menüler, kısayol çubuğu, eleman kütüphanesi ve çalışma alanı bulunur.

Menüler: Ana menü ve alt menüleri içerir. Devrede üstlendikleri görevlere göre menüler gruplara ayrılmıştır. Her ana menü altında o menünün ayrı bir özelliğini içeren alt menüler bulunur. Bu kısım üzerinden tüm ayar ve uygulama seçeneklerine erişilebilir.

Kısayol Çubuğu: En çok kullanılan menü seçenekleri simge şeklinde kısa yol çubuklarına yerleştirilmiştir. Genelde Dosya, Düzen ve Uygulama menü seçeneklerini içerir. Uygulamalar sırasında kullanım kolaylığı bakımından buradaki simgeler kullanılır.

Eleman Kütüphanesi: Programın barındırdığı elemanların tamamını içeren bölümdür. Basınç kaynağı, iş elemanı, valf vb. tüm hidrolik devre elemanları burada gruplandırılmıştır. Devre şemasına göre uygun gruptan seçilen elemanlar sürükleyip bırak yöntemiyle çalışma alanına alınır.

Çalışma Alanı: Hidrolik devre şeması çiziminin ve simülasyonunun yapıldığı alandır. Kütüphaneden alınan devre elemanı sembolleri, çizim kurallarına uygun olarak çalışma alanına yerleştirilir. Üzerinde gerekli değişiklik ve ayarlar yapılır. Numaralandırma işleminden sonra da simülasyon işlemi gerçekleştirilir.

6.2.4. Simülasyon Yazılımıyla Devrenin Kurulması

Hidrolik devrenin ilk olarak şeması çizilir. Elemanlar çalışma alanına alınarak üzerinde istenen değişiklik ve numaralandırma işlemleri yapılır. Bağlantı hatları oluşturulur ve son olarak simülasyon yapılır.

6.2.4.1. Devre Şemasının Çizilmesi

Devre Elemanlarıyla İlgili İşlemler: Şema çizimi için yazılım kütüphanesinden seçilen elemanlar sürükleyip bırak yöntemiyle çalışma alanına alınır. Silme, kopyalama, taşıma gibi işlemler sağ tuş menüsü veya düzen menüsüyle gerçekleştirilebilir.

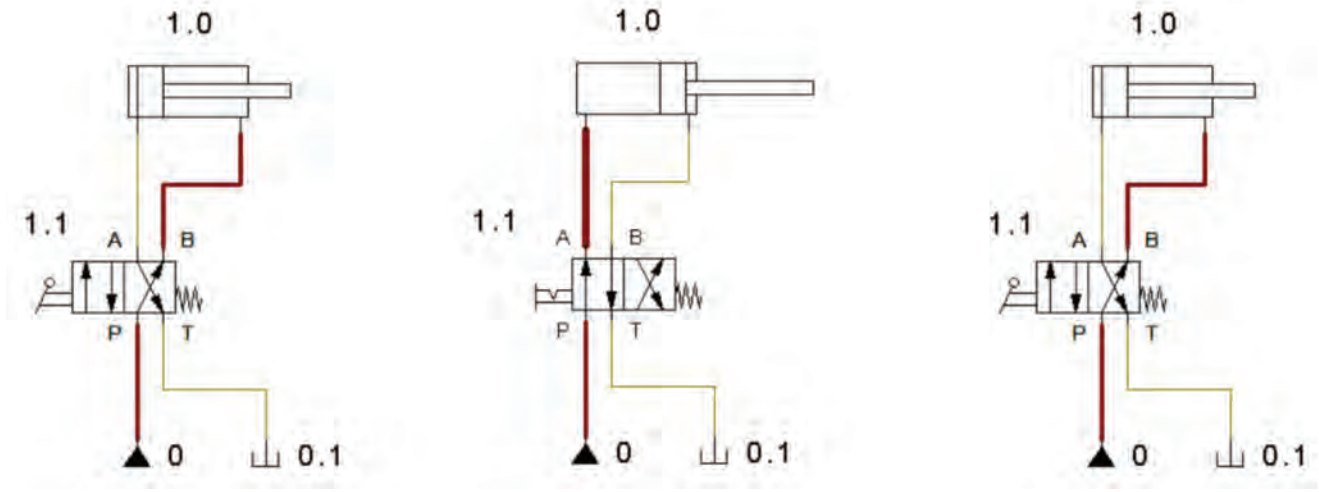
Valfler çalışma alanına alındıktan sonra kumanda şekli, başlangıç konumu, yay geri getirme gibi özellikleri ayarlanır. Özellikleri ayarlanan elemanlar, hidrolik devre enerji akış şemasına göre aşağıdan yukarıya doğru hizalı olarak yerleştirilir. Elemanlar arası bağlantılar yapılır. Burada eksik bağlantı bırakılmamasına dikkat edilmelidir.

Elemanların Numaralandırılması: Çizim tamamlandıktan sonra kurallarına göre numaralandırma işlemleri yapılır. Kütüphaneden alınan Text (yazı) sembolü elemanın üzerine getirilerek çift tıklanır ve istenen rakam açılan pencerede ilgili alana yazılır.

6.2.4.2. Simülasyonun Yapılması

Çizim tamamlandıktan sonra **Uygula**→ **Çizim** kontrolü menüsü veya **F6** kısayol tuşuyla hata kontrolü yapılabilir. Simülasyonun başlatılması **Uygula**→ **Başla** menüsü, **F9** kısayol tuşu veya araç çubuğu başlatma simgesinden gerçekleştirilir.

Devrenin çalıştırılması için mouse valf butonu üzerine getirilerek sol tuşa tıklanır. Çalışma anında kalın çizgilerle basınçlı akışkan gösterilir (Görsel 4.13). Devre **Uygula**→ **Dur** menüsü, **F5** kısayol tuşu veya araç çubuğu durdurma seçeneğinden durdurulur.



Görsel 6.13: Devrenin simülasyonu

AMAÇ: Hidrolik devre sembollerini teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek ve isimlendirmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	1 adet
Kurşun kalem	0,5 mm B veya 2B uçlu	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet
Gönyeler	45-45-90 ve 30-60-90 ölçülerinde	2 adet
Daire şablonu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 6.11'de verilen devre sembollerini ve sembollerin açıklamalarını inceleyiniz.
2. Antetli kâğıda sembol tablosunu uygun kalınlıkta çizin.
3. Tablo içine uygun ölçülerde sembollerini çizin. Sembollerin kendi alanlarına ortalanmasına özen gösteriniz.
4. Sembol açıklamalarını kendi alanlarına yazınız. Yazıların alana uygun yerleştiğinden emin olunuz.
5. Çiziminizde teknik resim kurallarına uyunuz ve norm yazı kullanmaya dikkat ediniz.
6. Semboller ve yazıları kontrol ederek çizimlerinizi öğretmeninize teslim ediniz.



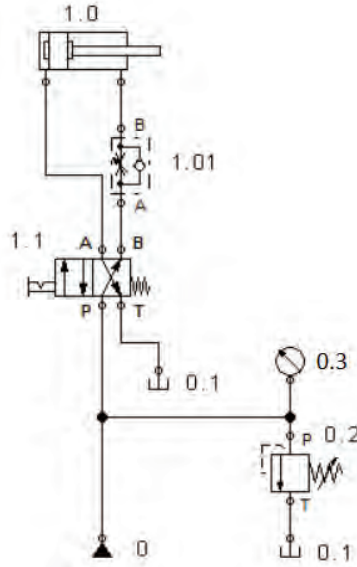
SORU

1. Hidrolik ve pnömatik devre sembollerini karşılaştırarak farklı olanlarını yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Tablonun çizilmesi	25	
Numarası :	2	Sembollerin uygun ölçülerde çizilmesi	25	
	3	Sembol açıklamalarının yazılması	25	
Adı-Soyadı :	4	Sembollerin ve yazıların hizalanması	25	
İmza :		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Bilgisayar ortamında hidrolik devre kurup devrenin simülasyonunu yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.14: Hidrolik devre

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon programı		-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Öğretmen gözetiminde bilgisayarı ve simülasyon programını açınız.
2. Devre elemanlarını Görsel 6.14'te verilen şemadaki gibi hizalı olarak çalışma alanına alınız.
3. Devre bağlantılarını yapınız ve elemanları numaralandırınız.
4. Devreyi çalıştırarak 1.1 numaralı valf butonuna basıp silindirin hareketini gözlemleyiniz.
5. Valf butonuna tekrar basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
6. Hız ayar valf değerlerini değiştirerek devreyi tekrar simüle ediniz.
7. Basınç ayar valfiyle akışkan basıncını değiştirerek devreyi tekrar çalıştırınız.
8. Bilgisayarı kapatma kurallarına uygun olarak kapatınız.



SORU

1. Merkez valf kalıcı butonlu olmasaydı devre nasıl çalışırdı? Yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devre şemasının çizilmesi	20	
Numarası :	2	Çizimin kurallara uygunluğu	20	
ÖĞRETMEN	3	Elemanların numaralandırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin hatasız çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin hız ayarlı simülasyonu	20	
TOPLAM PUAN			100	

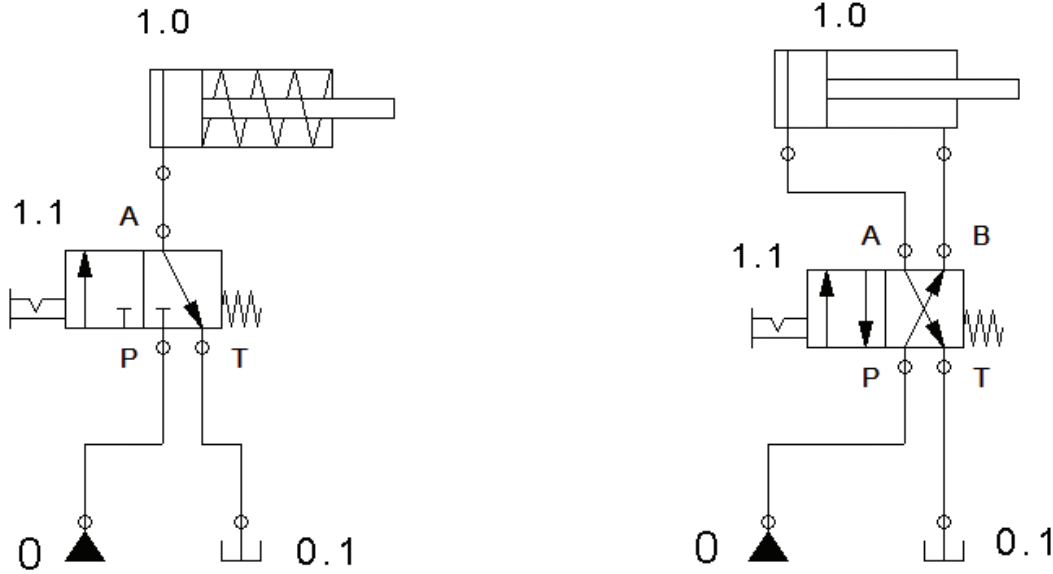
6.3. HİDROLİK SİSTEM KURULUMU

Hidrolik sistem kurulumu, uygun bağlantı ve kontrol teknikleriyle devre şemasına göre yapılır. Silindirler amaçlar doğrultusunda kontrol edilerek istenen iş akışı gerçekleştirilir.

6.3.1. Tek ve Çift Etkili Silindirlerin Kontrolü

Tek etkili silindirlerin kontrolü 3/2, çift etkili silindirlerin kontrolü 4/2 valflerle yapılır (Görsel 6.15). Tek etkili silindir devresinde, 1.1 valfli butonuna basıldığında 3/2 valf konum değiştirir. Akışkan, P hattından A hattına geçer ve tek etkili silindir ileri yönde hareketini gerçekleştirir. Valf butonuna tekrar basıldığında yay etkisiyle piston kolu geri gelir ve akışkan, A hattından tanka döner.

Çift etkili silindir devresinde, 1.1 valf butonuna basıldığında 4/2 valf konum değiştirir. Akışkan, P hattından A hattına geçer ve çift etkili silindir ileri yönde hareket eder. Valf butonuna tekrar basıldığında yay etkisiyle valf konum değiştirir ve akışkan, A hattından tanka dönerken piston kolu geri gelir.



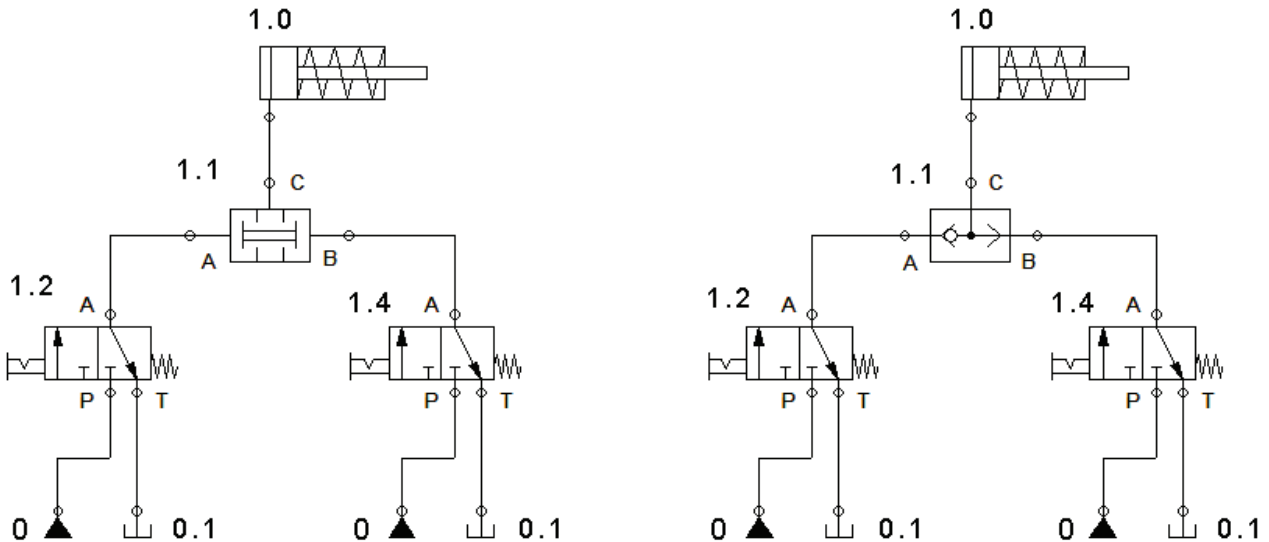
Görsel 6.15: Tek ve çift etkili silindirin kontrolü

6.3.2. Tek Etkili Silindirlerin Şarta Bağlı Kontrolü

VE / VEYA valfleriyle yapılan kontrol yöntemidir. VE valfli devrede silindir hareketi için valfin A ve B noktalarından akışkan girişi olmalıdır. VEYA valfli devrede ise herhangi bir noktadan akışkan girişi olması silindir hareketi için yeterlidir (Görsel 6.16).

VE valfli devrede, 1.2 valf butonuna basıldığında devrede bir değişiklik olmaz. 1.2 ve 1.4 butonlarına aynı anda basıldığında VE valfi C hattına akışkan geçişine izin verir ve silindir ileri yönde hareket eder. Butonlardan herhangi birine basılmasıyla piston kolu geri gelir.

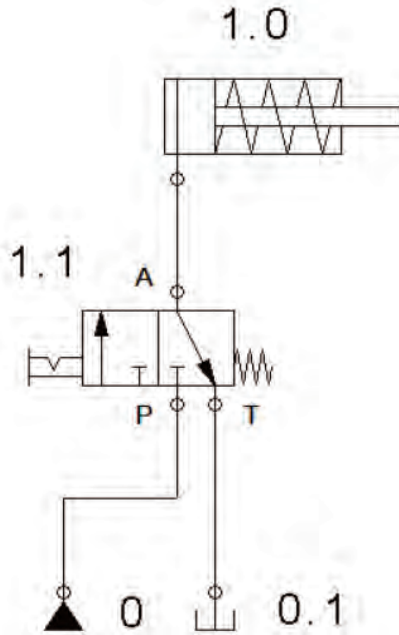
VEYA valfli devrede, 1.2 ya da 1.4 valf butonlarından herhangi birine basıldığında VEYA valfi C hattına akışkan geçişine izin verir ve silindir ileri yönde hareket eder. Butona tekrar basıldığında piston kolu geri gelir.



Görsel 6.16: Tek etkili silindirin şarta bağlı kontrolü

AMAÇ: Tek etkili silindiri kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.17: Tek etkili silindirin kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Enerji besleme birimi	6 bar	1 adet
Silindir	Tek etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Hidrolik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 6.17’de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını hidrolik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmeninizin kontrolünde enerji besleme birimini çalıştırınız.
5. 1.1 elle kumandalı valf butonuna basarak silindirin ileri yönde hareketini gözlemleyiniz.
6. Butondan elinizi çekerek piston kolunun geri gelmesini sağlayınız.
7. Enerjiyi keserek devreyi sökünüz ve elemanları yerlerine kaldırınız.



SORU

1. Hidrolik devrelerin avantajları ve dezavantajları nelerdir? Yazınız.

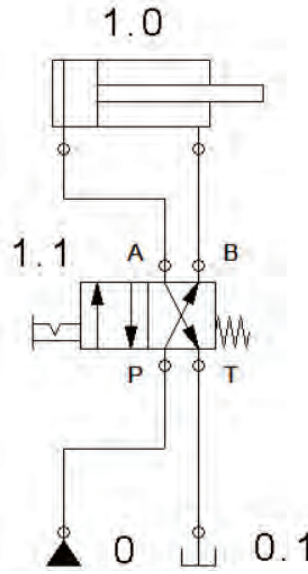


KOD=19601

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Elemanların set üzerine yerleştirilmesi	25	
Numarası :	2	Elemanlar arası hortum bağlantılarının yapılması	25	
ÖĞRETMEN	3	Silindirin ileri yönde hareketi	25	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin geri yönde hareketi	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.18: Çift etkili silindirin kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Enerji besleme birimi	6 bar	1 adet
Silindir	Çift etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	4/2 elle kumandalı	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun çaplarda	-
Hidrolik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 6.18'de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını hidrolik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmeninizin kontrolünde enerji besleme birimini çalıştırınız.
5. Elle kumandalı 1.1 valf butonuna basarak silindirin ileri yönde hareketini gözlemleyiniz.
6. Valf butonuna tekrar basarak piston kolunu geri getiriniz.
7. Enerjiyi keserek devreyi dikkatlice sökünüz ve elemanları yerlerine kaldırınız.



SORU

1. 4/2 yön kontrol valfinin çalışmasını açıklayınız.

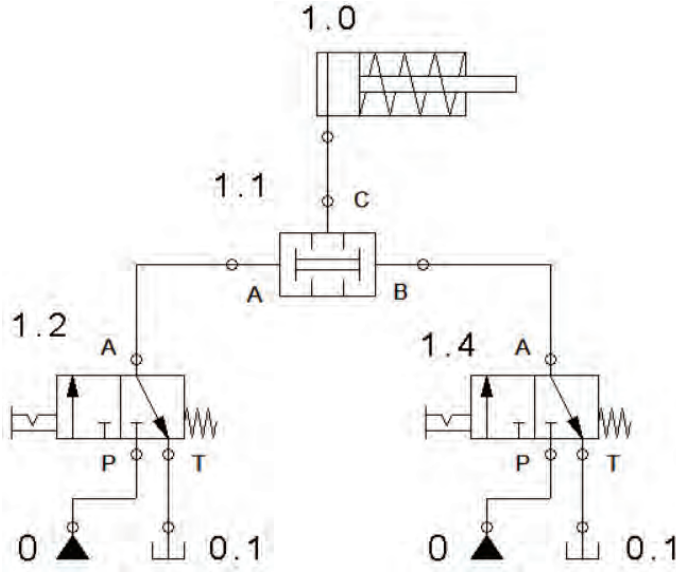


KOD=19602

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Elemanların set üzerine yerleştirilmesi	25	
Numarası :	2	Elemanlar arası hortum bağlantılarının yapılması	25	
ÖĞRETMEN	3	Silindirin ileri yönde hareketi	25	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin geri yönde hareketi	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Tek etkili silindiri VE valfiyle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.19: Tek etkili silindirin VE valfiyle kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Enerji besleme birimi	6 bar	1 adet
Silindir	Tek etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	2 adet
VE valfi		1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun özelliklerde	-
Hidrolik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 6.19’da verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını hidrolik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak çift etkili silindiri gözlemleyiniz.
6. 1.4 elle kumandalı valf butonuna basarak silindiri gözlemleyiniz.
7. 1.2 ve 1.4 valf butonlarına birlikte basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi keserek devreyi dikkatlice sökünüz ve elemanları yerlerine kaldırınız.



SORU

1. Devrenin çalışmasını açıklayınız.

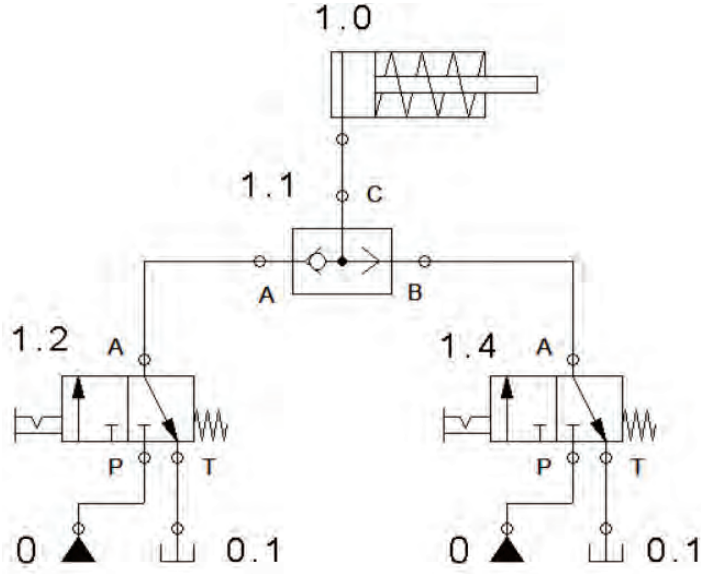


KOD=19603

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Elemanların set üzerine yerleştirilmesi	25	
Numarası :	2	Elemanlar arası hortum bağlantılarının yapılması	25	
ÖĞRETMEN	3	Silindirin ileri yönde hareketi	25	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin geri yönde hareketi	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Tek etkili silindiri VEYA valfiyle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 6.20: Tek etkili silindirin VEYA valfiyle kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Enerji besleme birimi	6 bar	1 adet
Silindir	Tek etkili	1 adet
Yön kontrol valfi	3/2 elle kumandalı	2 adet
VEYA valfi		1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Devre elemanlarına uygun özelliklerde	-
Hidrolik deney seti		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 6.20’de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını hidrolik deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Elemanlar arası hortum bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
5. Elle kumandalı 1.2 valf butonuna basarak silindirin ileri hareketini gözlemleyiniz.
6. Aynı valf butonuna tekrar basarak silindirin geri yöne hareketini gözlemleyiniz.
7. Aynı işlemi 1.4 valf butonuna basarak gerçekleştiriniz.
8. Enerjiyi keserek devreyi dikkatlice sökünüz ve elemanları yerlerine kaldırınız.



SORU

1. VE valfiyle VEYA valfi arasındaki farkı açıklayınız.



KOD=19604

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Elemanların set üzerine yerleştirilmesi	25	
Numarası :	2	Elemanlar arası hortum bağlantılarının yapılması	25	
ÖĞRETMEN	3	Silindirin ileri yönde hareket etmesi	25	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin geri yönde hareket etmesi	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

1. UYGULAMA ETKİNLİĞİ

ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN HIZ AYARI DEVRE UYGULAMASI

AMAÇ: Uygulamada verilen hidrolik devre tasarımını yapmak ve devreyi kurup çalıştırmak.

UYGULAMA: Çift etkili bir silindirin ileri ve geri hareketleri 4/2 yön kontrol valfiyle yapılacaktır. Silindirin her iki yönde de hız ayarı yapılabilecektir. Devrenin şemasını çizin, malzeme listesini çıkarınız ve hidrolik deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Devrenin bilgisayar simülasyon programında kurulması	10	
3	Devrenin bilgisayar simülasyon programında çalıştırılması	10	
4	Devrenin malzeme listesinin çıkartılması	10	
5	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	10	
6	Devre elemanları arasında hortum bağlantılarının yapılması	10	
7	Devreye enerji verilmesi ve devrenin kontrol edilmesi	10	
8	Çift etkili silindirin ileri ve geri yönde çalıştırılması	10	
9	Çift etkili silindirin hızının ayarlanması	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

2. UYGULAMA ETKİNLİĞİ

ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN 4/3 VALFLE KONTROLÜ DEVRE UYGULAMASI

AMAÇ: Uygulamada verilen hidrolik devre tasarımını yapmak ve devreyi kurup çalıştırmak.

UYGULAMA: Çift etkili bir silindirin ileri ve geri hareketleri 4/3 yön kontrol valfiyle yapılacaktır. Devrenin şemasını çizin, malzeme listesini çıkarınız ve hidrolik deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Devrenin bilgisayar simülasyon programında kurulması	10	
3	Devrenin bilgisayar simülasyon programında çalıştırılması	10	
4	Devrenin malzeme listesinin çıkartılması	10	
5	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	10	
6	Devre elemanları arasında hortum bağlantılarının yapılması	10	
7	Devreye enerji verilmesi ve devrenin kontrol edilmesi	10	
8	Çift etkili silindirin ileri yönde çalıştırılması	10	
9	Çift etkili silindirin geri yönde çalıştırılması	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

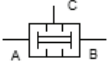
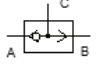
A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Hidrolik devrelerde akışkan olarak madeni yağlar kullanılır.
2. (...) Hidrolik akışkanı temizleyen elemanlara conta denir.
3. (...) Silindirler dairesel hareket üretir.
4. (...) Hidrolik devrelerde enerji geçişi aşağıdan yukarıya doğrudur.
5. (...) Silindirlere gönderilen basınçlı yağ, silindir pistonunu iter ya da geri çeker.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Hidrolik akışkanlar, devre elemanlarının yağlanması ve sağlar.
7. Hidrolik akışkanın dinlendirildiği ve filtrelendiği devre elemanına denir.
8. Hidrolik sistemlerde kullanılan sıkıştırılmaz özelliktedir.
9. Hidrolik akışkanın pistonu her iki yönden etki ettiği silindire silindir denir.
10. Silindir bir elemanıdır.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler (semboller), diğer sütunda ise kavramlar (sembol isimleri) verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanı her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()		A	VEYA valfi
12.	()		B	Basınç kontrol valfi
13.	()		C	VE valfi
14.	()		D	Tank
15.	()		E	Enerji besleme birimi
			F	Çift etkili silindir
			G	Tek etkili silindir

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi tankta bulunan akışkanı, ayarlanan basınç ve debide sisteme gönderen devre elemanıdır?

- A) Filtre B) Valf C) Pompa D) Tank E) Silindir

17. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik devrelerde pompa hattını gösteren harftir?

- A) P B) L C) A D) B E) T

18. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik devrede enerji besleme birimine verilen numaradır?

- A) 1.0 B) 2.0 C) 1.1 D) 0.0 E) 1.3

19. Aşağıdakilerden hangisi simülasyon programında elemanların tamamını içeren bölümdür?

- A) Menüler B) Kütüphane C) Çalışma alanı
D) Alt menüler E) Kısayol çubuğu

20. Aşağıdaki valflerden hangisinde merkez konum vardır?

- A) 2/2 B) 3/2 C) 5/2 D) 4/2 E) 4/3



ELEKTROHİDROLİK SİSTEMLER

7. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

7.1. ELEKTROHİDROLİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI

7.2. ELEKTROHİDROLİK DEVRELERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU

7.3. ELEKTROHİDROLİK SİSTEM KURULUMU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Elektrohidrolik devre elemanları, devre çizimi ve simülasyonu ile devre kurulumu

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Elektrohidrolik sistemin uygulama alanlarıyla ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Elektrohidrolik sistem, merkez konumlu ve oransal valfler, elektrohidrolik devre simülasyonu ve simülasyon yazılımı.

7.1. ELEKTROHİDROLİK SİSTEMİN DEVRE ELEMANLARI

Elektrikle kumanda edilen hidrolik sistemlere **elektrohidrolik sistemler** denir. Hidrolik sistemlerin kontrolü, elektrik ve elektronik devre elemanları kullanılarak daha hassas ve hızlı bir şekilde yapılabilir.

Elektrohidrolik sistemler; ağır iş makinelerinde, uçakların hareket mekanizmalarında, otomobillerin freninde, iletim organlarında ve direksiyonlarında, bilgisayar kontrollü takım tezgâhlarında, endüstriyel robot uygulamalarında, savunma sanayisinde ve tarım makinelerinde kullanılmaktadır.

Elektrohidrolik sistemin enerji besleme birimi, akışkan tankı, silindir, motor, valf ve hortum gibi devre elemanları elektrohidrolik sistemlerde de kullanılır.

7.1.1. Elektrohidrolik Valfler

Hidrolik yön kontrol valflerine bobin eklenmesiyle oluşturulan valflerdir. Elektrohidrolik valflerin kumandası elektropnömatik sistemlerde olduğu gibi elektrik sinyaliyle yapılır.

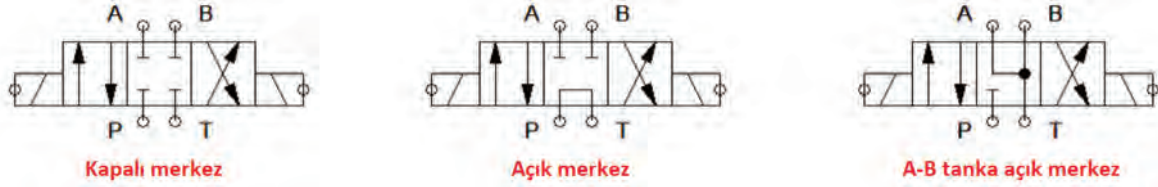
7.1.1.1. Elektrohidrolik Yön Kontrol Valfleri

4/2 Selenoid Valfler: Dört yollu, iki konumlu selenoid valftir. İki adet çıkışa sahiptir. Normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere iki tiptir (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Normalde açık ve normalde kapalı 4/2 selenoid valf

4/3 Merkez Konumlu Selenoid Valfler: Dört yollu, üç konumlu selenoid valftir. Merkez konum farklı tiplerde olabilmektedir (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Merkez konumlu 4/3 valfler

• **Kapalı Merkez:** Akışkan geçişine kapalı olduğu konumdur. Bu konumun olumsuz yanı, sızıntının olması ve pompanın bastığı yağın, yön kontrol valfi üzerinden tanka geri gönderilememesidir.

• **Açık Merkez:** Akışkan geçişine açık olan konumdur. Bu konumda pompanın bastığı akışkan, düşük basınçta tekrar tanka gönderilir.

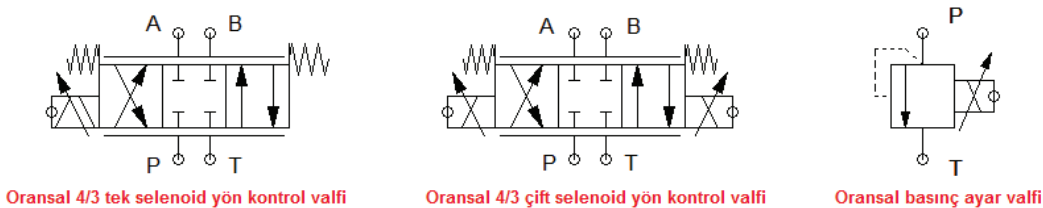
• **A-B Tanka Açık Merkez:** Basınç girişinin kapalı olduğu, A ve B yollarının tanka bağlandığı konumdur. Basınç girişi kapalı olduğu için basınç oluşmaz.

7.1.1.2. Oransal Valfler

Elektrik sinyallerini oransal olarak kuvvete dönüştüren valflerdir. Valf bobinine uygulanan elektrik akımının büyüklüğüne göre selenoid gücü de değişir. Oransal valflerin çalıştırılması sürücü kartla yapılır.

Oransal Yön Kontrol Valfi: Yönü kontrol eden oransal valflerdir. Sürücü devredeki potansiyometre yardımıyla hız ayarlanabilir.

Oransal Basınç Ayar Valfi: Basıncı kontrol eden oransal valflerdir. Sürücü devredeki potansiyometre yardımıyla basınç ayarlanabilir. Giriş akımının artırılmasıyla daha büyük bir bobin kuvveti ve daha yüksek bir basınç ayarı gerçekleştirilir.



Görsel 7.3: Oransal valfler

7.1.2. Kumanda Devre Elemanları

Selenoid valflerin kontrolü için buton, röle, zaman rölesi gibi elektrik kumanda elemanları kullanılır. Kullanılan kumanda gerilimi genellikle 24 V DC'dir. Dolayısıyla sistemde bu gerilimi sağlayan bir güç kaynağı bulunur. Elemanlar arası bağlantı kumanda kablolarıyla yapılır.

Kumanda devresinin çalışmasını başlatmak veya devreyi durdurmak için ani temaslı ve kalıcı tip butonlar kullanılır. Devrenin çalışma durumunun izlenmesi de sinyal lambalarıyla yapılır. Selenoidlerin dolaylı kumandasında yine röle kullanılır.

Temassız algılayıcılar ve zaman röleleri de elektrohidrolik sistemin kumanda devresinde kullanılan elemanlardır.

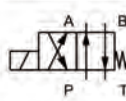
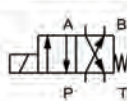
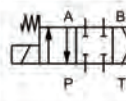
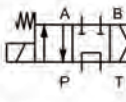
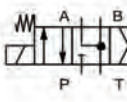
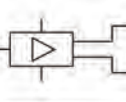
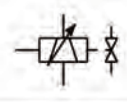
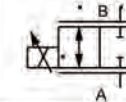
7.2. ELEKTROHİDROLİK DEVRELERİN BİLGİSAYARLA SİMÜLASYONU

Elektrohidrolik sistemlerde de elektropnömatik sistemlerde olduğu gibi bilgisayar programlarıyla devreler kurulup devrelerin simülasyonu yapılabilir. Yazılımın arayüzü ve kullanımları birbirine benzemektedir. Ana ekranda menüler, eleman kütüphanesi ve devrenin kurulup simülasyonunun yapıldığı çalışma alanı bulunur.

Elektrohidrolik devre, hidrolik ve elektrikli kumanda devresinden oluşur. Hidrolik devre şeması, hidrolik öğrenme biriminde anlatılan kurallara göre çizilir. Kumanda devre şeması da elektropnömatik öğrenme biriminde anlatılan kurallara göre çizilir.

7.2.1. Elektrohidrolik Devre Sembolleri

Elektrohidrolik devrede hidrolik devreden farklı olan semboller Görsel 7.4'te verilmiştir.

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
	Tek selenoidli 4/2 yön kontrol valfi (Normalde açık)		Tek selenoidli 4/2 yön kontrol valfi (Normalde kapalı)		Çift selenoidli 4/3 yön kontrol valfi (Kapalı merkez)
	Çift selenoidli 4/3 yön kontrol valfi (Açık merkez)		Çift selenoidli 4/3 yön kontrol valfi (A-B tanka açık merkez)		Çift selenoidli 4/3 oransal yön kontrol valfi
	Bir kanallı oransal güçlendirici		Oransal valf selenoidi		Oransal kısma valfi
	Oransal basınç ayar valfi		Oransal ön kumandalı basınç sınırlayıcı valf		Oransal ön kumandalı basınç kontrol valfi

Görsel 7.4: Elektrohidrolik devre sembolleri

AMAÇ: Elektrohıdrolık devre sembollerini teknik resim kurallarına uygun olarak çizmek.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	1 adet
Kurşun kalem	0,5 mm B veya 2B uçlu	1 adet
Silgi	Yumuşak özellikli	1 adet
Gönyeler	45-45-90 ve 30-60-90 ölçülerinde	2 adet
Daire şablonu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 7.4'te verilen devre sembollerini ve sembollerin açıklamalarını inceleyiniz.
2. Antetli kâğıda sembol tablosunu uygun kalınlıkta çiziniz.
3. Tablo içine uygun ölçülerde sembolleri çiziniz. Sembollerin kendi alanlarına ortalanmasına özen gösteriniz.
4. Sembol açıklamalarını kendi alanlarına yazınız. Yazıların alana uygun yerleştiğinden emin olunuz.
5. Çiziminizde teknik resim kurallarına uyunuz ve norm yazı kullanmaya dikkat ediniz.
6. Sembolleri ve yazıları kontrol ederek çizimlerinizi öğretmeninize teslim ediniz.



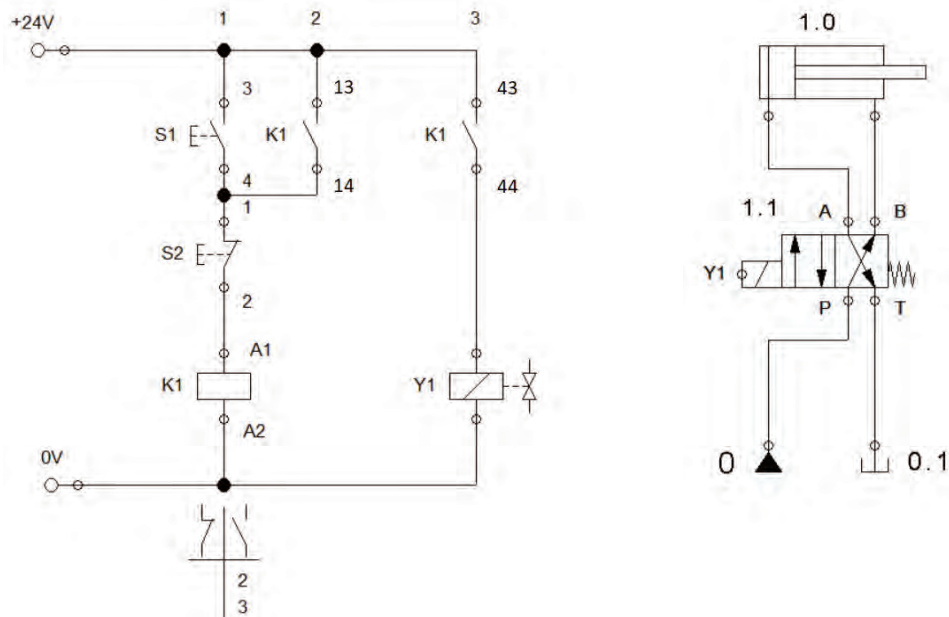
SORU

1. Sembol nedir? Devre çiziminde niçin sembol kullanılır? Yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Tablonun çizilmesi	20	
Numarası :	2	Sembollerin uygun ölçülerde çizilmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Sembol açıklamalarının yazılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Sembollerin ve yazıların hizalanması	20	
İmza :	5	Yazıların norm yazıyla yazılması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Bilgisayar ortamında elektrohidrolik devre kurup devrenin simülasyonunu yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 7.5: Elektrohidrolik devre

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon programı		-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Öğretmen gözetiminde bilgisayarı ve simülasyon programını açınız.
2. Devre elemanlarını Görsel 7.5'te verilen şemada olduğu gibi hizalı olarak çalışma alanına alınız.
3. Devre bağlantılarını yapınız.
4. Elemanları numaralandırınız.
5. Devreyi çalıştırarak S1 butonuna basınız ve silindirin ileri yönde hareketini gözlemleyiniz.
6. S2 butonuna basarak silindirin geri yönde hareketini gözlemleyiniz.
7. Bilgisayarı kapatma kurallarına uygun olarak kapatınız.



SORU

1. Devredeki K1 kontaktörünün kullanım amacını yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devre şemasının çizilmesi	25	
Numarası :	2	Elemanların numaralandırılması	25	
ÖĞRETMEN	3	Silindirin ileri hareketi	25	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin geri hareketi	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

7.3. ELEKTROHİDROLİK SİSTEM KURULUMU

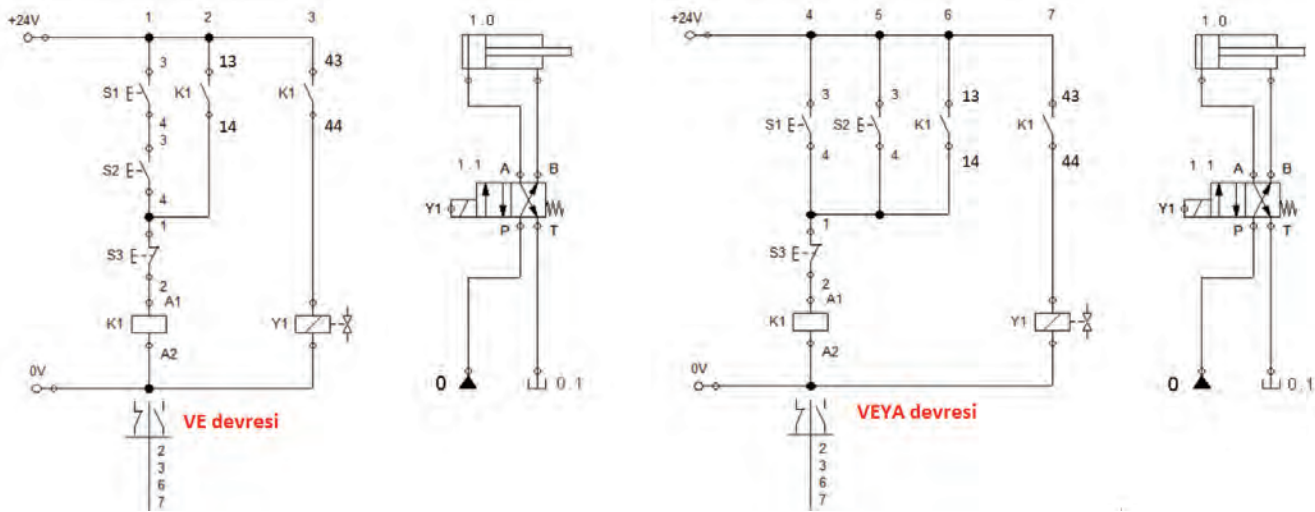
Elektrohidrolik sistemlerde çift etkili silindirler, 4/2 ve 4/3 yön kontrol valfleriyle kontrol edilir.

7.3.1. Çift Etkili Silindirlerin Şarta Bağlı Kontrolü

Elektropnömatik sistemlerde olduğu gibi şarta bağlı kontrol, kumanda devresinde butonların seri ve paralel bağlanmasıyla gerçekleştirilir (Görsel 7.6).

VE devresinde start butonları seri bağlanmıştır. Devreden akım geçmesi için her iki butona birden basmak gerekir. Bu durumda K1 rölesi ve röle kontağı üzerinden Y1 selenoidi enerjilenir. Devre K1 kontağıyla kendini mühürler. Enerjilenen Y1 selenoidi valfin konum değiştirmesini sağlar ve silindir ileri yönde hareket eder. S3 butonuna basıldığında K1 rölesi ve Y1 selenoidinin enerjisi kesilir. Valf yay vasıtasıyla konum değiştirir. Böylece silindir geri yönde hareket eder.

VEYA devresindeyse start butonları paralel bağlanmıştır. Devreden akım geçmesi için herhangi bir butona basılması yeterlidir. S1 veya S2 butonlarından birine basıldığında K1 rölesi ve röle kontağı üzerinden Y1 selenoidi enerjilenir. Devre kendini mühürler. Valf konum değiştirerek silindirin ileri yönde hareket etmesini sağlar. S3 butonuna basıldığında K1 rölesi ve Y1 selenoidinin enerjisi kesilir. Valf yay vasıtasıyla konum değiştirir ve çift etkili silindir geri yönde hareket eder.

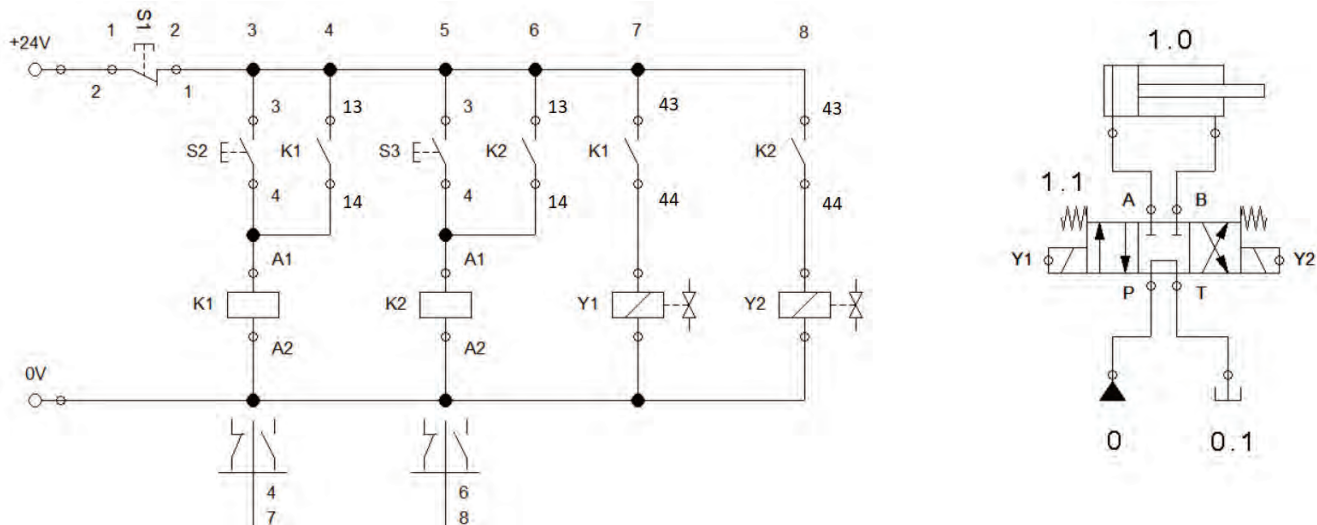


Görsel 7.6: Çift etkili silindirin şarta bağlı kontrolü

7.3.2. Çift Etkili Silindirin 4/3 Valfle Kontrolü

Görsel 7.7'de çift selenoidli 4/3 açık merkez valfle çift etkili silindirin kontrolü görülmektedir. Devrede S2 butonuna basıldığında K1 rölesi ve Y1 selenoidi enerjilenir. Röle kendini mühürler. Valf konum değiştirerek silindir ileri yönde hareket eder. S1 butonuna basıldığında valf merkez konuma gelir.

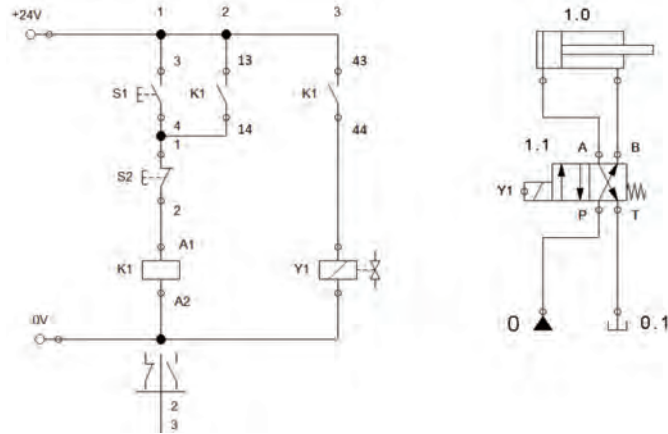
S3 butonuna basıldığında K2 rölesiyle birlikte Y2 selenoidi de enerjilenir. Röle kendini mühürler. Valf konum değiştirerek silindir geri yönde hareket eder. S1 butonuna basıldığında valf merkez konuma gelir.



Görsel 7.7: Çift etkili silindirin açık merkez valfle kontrolü

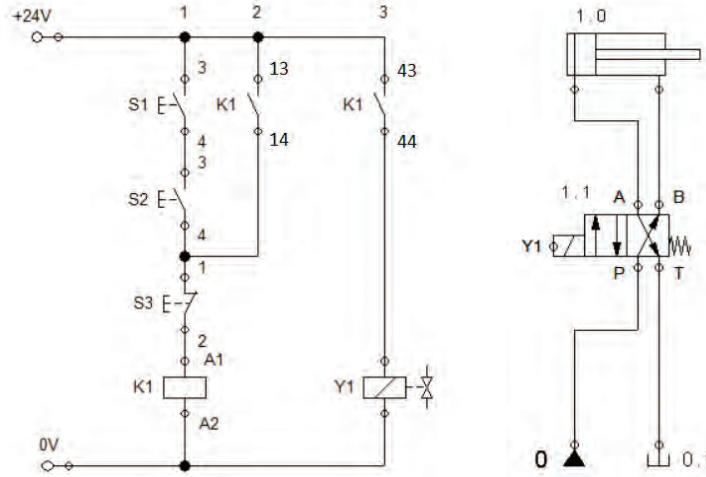
AMAÇ: Çift etkili silindiri 4/2 valfle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



AMAÇ: Elektrohidrolik “VE” devresini kurarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 7.9: Elektrohidrolik VE devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektrohidrolik deney seti		1 adet
Start ve stop butonu		3 adet
DC röle	24 V DC	1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Enerji besleme birimi		1 adet
Solenoid valf ve silindir	4/2 tek selenoidli, çift etkili silindir	Birer adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 7.9’da verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Kumanda ve hidrolik devre bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen gözetiminde kumanda devresini çalıştırınız.
5. Kumanda devresiyle birlikte hidrolik devreye enerji veriniz.
6. S1 ve S2 butonlarına ayrı ayrı basarak silindiri gözlemleyiniz.
7. S1 ve S2 butonlarına aynı anda basarak silindirin ileri yönde hareketini gözlemleyiniz.
8. S3 butonuna basarak silindirin geri yönde hareketini gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi kesip bağlantıları sökünüz ve devre elemanlarını yerlerine kaldırınız.



SORU

1. VE devresi nasıl oluşturulmaktadır? Açıklayınız.

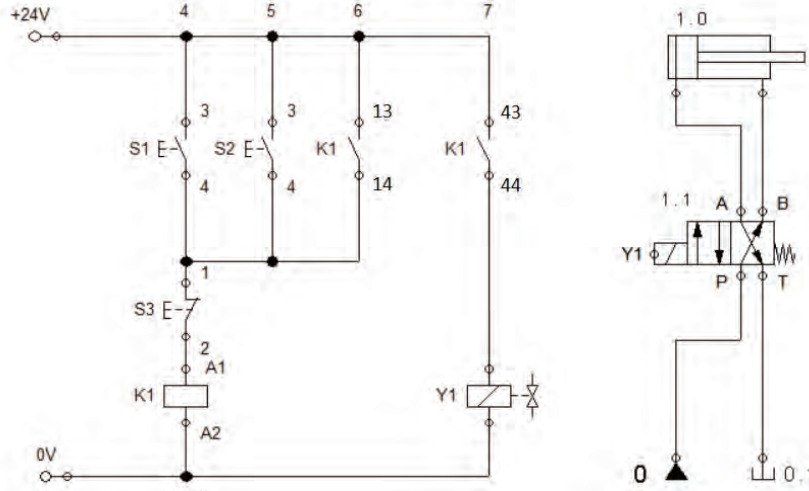


KOD=19610

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda ve hidrolik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareketi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareketi	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Elektrohidrolik “VEYA” devresini kurarak çalıştırmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 7.10: Elektrohidrolik VEYA devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektrohidrolik deney seti		1 adet
Start ve stop butonu		3 adet
DC röle	24 V DC	1 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Enerji besleme birimi		1 adet
Selenoid valf ve silindir	4/2 tek selenoidli, çift etkili silindir	Birer adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 7.10'da verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını deney seti üzerine düzgün biçimde yerleştiriniz.
3. Kumanda ve hidrolik devre bağlantılarını gerçekleştiriniz.
4. Öğretmen gözetiminde kumanda devresini çalıştırınız.
5. Kumanda devresiyle birlikte hidrolik devreye enerji veriniz.
6. S1 butonuna basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
7. S3 butonuna basarak silindirin hareketini gözlemleyiniz.
8. S2 ve S3 butonlarına sırayla basarak silindirin hareketlerini gözlemleyiniz.
9. Enerjiyi kesip bağlantıları sökünüz ve devre elemanlarını yerlerine kaldırınız.



SORU

1. VE devresi nasıl oluşturulmaktadır? Açıklayınız.

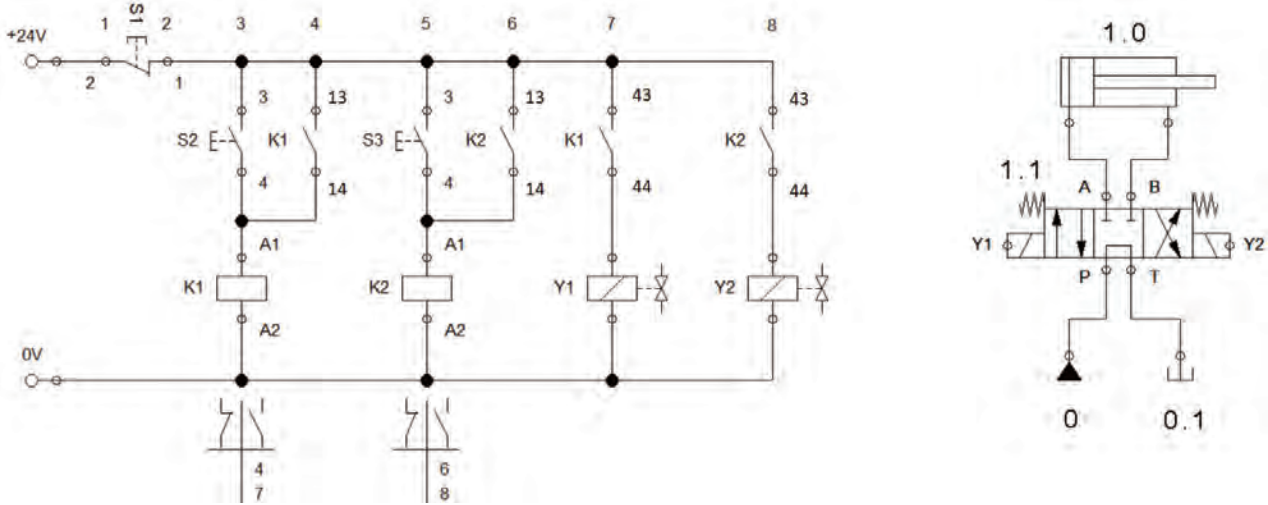


KOD=19611

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda ve hidrolik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareketi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareketi	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Çift etkili silindiri 4/3 açık merkez valfle kontrol etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 7.11: Çift etkili silindirin açık merkez valfle kontrolü

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Simülasyon yazılımı		-
Elektrohidrolik deney seti		1 adet
Start ve stop butonu		3 adet
DC röle ve Kumanda kabloları	24 V DC,	2 adet
Kumanda kabloları	0,75 mm ²	-
Enerji besleme birimi		1 adet
Selenoid valf ve silindir	4/3 çift selenoidli, çift etkili	1 adet
Hortum ve bağlantı elemanları	Uygun çaplarda	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 7.11'de verilen devreyi bilgisayar ortamında kurunuz ve çalıştırarak test ediniz.
2. Devre elemanlarını set üzerine yerleştirerek bağlantıları gerçekleştiriniz.
3. Öğretmen gözetiminde kumanda ve güç devresine enerji veriniz.
4. S2 butonuna basarak silindirin ileri yönde hareketini gözlemleyiniz.
5. S1 butonuna basarak valfi merkez konumuna alınız.
6. S3 butonuna basarak silindirin geri yönde hareketini gözlemleyiniz.
7. S1 butonuna basarak valfi merkez konumuna alınız.
8. Enerjiyi kesip bağlantıları sökünüz ve devre elemanlarını yerlerine kaldırınız.



SORU

1. 4/3 valfin merkez konumlarını açıklayınız.



KOD=19612

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yazılımla devre simülasyonunun yapılması	20	
Numarası :	2	Kumanda ve hidrolik devrenin kurulması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Silindirin ileri yönde hareketi	20	
İmza :	5	Silindirin geri yönde hareketi	20	
TOPLAM PUAN			100	

ÇİFT ETKİLİ SİLİNDİRİN KAPALI MERKEZ VALFLE KONTROLÜ

AMAÇ: Çift etkili silindiri 4/3 kapalı merkez valfle kontrol etmek.

UYGULAMA: Çift etkili silindir kapalı merkez valfle kontrol edilecek ve silindirin hızı ayarlanabilecektir. Devrenin şemasını çizin. Malzeme listesini çıkarınız. Simülasyon programında kurup test ediniz. Elektrohidrolik deney seti üzerinde devreyi kurarak çalıştırınız.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Devrenin simülasyon programında kurulması	10	
3	Devrenin simülasyon programında çalıştırılması	10	
4	Malzeme listesinin çıkartılması	10	
5	Devre elemanlarının set üzerine yerleştirilmesi	10	
6	Devre elemanları arasında kablo ve hortum bağlantılarının yapılması	10	
7	Kumanda devresinin hatasız çalışması	10	
8	Güç devresinin hatasız çalışması	10	
9	Devrede hızın ayarlanması	10	
10	Devrenin sökülerek teslim edilmesi	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Elektrohıdrolık sistemlerde kumanda selenoid valflerle yapılır.
2. (...) Elektrohıdrolık devrelerde VE devresi stop butonlarıyla yapılır.
3. (...) Oransal valflerin çalışması için sürücü karta ihtiyaç vardır.
4. (...) Çift etkili silindirler 4/2 valfle kontrol edilemez.
5. (...) 4/3 valflerde merkez konum sağ tarafta bulunur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Elektrohıdrolık sistemler, ağır iş makinelerinde ve otomobillerin sisteminde kullanılır.
7. 4/2 yön kontrol valfi adet çıkışa sahiptir.
8. Oransal basınç ayar valfinde sürücü devredeki ile basınç ayarlanır.
9. Elektrohıdrolık sistem kumanda devresinde elemanlar arası bağlantı kumanda ile yapılır.
10. Elektrohıdrolık sistem kumanda devresinde mühürleme işlemi röleye ait normalde kontak ile yapılır.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Dört yollu, iki konumlu selenoid valftir.	A	4/3 kapalı merkez
12.	()	Pompanın bastığı akışkanın, yön kontrol valfi üzerinden tanka geri gönderilemediği konumlu valftir.	B	4/3 A-B tanka açık merkez
13.	()	Pompanın bastığı akışkanın, düşük basınçta tekrar tanka gönderildiği konumlu valftir.	C	Oransal valf
14.	()	Basınç girişinin kapalı, iş hatlarının tanka bağlandığı konumlu valftir.	D	5/2 valf
15.	()	Elektrik sinyallerini arttırıp azaltarak kuvvete dönüştüren valftir.	E	4/2 valf
			F	4/3 açık merkez
			G	2/4 valf

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi elektrohıdrolık devre elemanı değildir?

- A) Buton B) Röle C) Selenoid D) Kompresör E) Tank

17. Aşağıdakilerden hangisi kumanda devresinde selenoid bobinini gösteren harftir?

- A) A B) Y C) K D) S E) B

18. Aşağıdakilerden hangisi elektrohıdrolık devrelerde iş hatlarını gösteren harflerdir?

- A) A-B B) P-L C) R-S D) Y-Z E) M-N

19. Aşağıdakilerden hangisi çift röleli bir devrede ikinci röleye verilen isimdir?

- A) K1 B) S2 C) K2 D) F2 E) Y2

20. Aşağıdakilerden hangisi aynı anda iki butona basılmasıyla çalışan devreye verilen isimdir?

- A) Oransal B) VEYA C) Seri D) Paralel E) VE



8

KUMANDA PANOLARI VE MONTAJI 8. ÖĞRENME BİRİMİ



KONU

8.1. PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARININ KESİLMESİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Pano içi kumanda elemanlarının montajı

Pano içi kablo kanallarının ve rayların kesilerek montajı

Pano içi kumanda elemanlarının kablolar ile bağlanması

Kabloların kablo bağı ve spiralle düzenlenmesi ve pano testleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kumanda panoları ve kumanda elemanlarının panoya montajıyla ilgili neler biliyorsunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Pano, kablo kanalı ve rayı, sigorta, kaçak akım rölesi, aşırı akım rölesi, kontaktör, kablo pabucu, ray klemens, NYAF kablo, numaralandırma, asenkron motor, yüksük, pano testi, pano bağlantı şeması.

8.1. PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARININ KESİLMESİ

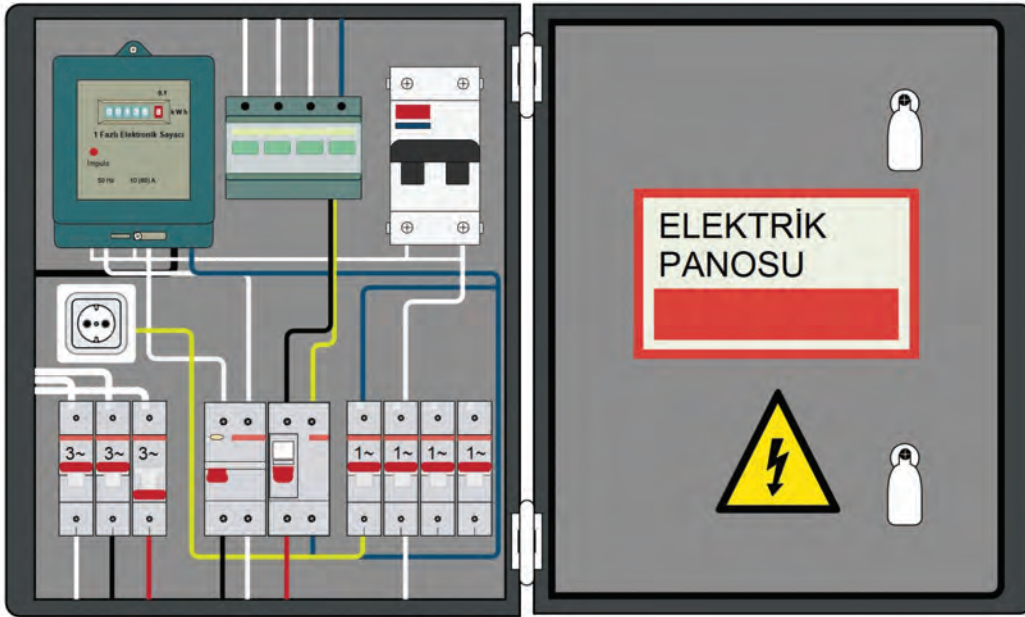
Transformatörler aracılığıyla kullanım alanına gelen elektrik enerjisi merkezî bir noktada toplanır ve buradan dağıtım yapılır. Bu dağıtım noktalarında enerjinin kontrolüne uygun bir yapılanmaya ihtiyaç duyulur. Bu özelliklere sahip yapılar elektrik panolarıdır. Panolar elektrik akışını farklı birimlere yönlendirir ve akışı kontrol eder. Konutlardaki sigorta kutusundan endüstriyel panolara kadar pek çok pano çeşidi vardır.

8.1.1. Elektrik Panoları ve Elektrik Panolarının Yapıları

Elektrik akışını kontrol etmek ve yönlendirmek amacıyla tasarlanan kabinlere **elektrik panosu** denir. Panolar elektriğin kullanıldığı alanın (konut, iş yeri, okul vb.) girişine yerleştirilir. Buradan diğer birimlere (daire, atölye, sınıf vb.) elektrik dağıtım, kumanda ve kontrol işlemleri gerçekleştirilir.

Panoların küçük güçlü ve basit yapılı olanlarına **elektrik tablosu** denir. Tablolar daha çok evlerde ve küçük iş yerlerinde kullanılır. Bir tabloda sayaç, sigorta ve kaçak akım rölesi bulunur. Buradan priz ve aydınlatma lineye dağıtım yapılır. Tablolar plastik veya sac malzemeden yapılır.

Kontrol edilecek alıcı gücü arttıkça pano boyutu da büyür. Büyük güçlü panolar yüksek enerji harcaması olan tesis ve işletmelerde kullanılır. Pano tipine göre değişkenlik göstermekle birlikte bir panoda termik manyetik şalter, akım transformatörü, sigorta, yangın koruma rölesi, kontaktör, röle, ölçü aleti ve sinyal lambaları bulunur. Yüksek akımlı panolar 2-3 mm kalınlıktaki sacdan yapılır (Görsel 8.1).



Görsel 8.1: Pano ve elemanları

8.1.2. Pano Çeşitleri

Panolar genellikle kullanım alanına göre isimlendirilir.

Sayaç Panosu: Elektrik sayaçlarının olduğu panodur. Sayaçlar duruma göre ana dağıtım panosunda veya ayrı tesis edilen sayaç panosunda bulunabilir. Pano içinde faz sayısı ve akımın büyüklüğüne göre bir fazlı, üç fazlı ve kombi sayaçlar ile termik manyetik şalter, sigorta ve kaçak akım rölesi bulunur.

Dağıtım Panosu: Elektrik enerjisinin dağıtıldığı panolardır. Ana ve tali (yardımcı) pano olmak üzere iki çeşittir. Bir binaya, enerjinin giriş yaptığı ilk yer ana dağıtım panosudur. Bu nedenle dağıtım panosunun içinde yüksek akımlı elemanlar bulunur. Tali pano, ana dağıtım panosu çıkışına bağlanır ve binanın çeşitli bölgelerinde konumlandırılır. İçinde daha düşük akımlı elemanlar bulunur.

Kompanzasyon Panosu: Reaktif güç kompanzasyonu yapan elektrik panosudur. Kurulu gücü 50 kVA ve üzerinde olan tesislerde kompanzasyon zorunludur. Kompanzasyon işlemi ana dağıtım panolarında veya bu amaçla yapılan kompanzasyon panolarında yapılabilir.

Kumanda Panosu: Elektrik motorlarını doğrudan kontrol etmede kullanılan panolardır. Özellikle asansörlü sistemlerde sıklıkla kullanılır.

Kumanda ve PLC Panosu: Endüstriyel sistemlerde makinelerin kontrolünde kullanılan panolardır.

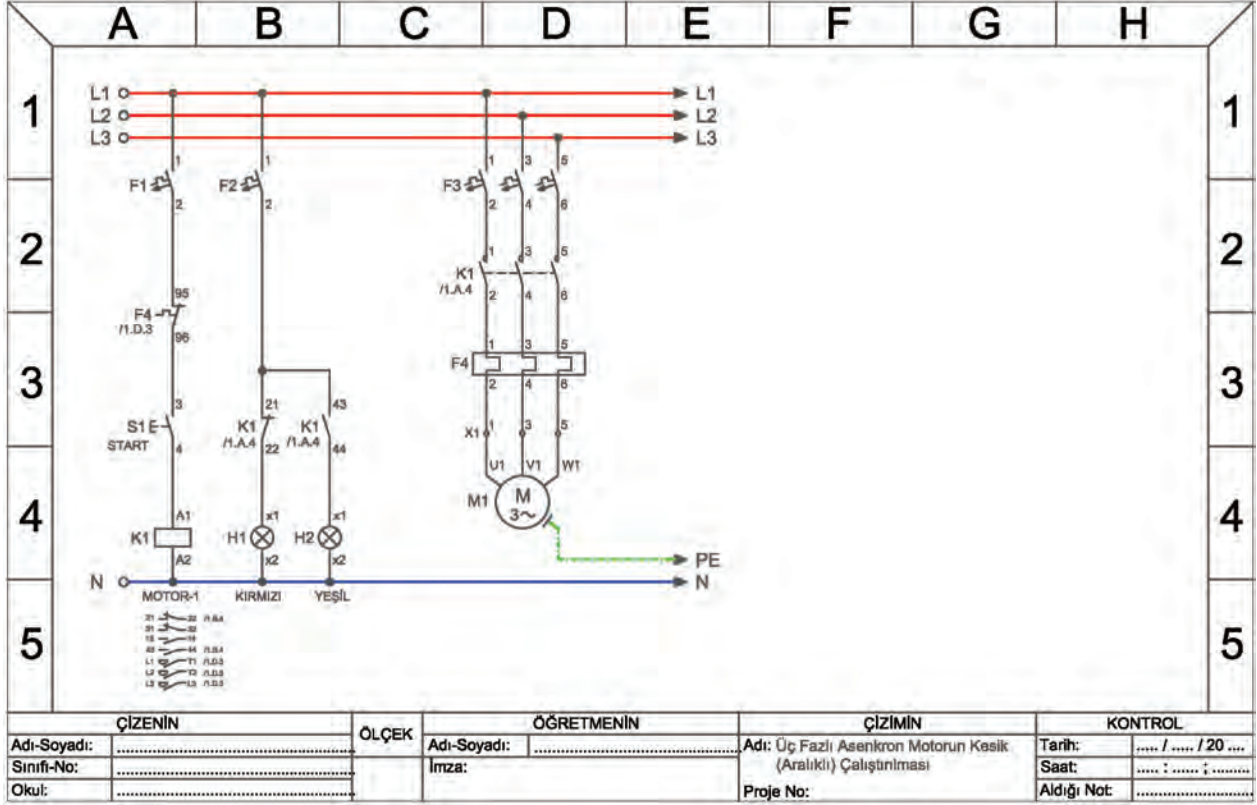
Aydınlatma Panoları: Mağaza, atölye ve fabrikalarda aydınlatma kontrolü için kullanılan panolardır.

Diğer Panolar: Belirtilen panoların dışında kalan şantiye, transfer, senkronizasyon, jeneratör panosu gibi panolardır.

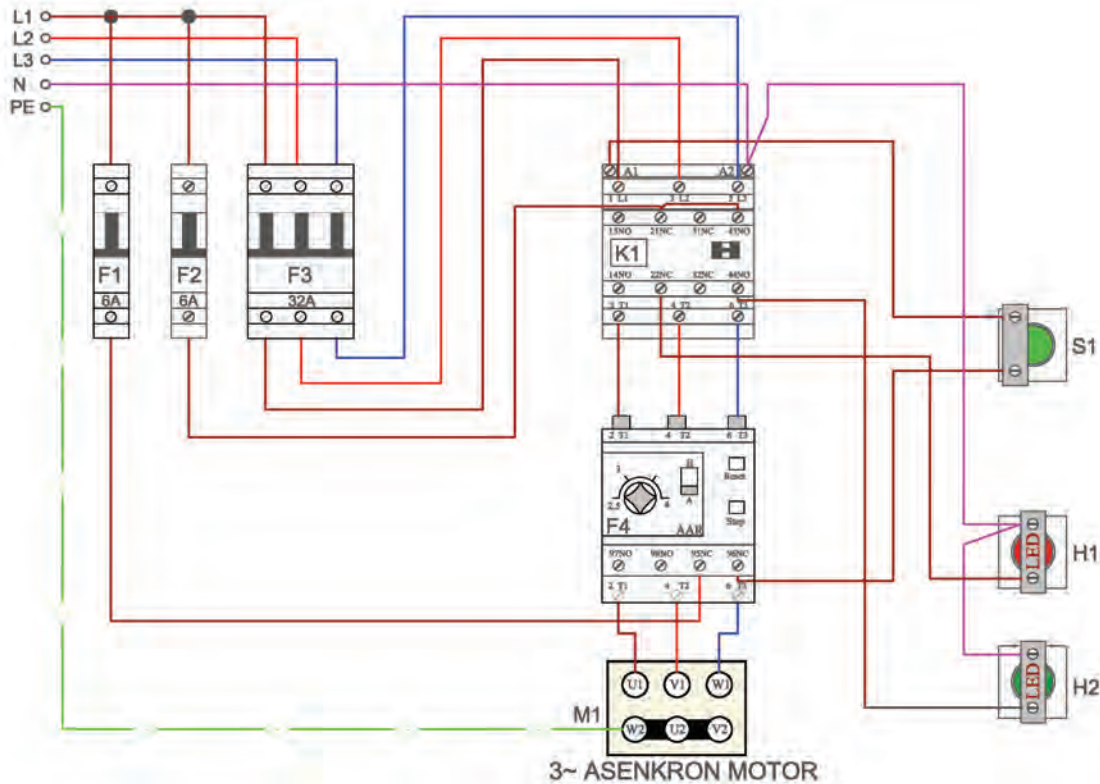
8.1.3. Pano Bağlantı Şemasının Çizimi

Pano elemanlarının yerleşimi ve kablo bağlantılarını gösteren şemaya pano **bağlantı şeması** denir. Bir pano tasarımında ilk olarak pano şeması çizilir. Eleman sayısına göre de pano boyutları çıkarılır. Kumanda panoları genel olarak 30x40x15, 40x60x15, 50x70x25, 80x60x25, 60x90x30, 80x100x30 ve 100x60x25 ölçülerindedir.

Pano şeması, pano elektrik projesine göre hazırlanır. Pano projeleri de kolon şemalarına göre çizilir. Proje çizimleri birkaç sayfa veya panonun büyüklüğüne göre onlarca sayfa olabilir. Bu sebeple eleman, iletken ve kontaklar kodlanır. Görsel 8.2'de üç fazlı asenkron motorun kesik çalışmasına ait devre şeması, Görsel 8.3'teyse pano bağlantı şeması verilmiştir.



Görsel 8.2: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma devresinin şeması



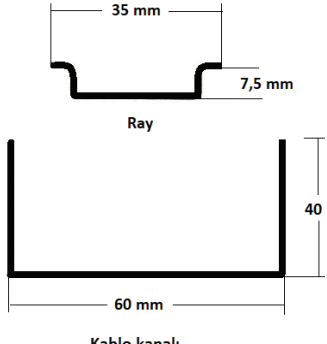
Görsel 8.3: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma pano bağlantısının şeması

8.1.4. Kablo Kanalları ve Kablo Kanallarının Kesilmesi

Kablo kanalı, pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza edilmesini sağlayan malzemedir. Kabloların döşenmesi sırasında kablo geçişlerini kolaylaştırmak ve çalışma sırasında oluşan ısıнын önlenmesi amacıyla kanalın kenarlarında aralıklı tırnaklar bulunur. Kablolar bu aralıklardan ilgili elemana bağlanır. Döşeme tamamlandıktan sonra kanal üzerine kapakları geçirilerek kablolar korumaya alınır.

Kablo kanalı ölçüleri Tablo 8.1'de verilmiştir. Kanalların kesilmesi, kablo kanalı kesme makinesi veya demir testeresiyle yapılır.

Tablo 8.1: Kablo Kanalı ve Ray Ölçüleri

DELİKLİ KABLO KANALI (mm)	DELİKLİ RAY (mm)
25x30	15x5,5
25x40	35x7,5
25x60	35x15
40x40	
40x60	
40x80	
60x40	
60x60	
60x80	
80x60	
80x80	
100x60	
100x80	

8.1.5. Taşıyıcı Raylar ve Taşıyıcı Rayların Kesilmesi

Kontaktör, zaman rölesi, otomatik sigorta gibi devre elemanlarının vidayla panoya sabitlenmeden takılıp çıkarılmasını sağlayan elemanlara **taşıyıcı ray** denir. Çelik veya alüminyum alaşımlı olarak üretilir. 35x15, 35x7,5 ve 15x5 mm ölçülerinde ray olmakla birlikte uygulamalarda genellikle 35x7,5 mm'lik raylar kullanılır.

Raylar giyotin veya demir testeresiyle kesilir. Demir testeresiyle kesilirken ray mutlaka mengene yardımıyla sabitlenmelidir. Ray mengeneye bağlanırken aşırı sıkılarak rayın formunun bozulmamasına özen gösterilmelidir. Eğer kollu giyotin kullanılıyorsa iş güvenliği kurallarına dikkat edilmelidir.

8.1.6. Pano İçi Kablo Kanallarının ve Rayların Montajı

Kablo kanalının pano içine sabitlenmesinde vida veya perçin kullanılır. Ayrıca kendinden yapışkanlı kanallar yüzeye yapıştırılarak monte edilir. Vida ile montajda vida başları yalıtılmalıdır.

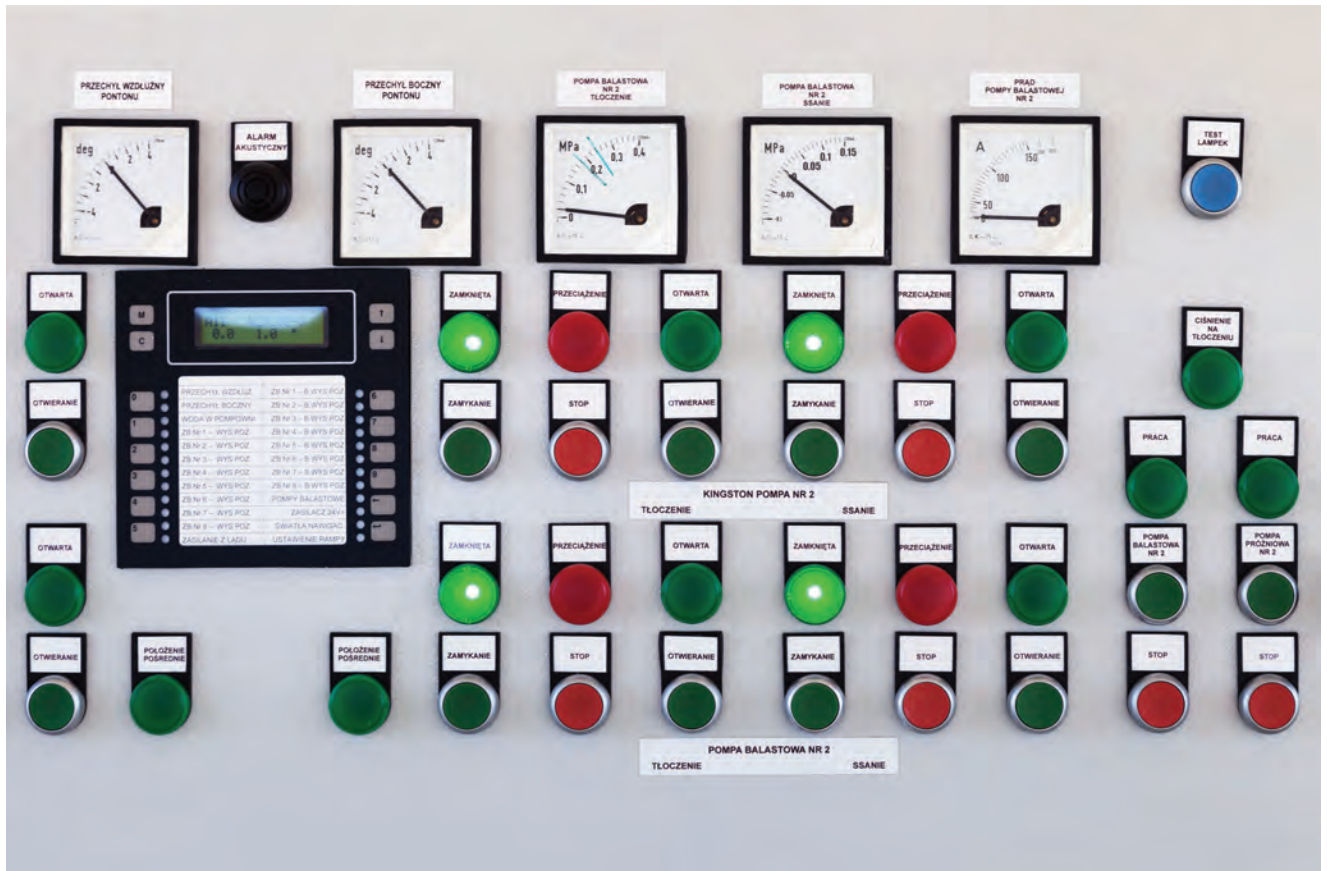
Rayların montajı vidalarla yapılır. Ray monte edilirken delik kısımlardan akıllı (matkap uçlu) vidayla saca sabitlenir. Matkap uçlu vida hem deler hem de saca rayı birbirine sıkıştırır. Rayların açılı veya düz olarak belli bir yükseklikte sabitlenmesi gerekebilir. Bu gibi durumlarda pano montaj ray taşıyıcıları kullanılır. Bu taşıyıcıların farklı boylarda düz ve açılı çeşitleri mevcuttur.

8.1.7. Sinyal Lambalarının Montajı

Panonun çalışma durumunu gösteren ışıklı bildirim elemanına **sinyal lambası** denir. Lamba çalışma gerilimleri 12 V, 24 V, 220 V olup AC ve DC çeşitleri mevcuttur. Çoğunlukla pano kapağının üstüne monte edilir. Panoya montajı, yapısına göre somunlu veya tırnaklı şekilde gerçekleştirilir. Butonlar da sinyal lambaları gibi kapağa monte edilir (Görsel 8.6).

Sinyal lambalarının montaj ölçüleri şunlardır:

- Montaj çapı genellikle **22 mm**'dir.
- Üst üste iki buton monte ediliyorsa butonların merkezleri arasındaki mesafe **50 mm**'dir.
- Yan yana yapılan montajlarda ise merkezler arası mesafe **30 mm**'dir.



Görşel 8.4: Sinyal lambaları ve butonlar

8.1.8. Kaçak Akım Rölesinin ve Sigortaların Montajı

Akım taşıyan bir iletkenin yalıtım hatası sonucunda cihaz gövdesine temas etmesiyle gövdeye kaçak arızası oluşur. Gövde elektrik akımı taşımaya başlar ve bu durum dokunan kişi için hayati tehlike oluşturur. Kaçak akım rölesinin görevi bu akımı önlemektir. Uluslararası standartlara göre insan hayatı için kritik akım eşiği 30 mA'dir. Bu sebeple kaçak akım röleleri 30 mA'liktir.

Sigorta ise elektrik hattını ve hatta bağlı cihazları, aşırı akımın etkilerine karşı korur. Hattın güvenliğini sağlar ve devreye daima seri bağlanır. Motor kumanda panolarında C tipi sigortalar kullanılır.

Kaçak akım rölesi ve sigortalar raya monte edilir. Elemanların arkasında bulunan yaylı tırnak kaldırılarak elemanlar raya oturtulur. Pano girişlerinde kullanılan kaçak akım rölesinden sonra aynı akım değerinde seri bağlı bir ana kesici (sigorta) bulunmalıdır.

8.1.9. Aşırı Akım Rölesinin Montajı

Aşırı akım röleleri, yüksek akımların elektrik motorlarına zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılır. Kaçak akım rölelerinin aşırı akım ve kısa devre durumunda koruma özelliği yoktur. Sigortaların da çalışma karakteristikleri nedeniyle elektrik motorlarını koruyamamasından aşırı akım rölelerine ihtiyaç duyulur. Kumanda panolarında genellikle termik aşırı akım röleleri kullanılır.

Termik rölelerin güç devresine seri bağlanan üç adet kontağı (1-2, 3-4, 5-6), kumanda devresine seri bağlanan bir adet kapalı kontağı (95-96) ve genellikle aşırı akım etkisini ışıklı bildirimde kullanmak için bir adet açık kontağı (97-98) vardır. Aşırı akım rölesinin akım ayarı motor akımına uygun olmalıdır.

Aşırı akım röleleri genellikle kontaktör güç kontaklarına doğrudan monte edilir. Bazı durumlarda ray adaptörüyle raya monte edilir. Duruma göre pano sacına da vida veya somunlu civatayla monte edilebilir.

8.1.10. Kontaktörlerin Seçimi ve Montajı

Büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** denir. Kontaktörler sık açıp kapamaya ve kabloyla uzaktan kumandaya elverişlidir. Bu sebeple alıcıların anahtarlanması tercih edilir. Asenkron motorların kumandasında **AC3** serisi kontaktörler kullanılır. Asenkron motorlara kontaktör seçiminde, yol verilecek motorun yol verme yöntemi ve anma gücü dikkate alınır (Tablo 8.2).

Kontaktörlerin montajı kaçak akım rölesi ve sigortalar gibi taşıma rayına yapılır. Gerekli durumlarda dört adet montaj deliği kullanılarak saca da monte edilebilir.

Tablo 8.2: Kontaktör ve İletken Kesiti Seçimiyle Aşırı Akım Ayarının Sınır Değerleri

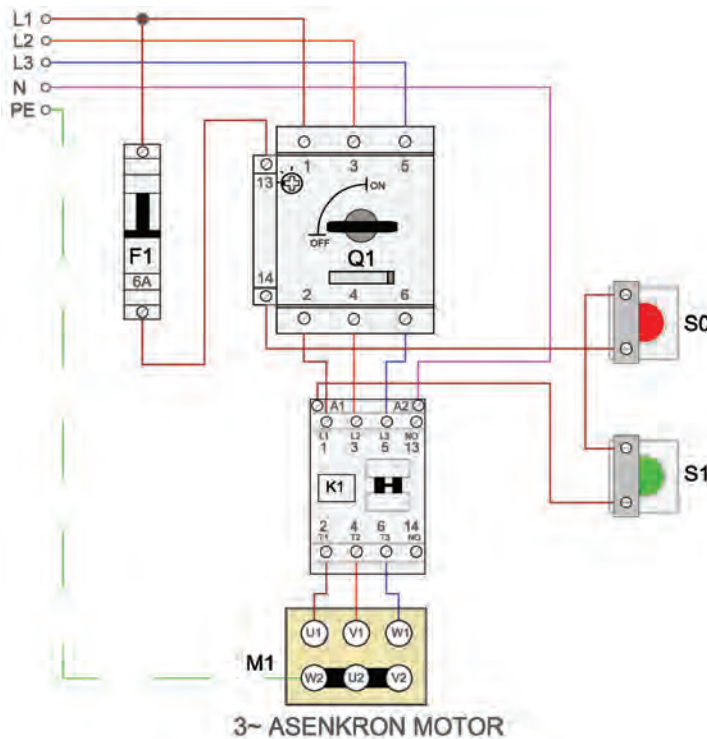
ASENKRON MOTOR (380 V)		DIREKT YOL VERME			YILDIZ-ÜÇGEN YOL VERME		
Anma Güç (kW)	Anma Akımı (A)	AC3 Kontaktör Akımı (A)	Aşırı Akım Rölesi Ayarı	Bakır Kablo Kesiti (mm ²)	AC3 Kontaktör Akımı (A)	Aşırı Akım Rölesi Ayarı	Bakır Kablo Kesiti (mm ²)
1,5	3,5	9	2,5-4	1,5	9	1,5-2,5	1,5
2,2	5	9	4-6	1,5	9	2,5-4	1,5
3	6,6	9	5,5-8	1,5	9	2,5-4	1,5
3,7	7,7	9	5,5-8	2,5	9	4-6	1,5
4	8,5	9	7-10	2,5	9	4-6	1,5
5,5	11,5	12	10-13	4	9	5,5-8	2,5
7,5	15,5	16	13-18	6	12	7-10	4
11	22	25	8-25	10	12	10-13	6
15	30	32	23-32	16	16	13-18	10
18,5	37	40	30-40	25	16	18-25	16
22	44	50	38-50	25	32	23-32	25
30	60	63	57-66	35	50	30-40	25
37	72	80	63-80	50	80	63-80	70
45	85	145	75-105	50	145	75-105	95
55	105	145	95-125	70	145	100-160	95

8.1.11. Motor Koruma Şalterlerinin Seçimi ve Montajı

Motor koruma şalterleri, termik manyetik korumaya sahip koruma cihazlarıdır. Panolarda aşırı akım rölesi yerine kullanılır. Manyetik koruma özelliğinden dolayı sigortaya da gerek kalmamaktadır. Anahtarlama ve koruma işlemleri tek cihazdan yapılır. Pako şalter gibi kullanılıp motoru direkt başlatabilir ve istenmeyen herhangi bir durumla karşılaşıldığında (aşırı akım, kısa devre) ani olarak kendiliğinden devreyi açar.

Motor koruma şalterlerine normalde açık ve normalde kapalı kontaklı yardımcı kontak bloku takılarak farklı amaçlarla kullanılabilir. Bu kontak özellikle şalter attığında kumanda devresinin enerjisinin kesilmesinde kullanılır (Görsel 8.5).

Motor koruma şalterleri kontaktörler gibi raya monte edilir. Motorların çekeceği akımlara uygun akım ayar sahalara sahiptir.



Görsel 8.5: Motor koruma şalterinin devreye bağlanması

8.1.12. Kabloları Pabuç ve Yüksük Çakma ile Numaralandırma İşlemleri

Elemanların montajı tamamlandıktan sonra kabloları yapılır. Kablo bağlantıları yapılmadan önce mutlaka kablo uçlarına pabuç çakılmalı, daha sonra numaralandırma işlemleri yapılmalıdır.

8.1.12.1. Kumanda Panolarında Kullanılan Kablolar ve Kabloların Renkleri

Kumanda panolarında NYAF kablolar kullanılır. Kullanılacak kablo kesitleri iletkenden geçecek akım değerine göre tespit edilir (Tablo 8.2). Bazı özel durumlarda daha büyük kesitte kablo kullanılabilir. Kablo rengi olarak nötr kabloları için açık mavi, topraklama kablosu için sarı-yeşil kablo kullanılır. Diğer kablolar için standart olmamakla birlikte çoğunlukla Tablo 8.3'te verilen kablo renkleri kullanılır.

Tablo 8.3: Kumanda Panolarında Kullanılan Kablo Renkleri

KUMANDA KABLORARI	GERŞİLİM (V)	AC / DC	FAZ / NÖTR / TOPRAK	KABLO RENGİ
	220	AC	L	Siyah
	220	AC	N	Mavi
	24	AC	L	Yeşil
	24	AC	N	Beyaz
	24	DC	+ (artı)	Kırmızı
	24	DC	- (eksi)	Beyaz
GÜÇ KABLORARI	380	AC	L1-L2-L3	Siyah
	380	AC	N	Mavi
	380	AC	PE	Sarı-yeşil

8.1.12.2. Kablo Pabuçları

Kablo pabucu, kablo uçlarına takılan ve terminallerle sıkı teması sağlayan bağlantı elemanıdır. Panodaki elektrik arızalarında gevşek bağlantı ve temassızlığın rolü büyüktür. Bu sebeple kablolar uçları açıldıktan sonra eleman terminallerine doğrudan bağlanmaz önce uçlarına kablo pabucu çakılır.

Kablo pabuçları, iletken kesitine uygun sap kısmı ve terminallere en iyi bağlantıyı sağlayan uç kısmından oluşur. Kabloya bağlanan kısmın izoleli ve izolesiz (SKP) çeşitleri vardır. Kablo kesitlerine göre farklı çaplara sahiptir. Pabuç çapları metrik olarak Tablo 8.4'te verilmiştir.

Tablo 8.4: İzoleli ve İzolesiz Kablo Pabucu Çapları

İZOLELİ		İZOLESİZ (SKP)	
Kablo Kesiti (mm ²)	Pabuç Çapı (mm)	Kablo Kesiti (mm ²)	Pabuç Çapı (mm)
0,5	M3-M4-M5-M6-M8	16	M5-M6
1,5	M3-M4-M5-M6-M8-M10	25	M5-M6-M8
2,5	M3-M4-M5-M6-M8-M10	35	M6-M8
4	M4-M5-M6-M8-M10-M12	50-70	M6-M8-M10
6	M4-M5-M6-M8-M10-M12	95-120-150	M8-M10-M12
8-10	M6-M8	185-240	M10-M12

Kablo pabucu uçları bağlantı terminallerine en iyi teması sağlamak üzere çeşitli şekillerde yapılır. Uç kısmına göre en çok kullanılan kablo pabucu çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Yuvarlak Uçlu: Bağlantı kısmı **O** şeklinde olup somunlu civatayla terminallere tutturulur. Sigorta, kompakt şalter gibi elemanlarda kullanılır.

Çatal Uçlu: Bağlantı kısmı **U** şeklinde olup somunlu civatayla tutturulur. Kontaktör ve rölelerde kullanılır.

İğne Uçlu: Bağlantı kısmı **I** şeklinde olup vidayla tutturulur. Genellikle klemenslerde kullanılır. Kabloları pabuç takılırken ve montaj sırasında dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir.

- Kullanılacak pabuç kesiti kabloya uygun olmalıdır.
- Pabuç çakma işlemi pabuç sıkma pensesiyle yapılmalıdır.
- Kablo pabucu sıkılırken sıkma pensesinin uygun sıkma dişi kullanılmalıdır.
- Kablo gereğinden uzun ya da kısa açılmamalıdır.
- Kablonun soyulmuş kısmının tamamı pabuç içinde olmalıdır.
- Pabuç, terminale bağlanırken uygun el aletiyle ve uygun torkla sıkılmalıdır.
- İzolesiz kablo pabuçlarının, montajdan sonra açıkta kalan kısmı mutlaka izole edilmelidir.

8.1.12.3. Numaralandırma İşlemleri

Panolarda meydana gelen arızaların bulunması ve kolay devre takibi için pano elemanı, kablo ve klemensler numaralandırılır. Özellikle arıza takibinde numaralandırma büyük kolaylık sağlar.

Elemanların Numaralandırılması: Pano bağlantı şemasında her devre elemanı numaralandırılarak etiketleme yapılır. Numaralandırmada harfler ve rakamlar kullanılır. Elemanlara atanan harfler Tablo 8.5'te verilmiştir. Aynı elemandan birden fazla olması hâlinde harfin yanına sigortalar için F1, F2, F3 gibi ardışık rakamlar verilir.

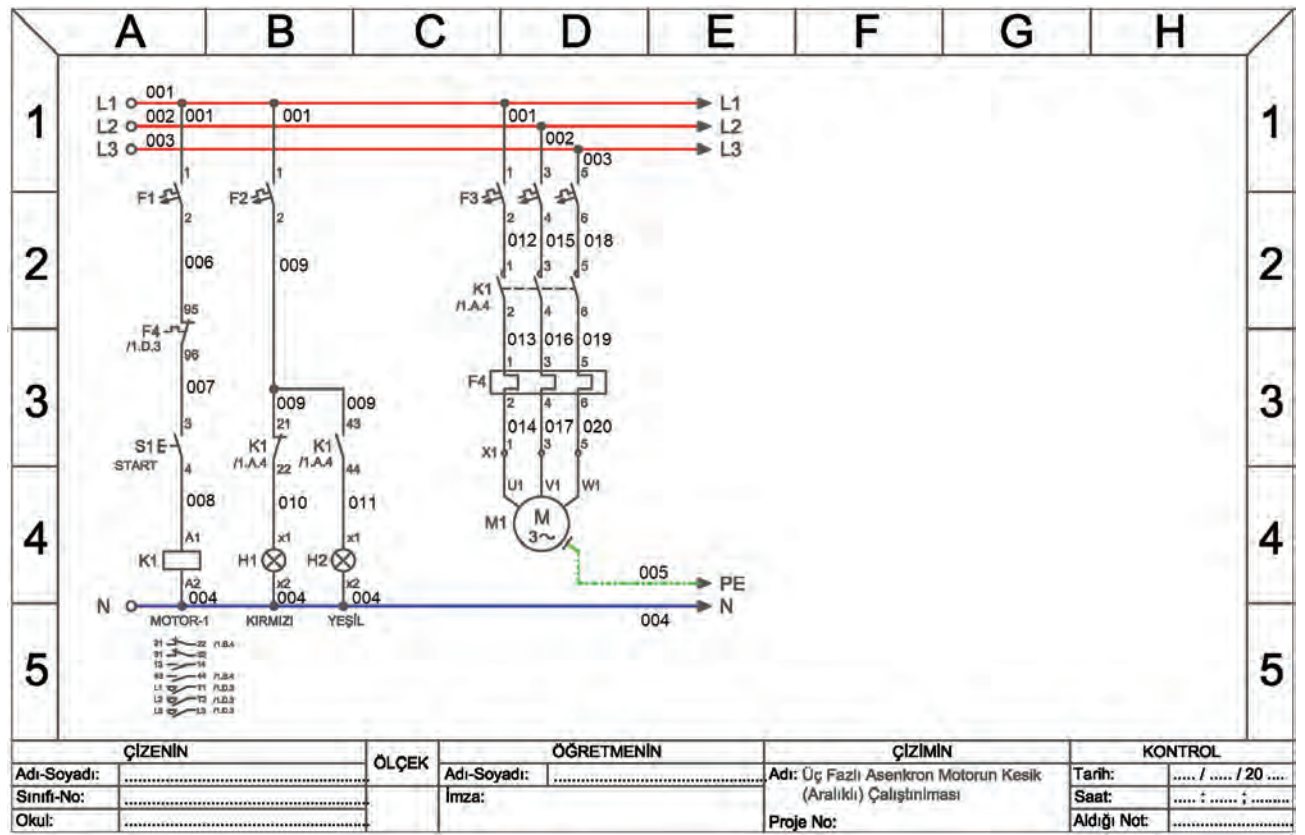
Tablo 8.5: Panolarda Kullanılan Elemanlara Atanan Harfler

ELEMAN HARFİ	ELEMAN
A	Şebeke filtre elemanları
B	Bataryalar
C	Kondansatörler
E	Pano içi aydınlatma ve ısıtma elemanları
F	Sigorta ve aşırı akım rölesi gibi koruma elemanları
G	Köprü diyot
H	Sinyal lambaları ve ikaz elemanları
K	Kontaktör ve röleler
L	Bobin sargıları
M	Motorlar
P	Ölçü aletleri
Q	Termik manyetik şalter, motor koruma şalteri
R	Direnç, potansiyometre vb.
S	Butonlar, paket şalterler vb.
T	Transformatörler
V	Diyotlar
X	Klemens ve soketler

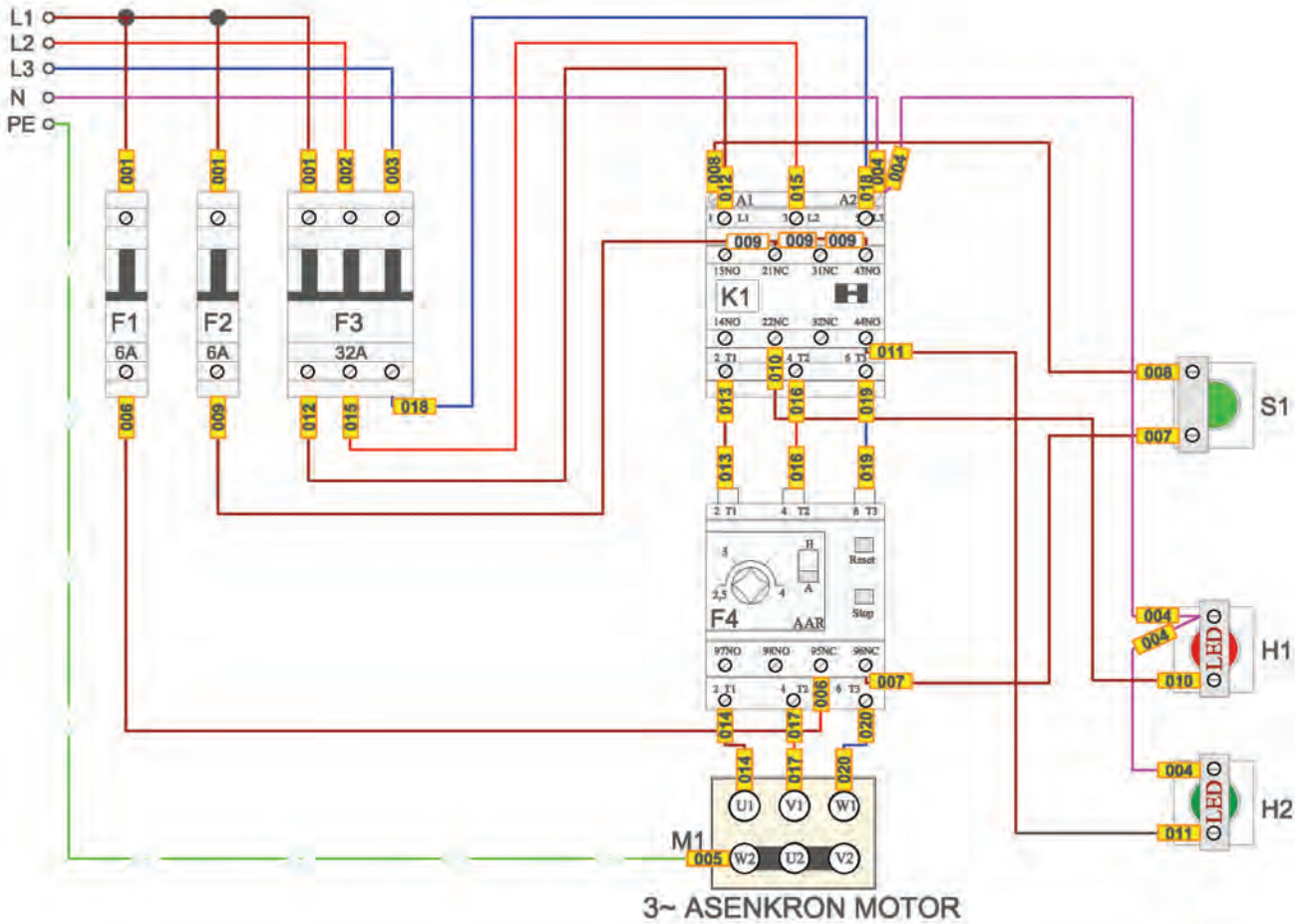
Devre şemasında eleman kontakları, bobinlerinin koordinatlarına göre isimlendirilir. Bobinlerin bulunduğu satır ve sütunlara göre koordinatları yanına yazılır. Örneğin aşırı akım rölesi kumanda kontağının koordinatları **/1.D.3** olarak belirtilmiştir. Burada **"1"** konumu, **"D."** sayfa, **"D."** sütun ve **"3"** ise satırı gösterir. Şemanın altında da kontaktörün kontakları ve konumu verilir (Görsel 8.6).

Kabloların Numaralandırılması: Kablo numaralandırılmasında farklı yöntemler olmakla birlikte ardışık artan rakamlar kullanmak basit devreler için yeterlidir. Bu yöntemde fazlar (L1-L2-L3) (001-002-003), nötr (N) (004) ve toprak (PE) (005) olarak numaralandırılır. Daha sonra kumanda devresinden başlanarak ekler arasında kalan kablolar ardışık olarak bir artırılarak numaralandırılır (Görsel 8.7).

Klemenslerin Numaralandırılması: Klemensler genelde rakamlarla ardışık numaralandırılır. Gruplara ayrılmışsa X1, X2 şeklinde etiketlenir. Ancak bağlanan kablonun L1, L2, L3, N, PE gibi kodlamasıyla etiketlenmesi gibi farklı uygulamalar da söz konusudur.



GörSEL 8.6: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma devresinin numaralandırılması



GörSEL 8.7: Pano bağlantı şemasında numaralandırmanın gösterilmesi

8.1.13. Kabloların Cihazlara Bağlantısı

Pano içinde her türlü cihaz bağlantıları iş güvenliği ve montaj kolaylığı açısından klemenslerle yapılır. Kabloları birbirine bağlamaya yarayan ekleme elemanlarına **klemens** denir. Elektrik devrelerinde kullanılan değişik tip ve özellikte pek çok klemens çeşidi vardır. Panolarda bağlantı ve kullanım kolaylığı bakımından ray klemensler kullanılır.

8.1.13.1. Ray Klemensler

Pano raylarına takılabilen klemenslere **ray klemens** denir. Ray klemenslerin içi vidalı veya yaylı, dışı ise yalıtkan plastikten oluşur. Bu sebeple güvenli bir izolasyon ve düzenli bir bağlantı sağlar (Görsel 8.8).



Görsel 8.8: Ray klemensler

8.1.13.2. Ray Klemens Çeşitleri

Kullanıldıkları Yere Göre Klemens Çeşitleri

- **Geçiş Klemensleri:** Faz ve nötr geçişlerinin sağlandığı klemenslerdir.
- **Yüksek Akım Klemensleri:** Yüksek akımlı ve kalın kesitli iletkenlerin bağlandığı klemenslerdir.
- **Sigortalı Klemensler:** İçlerine cam sigorta takılabilen klemenslerdir.
- **Topraklama Klemensleri:** Topraklama iletkenlerinin bağlandığı sarı-yeşil renkli klemenslerdir.
- **Ayırma-Birleştirme Klemensleri:** Enerji altında bağlantı kablolarını sökmeden işlem yapılabilmesini sağlayan klemenslerdir. Genellikle ölçme devrelerinde kullanılır.

Bağlantı Şekline Göre Klemens Çeşitleri

- **Vidalı Klemensler:** Kablo bağlantısının vidayla yapıldığı ve en çok kullanılan klemenslerdir.
- **Yaylı Klemensler:** Kablo bağlantısının yay baskısıyla yapıldığı klemenslerdir. Bağlantı için yay tornavidayla açılıp kablo klemens yuvasına sokulur. Tornavida çekildiğinde kablo yayla sıkıştırılır.
- **Yay Baskılı (Push-in) Klemensler:** Yaylı klemenslerle aynı şekilde çalışır. Farkı kablonun klemens yuvasına tornavida olmadan doğrudan takılabilmesidir.
- **Cıvatalı Klemensler:** Kablo bağlantısının cıvatayla yapıldığı klemenslerdir. Pabuçlu iletkenlerle bağlantı yapılabilir. Özellikle sarsıntılı yerler için uygundur.
- **Hızlı Bağlantılı Klemensler:** Kablonun ucunu açmadan bağlantının yapıldığı klemenslerdir. Kablo klemens yuvasına takılarak tornavidayla döner kol çevrilir ve dâhilî bıçakla izolasyon kesilir. Düşük kesitli kablolar için uygundur.

8.1.13.3. Klemenslerde Kullanılan Aksesuarlar

Klemens bağlantısında ve montajında kolaylık sağlamak amacıyla pek çok aksesuar kullanılır. En çok kullanılan aksesuarlar aşağıda verilmiştir.

Köprüler: Klemensler arası bağlantı kolaylığı sağlamak amacıyla kullanılan elemanlardır. Klemenslerin kendi içinde veya farklı şekillerde kısa devre edilmesinde kullanılır. Tarak köprü ve vidalı köprü gibi çeşitleri vardır.

Nihayet Plakası: Klemenslerin yan yana diziliminden sonra açıkta kalan klemens yüzeyinin kapatılması için kullanılan plakadır.

Ayırma Plakası: Farklı klemens gruplarını birbirinden ayırmak için klemens aralarına konulan plakadır.

Durdurucu: Klemenslerin rayda kaymasını önlemek amacıyla kullanılan elemandır.

Test Fişleri: Klemenslerden geçen akım, gerilim gibi elektriksel büyüklüklerin ölçülmesini sağlayan fişlerdir.

Etiketler: Klemenslerin çeşitli amaçlarla işaretlenmesi için kullanılan etiketlerdir.

8.1.13.4. Klemens Seçimi ve Klemensin Montajı

Klemens seçiminde en önemli husus klemense bağlantısı yapılacak kablo kesitidir. Kablonun klemens yuvalarına tam oturması gerekir. Aynı şekilde bağlantı tipi ve akım taşıma kapasitesi de önemli ölçütlerdir. Klemensler genellikle panonun alt kısmına monte edilir. Ancak enerji girişine göre üste de monte edilebilir. Pano içinde devre elemanlarının bağlantıları tamamlandıktan sonra numaralandırmalar dikkate alınarak kablolar klemenslere bağlanır.

8.1.14. Kabloların Kablo Bağı ve Spiralle Düzenlenmesi

Pano içine ve dışına kablolama yapıldıktan sonra kabloların düzenlenmesi gerekir. Estetik açıdan düzgün görünmesi, arızalı kabloların daha kolay tespit edilmesi ve ısınmanın en aza indirilmesi bakımından kablolar, kablo bağı ve spiralle düzenlenir.

Kablo bağları uygun aralıklarla kabloları takılarak düzgün bir görünüm sağlanır. 100 mm ile 1220 mm boy aralığındadır. Naylon malzemeden yapılır. Spiraller panoların hareketli kısımlarında, özellikle kapılardaki kabloların düzgün görünmesini sağlamak ve zarar görmesini önlemek amacıyla kullanılır.

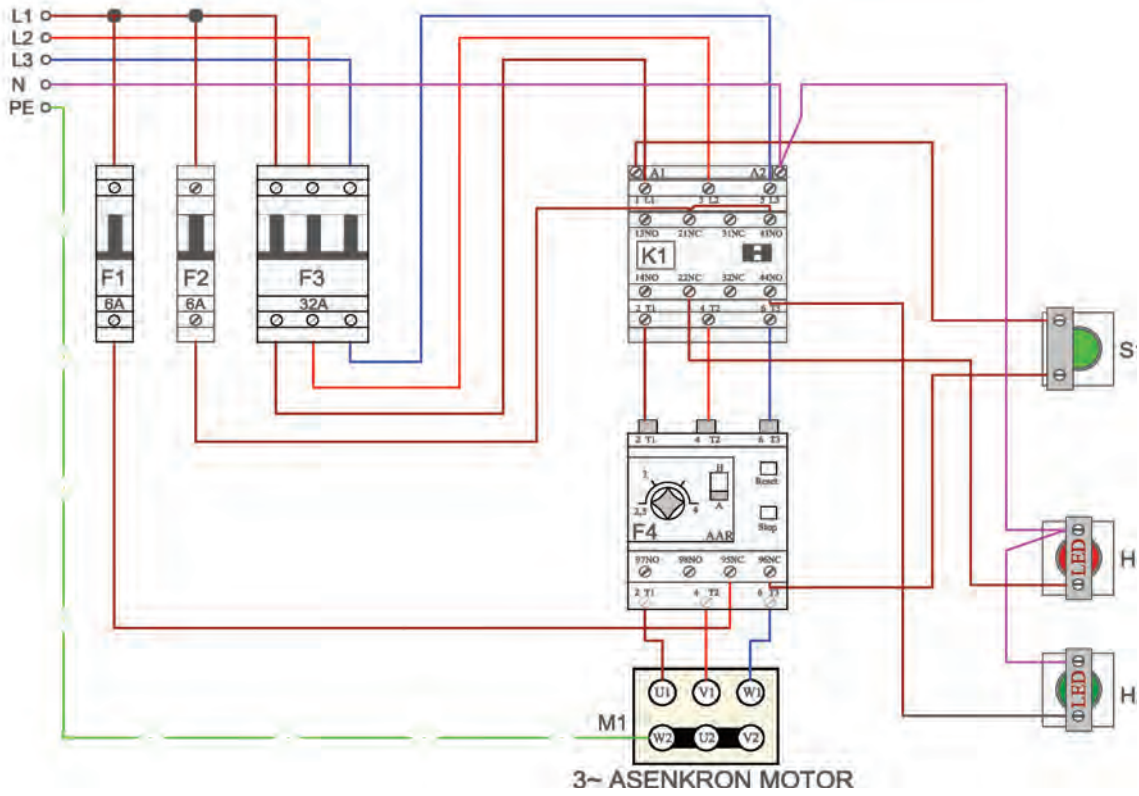
8.1.15. Pano Testleri

Panolarda tüm işlemler bitirdikten sonra enerji vermeden önce izolasyon testleri yapılır. Bir yalıtkanın elektrik akımına karşı göstermiş olduğu dirence **izolasyon direnci (yalıtım direnci)** denir. İzolasyon testi, izolasyon direncinin ölçümüdür.

Ölçüm için meger ölçü aleti kullanılır. Meger hem DC gerilim üreten hem hassas direnç ölçebilen bir cihazdır. Megerle ölçüm alanına DC gerilim uygulanır. Megerle izolasyon ölçümü yapılırken cihaz uygun kademeye alınır. Ölçülecek noktaya prob uçları dokundurulur. Bu esnada problara ve iletken kısımlara temas edilmemelidir. Test butonuna basılarak ölçüm gerçekleştirilir. Ölçüm sonucunun istenen değerlerde olup olmadığı kontrol edilir. $M\Omega$ seviyelerinde direnç okunuyorsa izolasyon iyidir. Küçük dirençlerde devrede yalıtım problemi olduğu anlaşılır.

İzolasyon ölçümü fazlar arasında, faz-nötr arasında ve faz-toprak arasında yapılır. Uygulanan gerilim, anma geriliminin yaklaşık iki katıdır. Ölçülen direncin, uygulanan gerilimin 1000 katı çıkması izolasyonun normal olduğunu gösterir. Örneğin, uygulanan gerilim 250 V ise direnç değeri $0,25 M\Omega$, 500 V ise $0,5 M\Omega$ ve 1 kV ise $1 M\Omega$ olmalıdır. Düşük değerlerde direnç okunması hâlinde yalıtım problemi aranmalıdır.

Hâlihazırda çalışan bir pano üzerinde ölçüm yapılacaksa ölçüme başlamadan önce pano çıkışlarının panodan ayrılması gerekir. Çünkü ölçüm esnasında megerin ürettiği yüksek gerilim panoya bağlı elektronik cihazlara zarar verebilir.



Görsel 8.10: Üç fazlı asenkron motorun kesik çalışma pano bağlantısının şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kalem	HB veya 2B özellikte	1 adet
A4 kâğıdı	Antetli veya düz	2 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet
Cetvel ve gönye		1 adet
Daire şablonu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

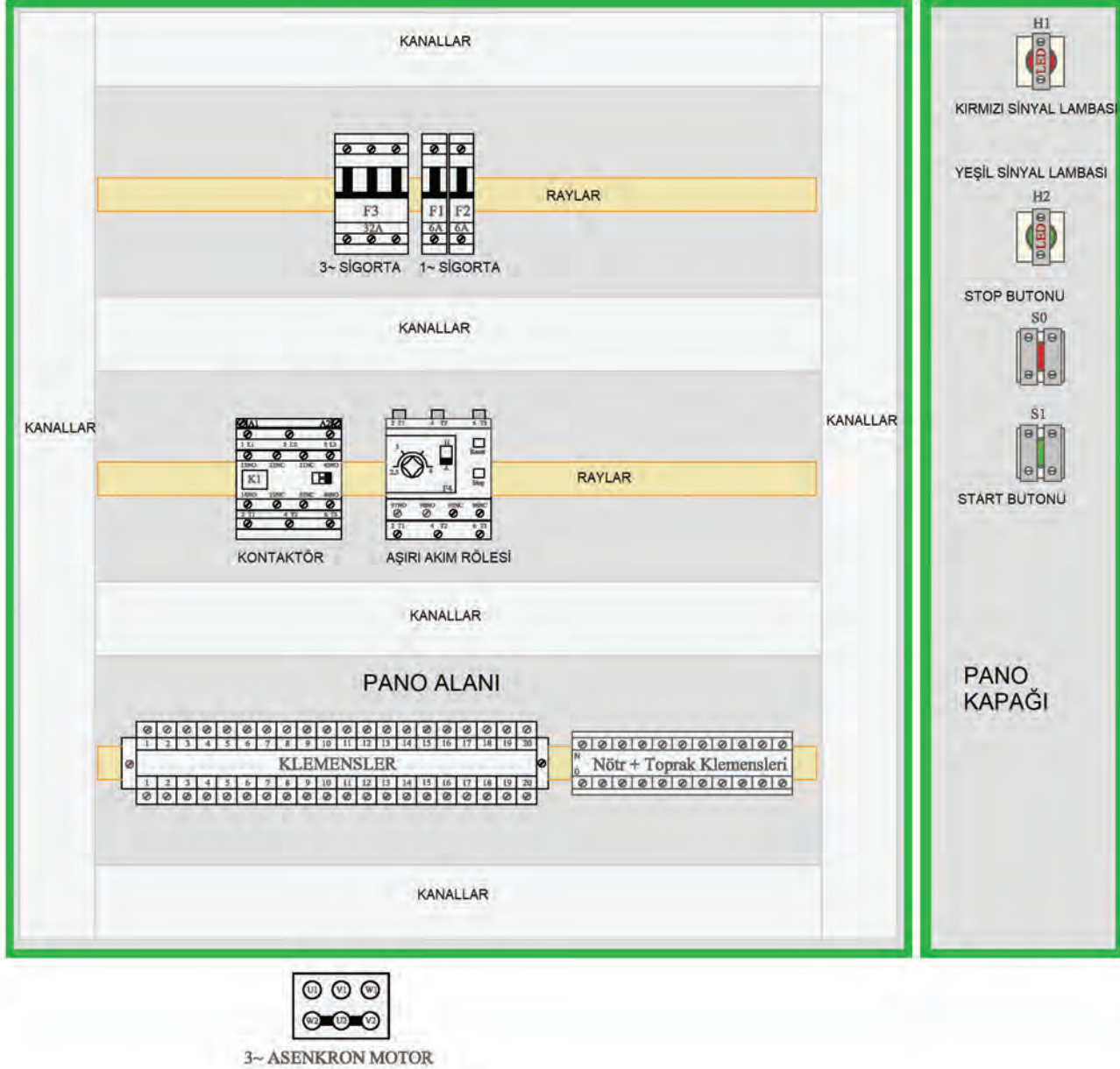
1. Görsel 8.9'da verilen kumanda ve güç devresi şemasını teknik resim kurallarına uygun olarak A4 kâğıdına çiziniz.
2. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
3. Görsel 8.10'da verilen pano bağlantı şemasını teknik resim kurallarına uygun olarak A4 kâğıdına çiziniz.
4. Numaralandırma işlemlerini yapınız.

**SORU**

1. Çizim işleminde teknik resim kurallarına uymanın önemini açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Devre şemasının çizimi	25	
Numarası :	2	Pano bağlantı şemasının çizimi	25	
ÖĞRETMEN	3	Numaralandırma işlemlerinin yapılması	25	
	4	Şemanın teknik resim kurallarına uygunluğu	25	
Adı-Soyadı :	TOPLAM PUAN		100	
İmza :				

AMAÇ: Pano içi kablo kanallarını, raylarını ve pano elemanlarını monte etmek.



Görsel 8.11: Pano elemanlarının yerleşimi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	Üç fazlı otomatik sigorta 3xC32 A	1 adet
Otomatik sigorta	Bir fazlı otomatik sigorta B6 A	2 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Montaj elemanları	Şerit metre, demir el testeresi, mengene, ege, asetat kalem, vida, izole bant, pense, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo kanallarının ölçülerini alarak demir testeresiyle kablo kanallarını kesiniz (Görsel 8.11).
2. Taşıyıcı rayların ölçülerini alarak demir testeresiyle taşıyıcı rayları kesiniz.
3. Kablo kanallarını ve rayları montaj alanına ölçü sınırları içinde yerleştirerek vidalayınız.
4. Görsel 8.11'deki pano şemasına göre pano elemanlarını ve klemensleri taşıyıcı raylar üzerine yerleştiriniz.
5. Sinyal lambalarını ve butonları monte ediniz.
6. Kablo kanalının, rayın, pano elemanlarının ve klemenslerin montajının sağlamlığını kontrol ediniz.

**SORU**

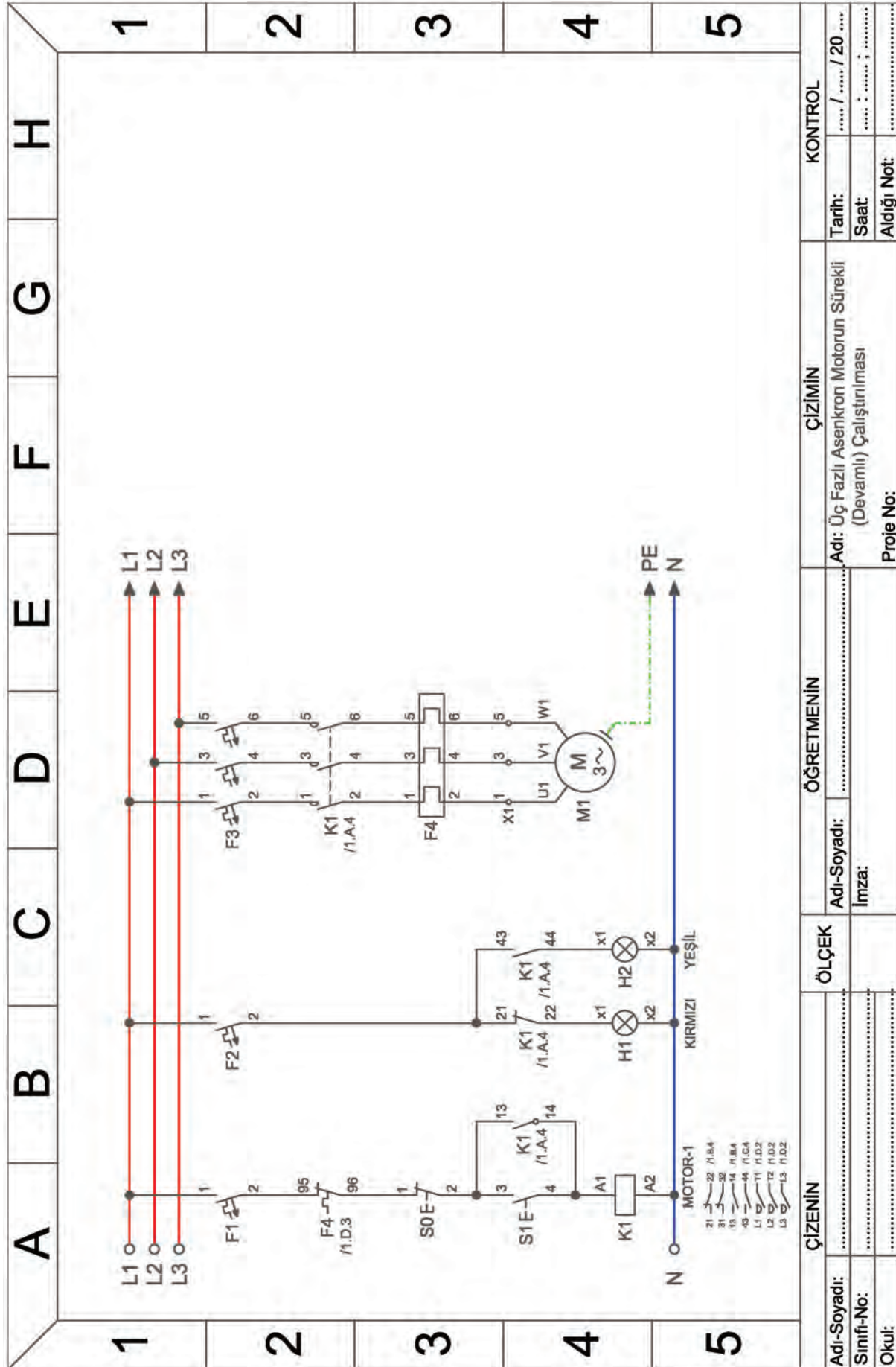
1. Kanal ve ray montajında dikkat edilecek hususları yazınız.



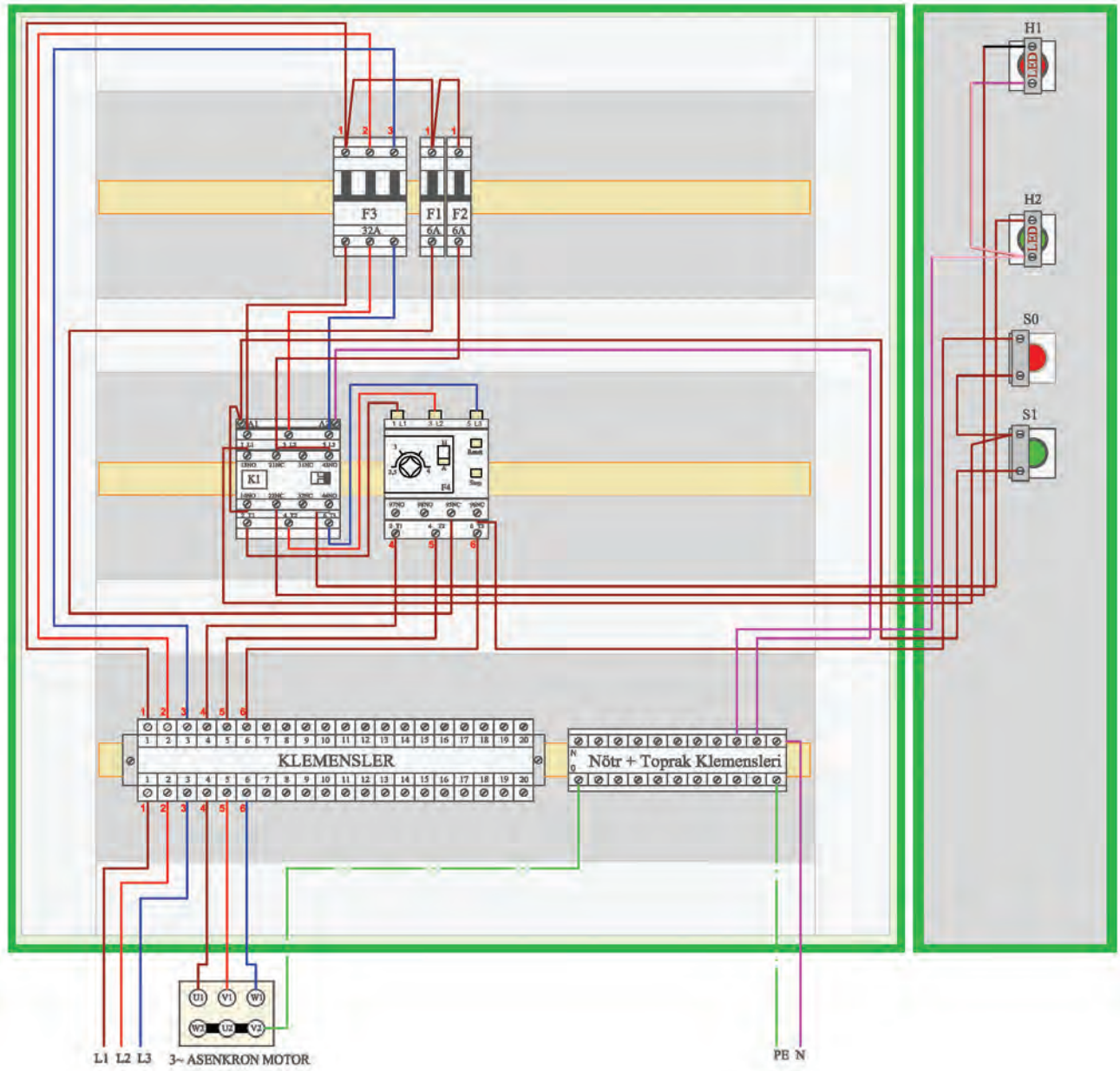
KOD=19625

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı—Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Kablo kanalının ve rayların kesilmesi	20	
Numarası	:	2	Kablo kanalının montajı	20	
ÖĞRETMEN		3	Rayın montajı	20	
Adı—Soyadı	:	4	Pano elemanlarının montajı	20	
İmza	:	5	Sinyal lambası ve butonların montajı	20	
		TOPLAM PUAN			100

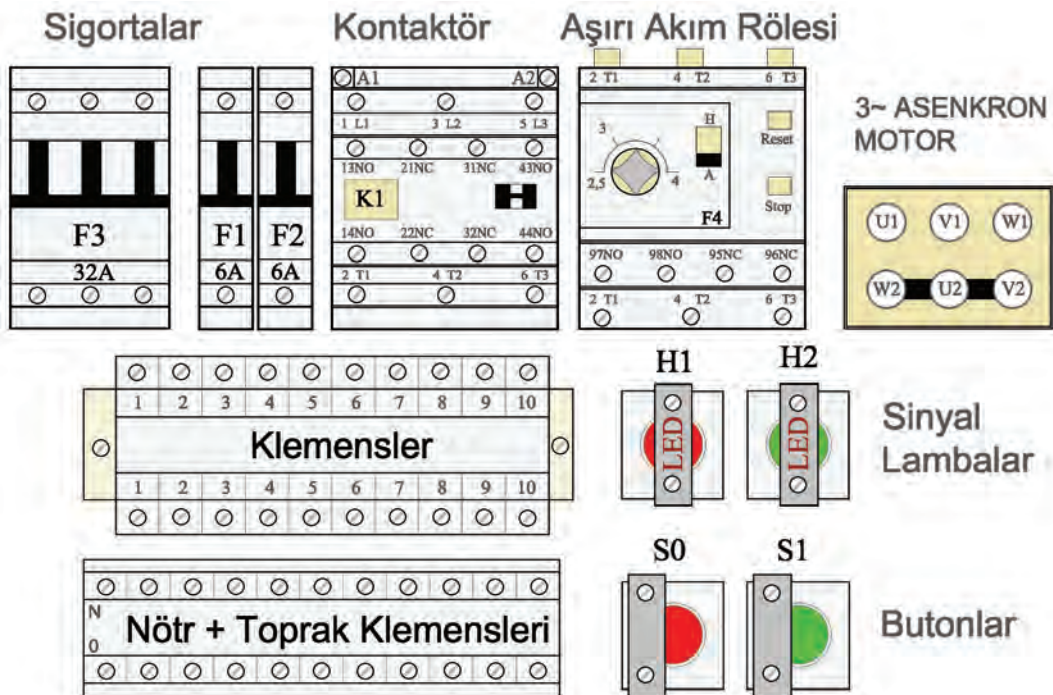
AMAÇ: Pano kablolarına pabuç takmak ve kabloların elemanlara bağlantısını yapmak.



Görsel 8.12: Üç fazlı asenkron motorun sürekli çalışma devresinin şeması



GörSEL 8.13: Pano elemanlarının yerleştirilmesi ve kablo bağlantıları



GörSEL 8.14: Devre elemanları

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	Üç fazlı otomatik sigorta 3xC32 A	1 adet
Otomatik sigorta	Bir fazlı otomatik sigorta B6 A	2 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	
Kablo pabuçu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı ve spirali		-
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 8.12'deki devre şemasını inceleyiniz.
2. Pano içi kabloların bağlantı ölçülerini alarak yan keskiyle kabloları kesiniz.
3. Kabloların uçlarını yan keski veya kablo soyma pensiyle uygun ölçüde açınız.
4. Kablo uçlarına bağlantı elemanına uygun kablo pabuçları takarak kablo sıkma pensiyle kabloları sıkınız.
5. Pano şemasına göre kabloları kanallara yerleştirerek elemanlara bağlantısını yapınız (Görsel 8.13).
6. Eleman ve kablo numaralandırma işlemlerini yapınız.
7. Kablo bağıyla kabloları bağlayıp gereken yerleri spiralleyiniz.
8. Kablo bağlantılarının sağlamlığını kontrol ediniz.

**SORU**

1. Kabloları pabuç takılması ve bağlantılar sırasında dikkat edilecek hususları yazınız



KOD=19626

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kabloların ölçüsünde kesilmesi	20	
Numarası :	2	Kabloların uçlarının ölçüsünde açılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kabloları uygun pabuç takılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Kabloların elemanlara bağlantısının yapılması	20	
İmza :	5	Kabloların bağlanması ve estetik olarak düzenmesi	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Pano izolasyon testlerini yapmak.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Monte edilmiş	1 adet
Meger	Analog veya dijital	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Megeri 500 V'a ayarlayınız.
2. Meger uçlarını L1 ve L2 fazlarına bağlayarak iki faz arası yalıtım direncini ölçünüz.
3. Yalıtım direnci 0,5 MΩ seviyelerindeyse diğer fazları da kontrol ediniz.
4. Megerle faz-nötr ve nötr-toprak izolasyon ölçümlerini de aynı şekilde yapınız.



SORU

1. Yalıtım direncinin düşük çıkmasının sebepleri neler olabilir? Açıklayınız.



KOD=19627

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Fazlar arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
Numarası :	2	Faz-nötr arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	3	Faz-toprak arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
	4	Nötr-toprak arası yalıtım direncinin ölçülmesi	20	
	5	Ölçümlerin değerlendirilmesi	20	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigorta	Üç fazlı otomatik sigorta 3xC32 A	1 adet
Otomatik sigorta	Bir fazlı otomatik sigorta B6 A	2 adet
Kontaktör	4 kW	1 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı ve yeşil	2 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	-
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı ,spirali ve etiket		-
Klemens	Ray klemens	-
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Ölçü aleti	Analog veya dijital	1 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 8.15'teki devre şemasına göre pano şemasını çiziniz.
2. Şemaya uygun olarak sigorta, kontaktör, AA rölesi ve klemensleri pano raylarına yerleştiriniz.
3. Kabloları bağlantı noktalarına göre ölçerek kesiniz.
4. Kablo uçlarına pabuç sıkınız.
5. Pano şemasına göre pano içi kablo bağlantılarını yapınız.
6. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
7. Zaman rölesini ayarlayınız.
8. Panoyu ölçü aletiyle test ediniz.
9. Öğretmen kontrolünde panoya enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
10. Üç fazlı motor bağlantılarını yapınız.
11. Öğretmen kontrolünde panoya enerji veriniz.
12. Start butonuna basarak asenkron motoru çalıştırınız ve yeşil sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
13. Ayarlanan sürenin sonunda motorun durduğunu ve kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
14. Pano içi bağlantıları ve cihaz kablo bağlantılarını dikkatlice sökünüz.
15. Pano elemanlarını da sökerek teslim ediniz.

**SORU**

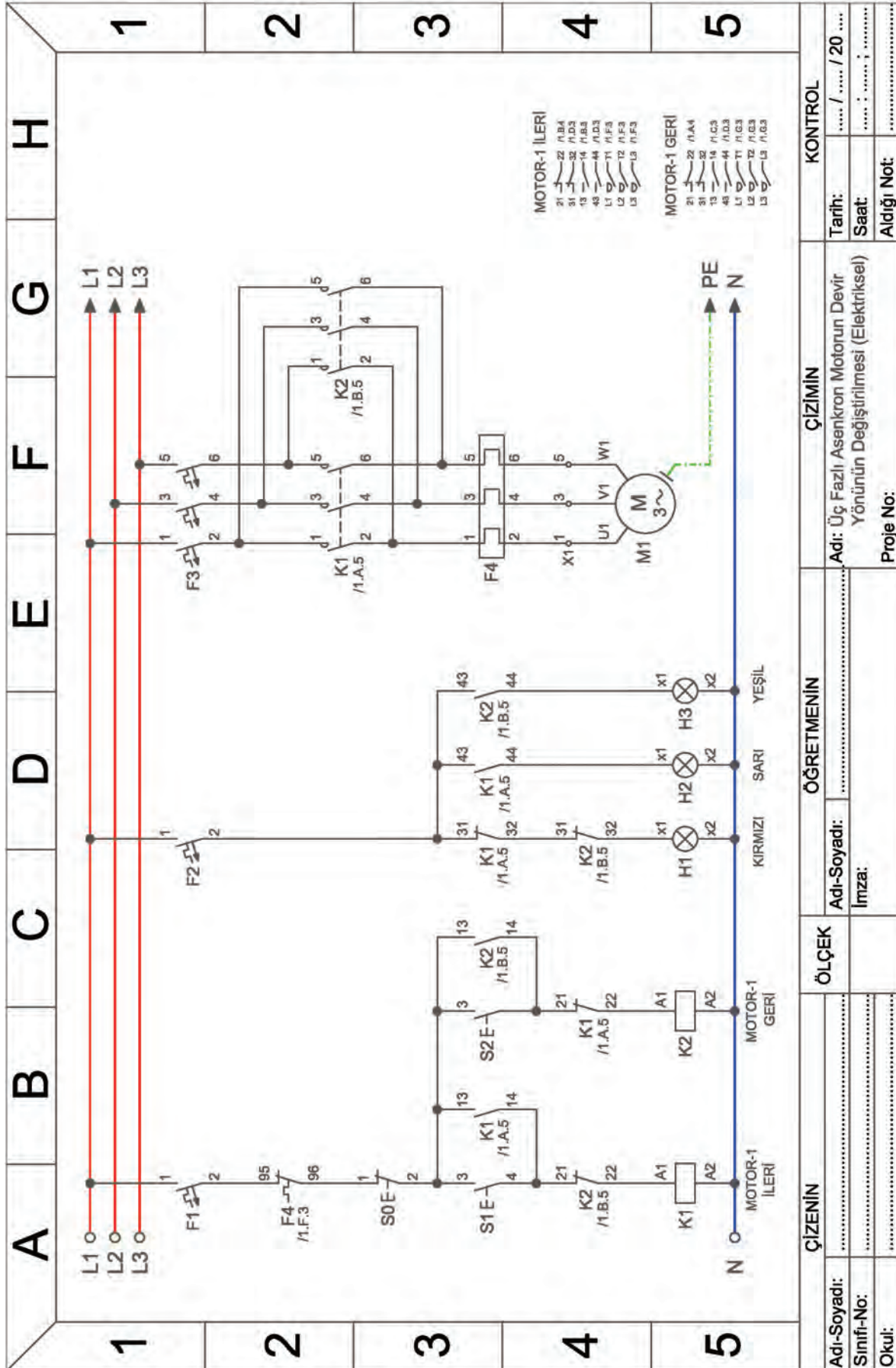
1. Kablo bağlantılarında klemenslerin önemini açıklayınız.



KOD=19628

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin kurulması	20	
Numarası :	2	Pano içi kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin doğru çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Eleman bağlantılarının yapılması	20	
İmza :	5	Devreye enerji verilerek devrenin çalıştırılması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun elektriksel kilitlemeli devir yönünün değiştirilmesi uygulamasını yapmak.



Görsel 8.16: Üç fazlı asenkron motorun elektriksel kilitlemeli devir yönünü değiştirme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigortalar	3xC32 A ve B6 A	3 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, yeşil ve sarı	3 adet
Buton	Start ve stop butonu	3 adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı, spirali ve etiket		-
Klemens	Ray klemens	
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Ölçü aleti	Analog veya dijital	1 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 8.16'daki şemaya göre pano şemasını çiziniz.
2. Şemaya uygun olarak sigorta, kontaktör, AA rölesi ve klemensleri pano raylarına yerleştiriniz.
3. Kabloları bağlantı noktalarına göre ölçerek kesiniz.
4. Kablo uçlarına kablo sıkma pensesiyle pabuç sıkınız.
5. Pano şemasına göre pano içi kablo bağlantılarını yapınız.
6. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
7. Ölçü aletiyle pano testlerini yapınız.
8. Öğretmen kontrolünde panoya enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
9. Üç fazlı motor bağlantılarını yapınız.
10. Öğretmen kontrolünde panoya enerji veriniz.
11. İleri butonuna basarak asenkron motoru çalıştırınız.
12. Bu esnada motorun ileri yönde döndüğünü ve yeşil sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
13. Stop butonuna basarak asenkron motoru durdurunuz ve kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
14. Geri butonuna basarak asenkron motoru çalıştırınız.
15. Bu esnada motorun geri yönde döndüğünü ve sarı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
16. Stop butonuna basarak asenkron motoru durdurunuz ve kırmızı sinyal lambasının yandığını gözlemleyiniz.
17. Pano içi bağlantıları ve cihaz kablo bağlantılarını dikkatlice sökünüz.
18. Pano elemanlarını da sökerek teslim ediniz.

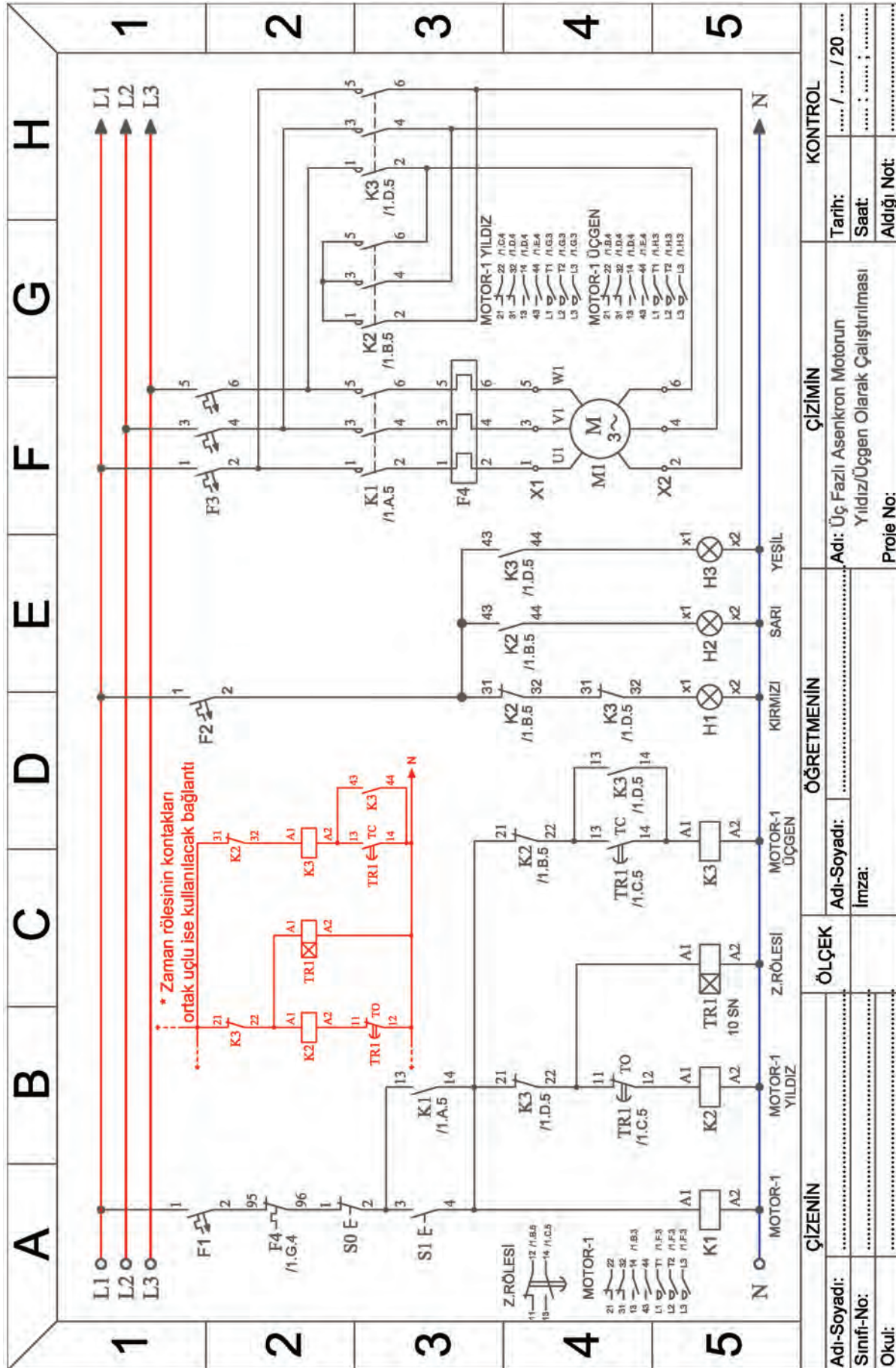


SORU

1. Kablo bağlantılarında numaralandırmanın önemini açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin kurulması	20	
Numarası :	2	Pano içi kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin doğru çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Asenkron motorun ileri yönde çalışması	20	
İmza :	5	Asenkron motorun geri yönde çalışması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız-üçgen yol verme uygulamasını yapmak.



Görsel 8.17: Üç fazlı asenkron motorun yıldız-üçgen yol verme devresi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kumanda panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Aşırı akım rölesi	2,5-4 A	1 adet
Otomatik sigortalar	3xC32 A ve B6 A	3 adet
Kontaktör	4 kW	3 adet
Zaman rölesi	Düz	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, yeşil ve sarı	3 adet
Start butonu	Ani temaslı	1 adet
Stop butonu	Ani temaslı	1 adet
Kablo	1,5 ve 2,5 mm ² NYAF	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal, iğne uçlu	-
Kablo bağı, spirali ve etiket		-
Klemens	Ray klemens	
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Ölçü aleti	Analog veya dijital	1 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, yan keski, kablo sıkma pensesi, şerit metre, izole bant	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 8.17'deki devre şemasına göre pano şemasını çiziniz.
2. Şemaya uygun olarak sigorta, kontaktör, röle ve klemensleri pano raylarına yerleştiriniz.
3. Kabloları bağlantı noktalarına göre ölçerek kesiniz.
4. Kablo uçlarına kablo sıkma pensesiyle pabuç sıkınız.
5. Pano şemasına göre pano içi kablo bağlantılarını yapınız.
6. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
7. Düz zaman rölesini ayarlayınız.
8. Ölçü aletiyle panoyu test ediniz.
9. Öğretmen kontrolünde panoya enerji vererek kumanda devresini çalıştırınız.
10. Üç fazlı motor bağlantılarını yapınız.
11. Öğretmen kontrolünde panoya enerji veriniz.
12. Start butonuna basınız ve motorun ayarlanan süre kadar yıldız çalıştığını gözlemleyiniz.
13. Ayarlanan sürenin sonunda motorun üçgen çalışmaya geçtiğini gözlemleyiniz.
14. Stop butonuna basarak asenkron motoru durdurunuz.
15. Enerjiyi keserek pano içi bağlantıları ve cihaz kablo bağlantılarını dikkatlice sökünüz.
16. Pano elemanlarını da sökerek teslim ediniz.

SORULAR

1. Zaman rölesi bağlantısında dikkat edilecek hususlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Panoyla çalışmada uyulması gereken iş güvenliği kuralları nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kumanda devresinin kurulması	20	
Numarası :	2	Pano içi kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kumanda devresinin doğru çalışması	20	
Adı-Soyadı :	4	Asenkron motorun yıldız çalışması	20	
İmza :	5	Asenkron motorun üçgen çalışması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

İLERİ-GERİ ÇALIŞAN ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA YILDIZ-ÜÇGEN YOL VERME

İki adet üç fazlı asenkron motor aşağıdaki şartlarda çalıştırılacaktır.

- Start butonuna basıldığında 1. motor çalışacaktır.
- 15 saniye sonra 1. motor duracak, 2. motor çalışacaktır.
- 10 saniye sonra 2. motor duracak, 1. motor çalışacaktır.
- Sistemin çalışması periyodik olarak sürecektir.
- Sistem aşırı akım röleleri ile korunacaktır.
- Stop butonuna basılınca ya da aşırı akım rölelerinden herhangi biri atınca sistem çalışmasını durduracaktır.

Verilenlere göre

1. Devrenin tasarımını yapınız.
2. Devre şemasını IEC normuna göre çiziniz.
3. Pano şemasını elemanlarıyla birlikte çiziniz.
4. Şema üzerinde numaralandırma işlemlerini yapınız.
5. Devrenin malzeme listesini oluşturunuz.
6. Elemanları pano şemasına göre monte ediniz.
7. Kabloları uygun ölçülerde kesiniz ve uçlarına pabuç çakınız.
8. Pano bağlantı şemasına göre kablo bağlantılarını yapınız.
9. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
10. Pano testlerini yapınız.
11. Kumanda devresini çalıştırınız.
12. Motor bağlantılarını yapınız.
13. Güç devresini çalıştırınız.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının IEC normuna uygun olarak çizilmesi	10	
2	Devre şemasında numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
3	Pano bağlantı şemasının çizilmesi	10	
4	Kablo kanalı, ray, klemens ve elemanların şemaya göre pano içine yerleştirilmesi	10	
5	Kabloları pabuç çakılması	10	
6	Elemanlar arası ve cihaz kablo bağlantılarının yapılması	10	
7	Numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
8	Panonun test edilmesi	10	
9	Kumanda devresinin çalıştırılması	10	
10	Güç devresinin çalıştırılması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

İLERİ VE GERİ YÖNDE ÇALIŞAN ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA YILDIZ-ÜÇGEN YOL VERME

1. Devrenin tasarımını yapınız.
2. Devre şemasını IEC normuna göre çiziniz.
3. Pano şemasını elemanlarıyla birlikte çiziniz.
4. Şema üzerinde numaralandırma işlemlerini yapınız.
5. Devrenin malzeme listesini oluşturunuz.
6. Elemanların pano şemasına göre montajını yapınız.
7. Kabloları uygun ölçülerde kesiniz ve uçlarına pabuç çakınız.
8. Pano bağlantı şemasına göre kablo bağlantılarını yapınız.
9. Numaralandırma işlemlerini yapınız.
10. Panoyu test ediniz.
11. Kumanda devresini çalıştırınız.
12. Motor bağlantılarını yapınız.
13. Güç devresini çalıştırınız.

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının IEC normuna uygun olarak çizilmesi	10	
2	Devre şemasında numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
3	Pano bağlantı şemasının çizilmesi	10	
4	Kablo kanalı, ray, klemens ve elemanların şemaya göre pano içine yerleştirilmesi	10	
5	Kablolar pabuç çakılması	10	
6	Elemanlar arası ve cihaz kablo bağlantılarının yapılması	10	
7	Numaralandırma işlemlerinin yapılması	10	
8	Panonun test edilmesi	10	
9	Kumanda devresinin çalıştırılması	10	
10	Güç devresinin çalıştırılması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Panolar genellikle elektriğin kullanıldığı alanın (konut, iş yeri, okul vb.) girişine yerleştirilir.
2. (...) Panoların küçük güçlü ve basit yapılı olanlarına elektrik tablosu denir.
3. (...) Kontrol edilecek alıcı gücü arttıkça pano boyutu küçülür.
4. (...) Demir testeresiyle kesim yapılırken ray mutlaka mengene yardımıyla sabitlenmelidir.
5. (...) Panolarda klemens olarak genellikle sıra klemensler kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Yüksek akımlı panolar mm kalınlıkta sacdan yapılır.
7. Pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza ve takip edilmesini sağlayan malzemeye denir.
8. Kaçak akım rölesinin kaçak akım eşiği mA'dir.
9. Asenkron motorların kumandasında serisi kontaktörler kullanılır.
10. Panolarda kullanılan kablo kesitleri iletkenden geçen değerine göre tespit edilir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Numaralandırmada kontaktörlere verilen harftir.	A	M
12.	()	Numaralandırmada sinyal lambalarına verilen harftir.	B	C
13.	()	Numaralandırmada motorlara verilen harftir.	C	F
14.	()	Numaralandırmada klemenslere verilen harftir.	D	R
15.	()	Numaralandırmada sigortalara verilen harftir.	E	H
			F	X
			G	K

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi pano çeşidi değildir?

- A) Sayaç B) Dağıtım C) Kompanzasyon D) Şantiye E) PCB

17. Aşağıdakilerden hangisi pano uygulamalarında genellikle kullanılan ray ölçüsüdür?

- A) 35x7,5 mm B) 35x15 mm C) 32x15 mm D) 15x5 mm E) 15x10 mm

18. Aşağıdakilerden hangisi sinyal lambası ve butonların montaj çap ölçüsüdür?

- A) 5 mm B) 11 mm C) 22 mm D) 33 mm E) 35 mm

19. Aşağıdakilerden hangisi klemens çeşidi değildir?

- A) Sigortalı B) Topraklama C) Yüksek akım D) Çatal E) Ayırma birleştirme

20. Aşağıdakilerden hangisi pano izolasyon testlerinde kullanılan ölçü aletidir?

- A) Ampermetre B) Meger C) Voltmetre D) Sayaç E) Wattmetre



ENDÜSTRİYEL SAYAÇLAR

9. ÖĞRENME BİRİMİ



KONU

9.1. SAYAÇ ENDEKSLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Endüstriyel sayaç endeksi okuma ve sayaç bağlantıları

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Sayaçlarla ilgili bildikleriniz nelerdir?

TEMEL KAVRAMLAR

Sayaç, kombi ve X5 sayaç, endeks, kWh, tarife, puant, zaman ve güç kodları

(T, T1, T2, T3, T4, 1.8.0, 1.8.1, 1.8.2, 1.8.3, 1.8.4, 5.8.0, 8.8.0).

9.1. SAYAÇ ENDEKSLERİ

Elektrik devrelerinde harcanan elektrik enerjisini ölçen ölçü aletlerine **sayaç** denir. Elektrik sayaçları güç ve bu gücün uygulandığı zamanı ölçer. Bir fazlı sayaçlar kWh cinsinden ölçüm yaparken üç fazlı sayaçlar bununla birlikte kVARh cinsinden de ölçüm yapabilir.

9.1.1. Endüstriyel Sayaçlar

Üç fazlı alternatif akım devrelerinde, harcanan elektrik enerjisini ölçen cihazlara **endüstriyel sayaç** denir. Mekanik ve elektronik çeşitleri olmakla birlikte günümüzde elektronik sayaçlar kullanılmaktadır. Üç fazlı sayaç üzerindeki elemanlar aşağıda verilmiştir (Görsel 9.1).

Endeks Ekranı: Endeksin gösterildiği LCD ekrandır.

Optik Port: Optik okuyucular yardımıyla endeksin okunduğu porttur.

Okuma Butonu: Farklı endeks değerlerinin endeks okuma ekranında gösterilmesini sağlayan butondur.

Bağlantı Klemensleri: Sayacın elektrik devresine bağlanmasını sağlayan klemenslerdir.



KOD=19633



Görsel 9.1: Üç fazlı sayaç

9.1.2. Endüstriyel Sayaç Çeşitleri

Üç fazlı endüstriyel sayaçların ölçtükleri güce ve bağlantı tipine göre çeşitleri aşağıda verilmiştir.

9.1.2.1. Ölçtükleri Güce Göre Endüstriyel Sayaçlar

Aktif Sayaçlar: Tüketilen aktif enerji miktarını ölçen sayaçlardır. Genellikle konut ya da küçük iş yerlerinde kullanılır.

Kombi (Aktif-Reaktif) Sayaçlar: Aktif ve reaktif enerji tüketimini ölçen sayaçlara **kombi sayaç** denir. Reaktif enerjinin, endüktif ve kapasitif olmak üzere yüke göre değişen iki tipi vardır. Motor ve transformatör gibi bobinli alıcılar endüktif alıcılar; kondansatör, UPS ve elektronik balast gibi alıcılar da kapasitif alıcılar. Reaktif enerji, bu alıcıların çalışması için gereklidir. Bu enerjinin yüksek olması kompanzasyon ihtiyacını doğurur. Belirli sınırlar aşıldığında cezai yaptırım oluşur. Bunun için reaktif enerjinin de ölçülmesi gerekir. Kombi sayaçlar genellikle fabrika, okul ve hastane gibi enerji harcaması yüksek olan yerlerde kullanılır.

9.1.2.2. Bağlantı Tipine Göre Endüstriyel Sayaçlar

Direkt Bağlı Sayaçlar: Devreye akım veya gerilim transformatörü olmadan direkt bağlanan sayaçlardır. Genellikle 100 A'e kadar üretilir. İki değişik bağlantı tipi vardır.

- **Üç Fazlı Üç Telli (Aron) Bağlantı:** Üç fazlı dengeli yüklerin çektiği enerjinin ölçüldüğü sistemlerde kullanılan bağlantıdır.
- **Üç Fazlı Dört Telli Bağlantı:** Üç fazlı dengesiz yüklerin çektiği enerjinin ölçüldüğü sistemlerde kullanılan bağlantıdır. Bu bağlantıda her fazın enerjisi ayrı ayrı ölçülüp toplam tüketim hesaplanır.

X5 Sayaçlar: Devreye akım veya gerilim transformatörü ile birlikte bağlanan sayaçlara **X5 sayaç** denir. 100 A ve üzeri akımlı devrelerde kullanılır. Çeşitleri aşağıda verilmiştir.

- **AG (Alçak Gerilim) X5 Sayaç:** Devreye akım transformatörü ile bağlanan sayaçlardır.
- **OG (Orta Gerilim) X5 Sayaç:** Devreye bağlantısında hem akım hem gerilim transformatörlerinin kullanıldığı sayaçlardır.

9.1.3. Endüstriyel Sayaç Endeksi

Sayaçlar kullanıma bağlı olarak ölçtükleri tüketim değerlerini LCD ekranda gösterir. Buna **endeks** denir. Endeks değerleri sıfırlanmadan mevcut değere ilave edilerek devam eder. Bu sebeple sayaçlar toplamalı tip ölçü aleti sınıfında yer alır. Böylece faturalandırmaya esas ilk ve son endeks olmak üzere iki değer ortaya çıkar. Bu endeksler, tüketimin ölçülmek istendiği zaman aralığının başında ve sonunda sayaçta okunan tüketim değerleridir. Aylık fatura hesaplanırken bir önceki faturanın kesildiği tarihte sayaçta okunan tüketim değeri ilk endeks, bir sonraki fatura kesim tarihinde okunan değer son endekstir. Bu zaman dilimindeki tüketimi bulmak için son endeks değerinden ilk endeks değeri çıkarılır.

$$\text{Tüketim Miktarı (kWh / kVARh)} = \text{Son Endeks Değeri} - \text{İlk Endeks Değeri}$$

Not: Sayaçtan ilk ve son endeks için değer okunurken nokta veya virgülle ayrılan kùsurat hesaba katılmaz. Sadece nokta veya virgüle kadar olan rakamlar not edilir.

9.1.4. Sayaç Endeksinin Okunması

Sayaç endeks okuma işlemleri el terminalleri veya port okuyucular ile yapılır. El terminali, optik port aracılığıyla sayaçtan gerekli verileri alır ve faturalandırma işlemini gerçekleştirir. Faturalandırmaya esas iki tarife seçeneği bulunmaktadır. Abone bu tarifelerden birisini seçer ve faturalandırma bu tarifeye göre yapılır. Bu seçenekler aşağıda verilmiştir.

Tek Zamanlı Tarife: Günün her saati için aynı elektrik ücretlendirmesinin yapıldığı tarife çeşididir. Faturalandırma fiyatı sabittir ve tüketim T değeri üzerinden ölçülür. Elektrik dağıtım şirketinden talep edilmediği sürece bu tarife geçerlidir. Genellikle konutlarda kullanılır.

Üç Zamanlı Tarife: Günün belirli saatlerinde farklı elektrik ücretlendirmesinin yapıldığı tarife çeşididir. Bu tarife gündüz, puant ve gece olmak üzere üçe ayrılır. Tüketim bu değerlerden ayrı ayrı ölçülür ve her zaman dilimi için farklı fiyat uygulanır. Bu tarifiede enerjinin en ucuz olduğu zaman gece (yaklaşık %50 indirimli) ve en pahalı olduğu zaman en çok tüketimin gerçekleştiği puant (yaklaşık %50 pahalı) zamanıdır. Gündüz ise yaklaşık %5 daha indirimlidir.

Endeks bilgileri kodlama şeklinde sayaç üzerinde belirtilir. Okuma butonu ile kodlar arasında geçiş yapılarak tüm endeks değerleri görülebilir. Bu kodlama ve açıklamaları Tablo 9.1'de verilmiştir.

Tablo 9.1: Sayaç Üzerindeki Zaman ve Güç Kodları

ZAMAN KODU	GÜÇ KODU	ZAMAN ARALIĞI	TARİFE	AÇIKLAMA	FİYAT
T1	1.8.1	06.00-17.00	Gündüz	Aktif tüketim	Normal
T2	1.8.2	17.00-22.00	Puant (akşam)	Aktif tüketim	Pahalı
T3	1.8.3	22.00-06.00	Gece	Aktif tüketim	İndirimli
T4	1.8.4	Kullanılmıyor (yedek tarife)			
T	1.8.0	Tüm Zamanlar	Toplam aktif tüketim (T1+T2+T3)		
	5.8.0		Toplam endüktif reaktif tüketim (kVARh)		
	8.8.0		Toplam kapasitif reaktif tüketim (kVARh)		

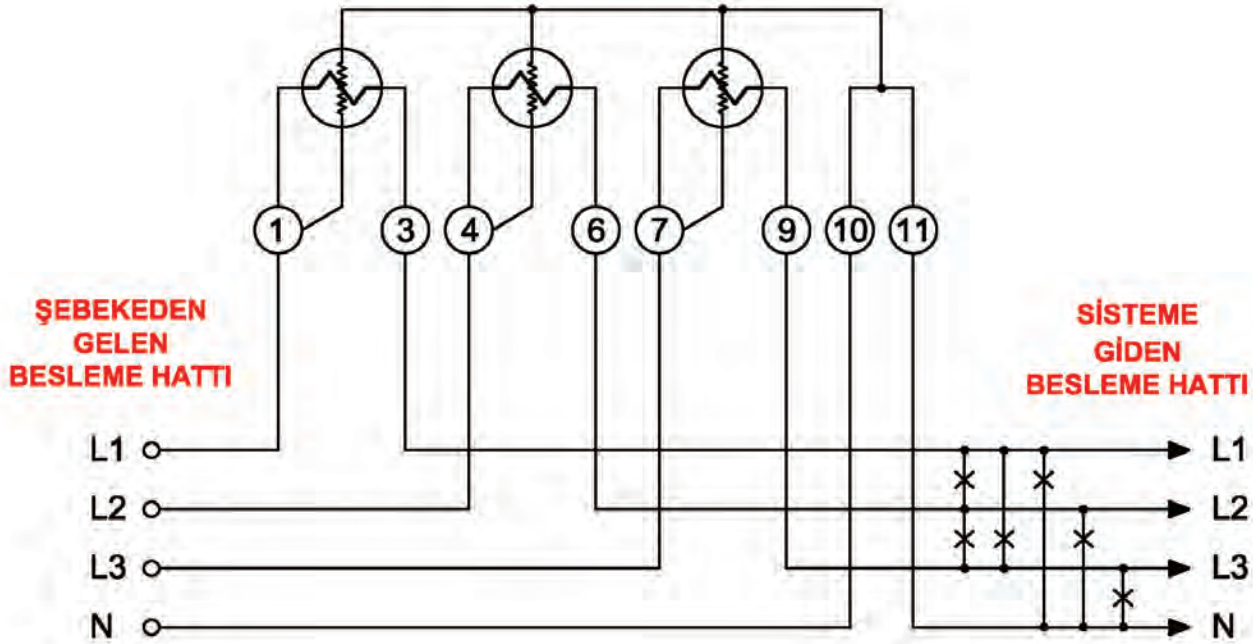
Bazı sayaçlarda demand (P) değer ifadesi bulunur. Bu değer, herhangi bir anda çekilen en fazla enerji miktarını gösterir. T4 zamanı, tarife değişimleri veya dördüncü bir tarifenin uygulanması hâlinde yedek bir gösterge olarak ayarlanma imkânı verir. Şu anda kullanılmamaktadır ve faturalara yansımaz. Görsel 9.2'de üç fazlı sayaç endeksleri verilmiştir.



Görsel 9.2: Üç fazlı sayaç endeksleri

AMAÇ: Üç fazlı aktif sayaç bağlantısını yapmak.

DEVRE SEMASI



Görsel 9.3: Üç fazlı aktif sayaç bağlantısı

TEORİK BİLGİ

Sayaçlar, 1-11 arası klemens bağlantı uçlarına sahiptir. Bu klemenslerin 2-5-8 No.lu bağlantı uçları sayaç içinde 1-4-7 No.lu klemenslere köprülenmiştir. Her klemens çiftine (1-3, 4-6, 7-9, 10-11) giriş ve çıkış uçları sırasıyla bağlanır. Örneğin L1 fazı 1 numaralı giriş klemensine bağlanır ve 3 numaralı çıkış klemensinden çıkarılarak alıcıların bulunduğu sisteme yönlendirilir. Bağlantı yapılırken faz sıralaması, nötr sırası ve giriş çıkış sıralamalarının doğru yapılmasına dikkat edilmelidir. Yanlış bağlantıda sayaç LCD ekranında hata ışığı yanıp sönecektir.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x40A	1 adet
Sayaç	Üç fazlı aktif elektronik elektrik sayacı	1 adet
Lamba grubu	Akkor flamanlı üçlü grup	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Lamba grubunun sağlamlığını kontrol ediniz.
3. L1 fazını sayacın 1 numaralı giriş klemensine bağlayınız.
4. Aynı şekilde L2 ve L3 fazlarını sayacın 4 ve 7 numaralı giriş klemenslerine bağlayınız.
5. Nötr hattını sayacın 10 numaralı giriş klemensine bağlayınız.
6. Sayacın 3, 6 ve 9 numaralı çıkış klemens uçlarından alınan L1-L2-L3 fazları arasına faz-faz (L1-L2 / L2-L3 / L1-L3) lamba grubu bağlantılarını yapınız.
7. Sayacın 3, 6 ve 9 numaralı çıkış klemens uçlarından alınan L1-L2-L3 fazları ile sayacın 11 numaralı çıkış klemensinden alınan nötr hattı arasına faz-nötr (L1-N / L2-N / L3-N) lamba grubu bağlantılarını yapınız.

8. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
9. Tüm lambaların çalıştığını gözlemleyiniz.
10. Devrenin enerjisini kesiniz.
11. Malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.



SORULAR

1. Sayaç çeşitlerini yazınız.
2. Sayaç faz giriş ve çıkışları yanlış bağlanırsa sayaç çalışmaya devam eder mi?
3. Faz sıralaması yanlış olursa sayaç çalışır mı?
4. Üç fazlı aktif sayaç devre şemasını alıcı kısmına üç fazlı asenkron motor bağlayarak çiziniz.



KOD=19634

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Faz bağlantılarının doğru yapılması	20	
Numarası :	2	Nötr bağlantısının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Lamba bağlantılarının doğru yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Devrenin çalıştırılması	20	
İmza :	5	Devrenin yorumlanması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç fazlı aktif sayaç endekslerini okumak.

DEVRE ŞEMASI



KOD=19636



Görsel 9.4: Üç fazlı sayaç endeksinin okunması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x40A	1 adet
Sayaç	Aktif elektronik elektrik sayacı	1 adet
Lamba grubu	Akkor flamanlı üçlü grup	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Temrin 1'de (Görsel 9.3) verilen aktif sayaç bağlantısını gerçekleştiriniz.
2. Okuma butonuna basarak T1 değerini Tablo 9.2'deki ilk endeks hanesine kaydediniz.
3. Okuma butonuna aralıklarla basarak T2, T3 ve T aktif güç endekslerini alıp Tablo 9.2'deki ilk endeks hanesine kaydediniz.
4. Öğretmen kontrolünde sayaç devresine enerji vererek 5 dk. boyunca alıcıları çalıştırınız.
5. Okuma butonuna aralıklarla basarak T1, T2, T3 ve T aktif güç endekslerini alıp Tablo 9.2'deki son endeks hanesine kaydediniz.
6. Enerjiyi keserek uygulamaya son veriniz.
7. Tüketim miktarını hesaplayarak Tablo 9.2'deki tüketim hanesine kaydediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tablo 9.2: Üç Fazlı Aktif Sayaç Endeksleri

ENDEKS	T1	T2	T3	T
İlk Endeks				
Son Endeks				
Tüketim				



SORULAR

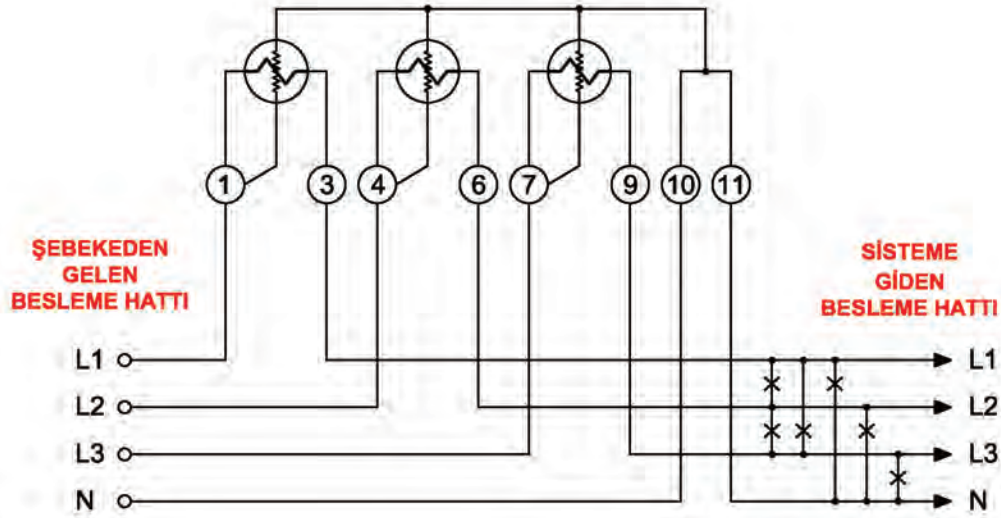
1. Endeks okurken dikkat edilecek hususlar nelerdir?
2. Okuduğunuz tarifelerdeki harcanan güç çeşitleri ve birimleri nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İlk endekslerin okunması	25	
Numarası :	2	Son endekslerin okunması	25	
ÖĞRETMEN	3	Tüketim miktarının hesaplanması	25	
Adı-Soyadı :	4	Tarife bilgilerinin açıklanması	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Üç fazlı aktif sayaç endekslerini okumak.

GİRİŞ: Hem aktif hem reaktif enerjiyi ölçebilen sayacılara **kombi sayaç** denir. Bu sayacılardan normal üç fazlı sayacılardan farkı reaktif enerji çeşitlerini ölçebilmesidir. Devreye normal üç fazlı sayaç gibi bağlanır. Endeks alınırken reaktif enerji değerleri de alınır.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 9.5: Üç fazlı kombi sayaç bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x40A	1 adet
Sayaç	Kombi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Lamba grubu	Akkor flamanlı üçlü grup	2 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kumanda kablolarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. Lamba grubunun sağlamlığını kontrol ediniz.
3. L1 fazını sayacın 1 numaralı giriş klemensine bağlayınız.
4. Aynı şekilde L2 ve L3 fazlarını sayacın 4 ve 7 numaralı giriş klemenslerine bağlayınız.
5. Nötr hattını sayacın 10 numaralı giriş klemensine bağlayınız.
6. Sayacın 3, 6 ve 9 numaralı çıkış klemens uçlarından alınan L1-L2-L3 fazları arasında faz-faz (L1-L2 / L2-L3 / L1-L3) lamba grubu bağlantılarını yapınız.
7. Sayacın 3, 6 ve 9 numaralı çıkış klemens uçlarından alınan L1-L2-L3 fazları ile sayacın 11 numaralı çıkış klemensinden alınan nötr hattı arasında faz-nötr (L1-N / L2-N / L3-N) lamba grubu bağlantılarını yapınız.
8. Okuma butonuna aralıklarla basarak 1.8.0, 1.8.1, 1.8.2, 1.8.3, 5.8.0 ve 8.8.0 ilk endeks değerlerini alıp Tablo 9.3'e kaydediniz.
9. Öğretmen kontrolünde sayaç devresine enerji vererek 5 dk. boyunca alıcıları çalıştırınız.
10. Tüm lambaların ve motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
11. Okuma butonuna aralıklarla basarak 1.8.0, 1.8.1, 1.8.2, 1.8.3, 5.8.0 ve 8.8.0 son endeks değerlerini alıp Tablo 9.3'e kaydediniz.
12. Devrenin enerjisini kesin.
13. Malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tablo 9.3: Kombi Sayaç Endeksleri

ENDEKS	1.8.0	1.8.1	1.8.2	1.8.3	5.8.0	8.8.0
İlk Endeks						
Son Endeks						
Tüketim						



SORULAR

1. Normal sayaç ile kombi sayaç arasındaki fark nedir?
2. Hangi tarife endekslerinde değişiklik oldu? Endeksi aynı kalan tarifelerde neden değişim olmamıştır? Açıklayınız.



KOD=19637

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Faz bağlantılarının doğru yapılması	20	
Numarası	:	2	Nötr bağlantısının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN		3	Devrenin çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı	:	4	Endekslerin okunması	20	
İmza	:	5	Devrenin yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN				100	

AMAÇ: X5 kombi sayaç bağlantısını yapmak.

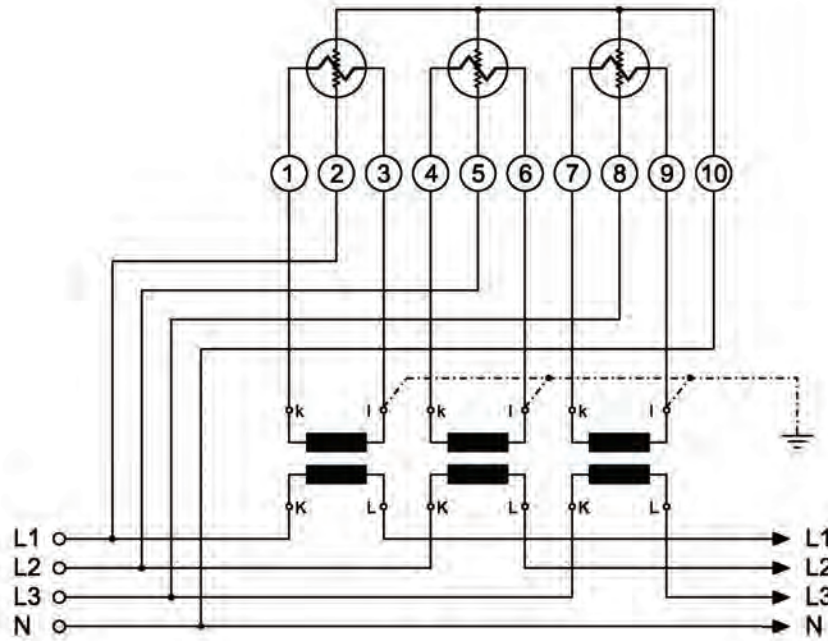
GİRİŞ: Devreye akım veya gerilim transformatörü ile birlikte bağlanan sayaçlara **X5 sayaç** denir. Yüksek akımlı devrelerde sayaçlar ölçü transformatörleri ile birlikte bağlanır. Ölçü transformatörleri hem akımı düşürür hem de yalıtım sağlar. Alçak gerilimlerde sadece akımın düşürülmesi gerektiği için akım transformatörü kullanılır. Transformatörün, sayacın ölçme sınırına uygun akımda olması gerekir.

Bu bağlantıda üç faz girişi (L1-L2-L3) sırasıyla (2-5-8) numaralı klemenslere bağlanır. Üç adet akım transformatörünün primer uçları (K-L veya P1-P2) hatta seri bağlanırken sekonder uçları (k-l veya S1-S2) ise (1-3), (4-6) ve (7-9) numaralı klemenslere bağlanır. Akım transformatörlerinin sekonder uçları topraklanarak sayacın zarar görmesi engellenir. Son olarak 10 numaralı klemense nötr ucu bağlanır.

Klemens olarak kesme ve ayırma klemensleri kullanılır. Bu klemenslerle iletkenler yerinden sökülmeden üzerinde bulunan ayırma mandalı sayesinde devrenin açma kapama işlemi yapılabilir. Test fişleri yerlerine takılarak klemensin her iki ucundaki değerler ölçülebilir. Akım transformatörlerinin sekonder uçları kısa devre edilerek sistemdeki ölçü aletleri değiştirilebilir.

Akım transformatörü primer sargısı dönüştürülecek akımın geçtiği sargıdır ve kalın telden az sipirlidir. Sekonder sargı ise ölçü aleti, sayaç, röle vb. cihazların akım devrelerini besleyen sargı olup ince telden çok sipirlidir. Akım transformatörlerine bağlanan elemanların iç dirençleri çok küçük olduğundan, transformatör kısa devre durumunda çalışır. Bu nedenle akım transformatörlerinin sekonderleri yüksüz bırakılmamalıdır. Sekonder yüksüz çalışırsa sargılar ısınır ve transformatör kısa sürede yanar.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 9.6: X5 kombi sayacın akım transformatörlü bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
W otomat sigorta	C 3x40A	1 adet
Üç fazlı sayaç	X5 Kombi	1 adet
Akım transformatörsu	20/5 A	3 adet
Asenkron motor	Üç fazlı	1 adet
Lamba grubu	Akkor flamanlı üçlü grup	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı kumanda kablosu veya 2,5 mm ² NYAF	-
AC gerilim kaynağı	Üç fazlı	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, kontrol kalemi vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak devre elemanlarının sağlamlığını ölçü aletiyle kontrol ediniz.
2. L1-L2 ve L3 fazlarını gerilim klemenslerinden geçerek sırasıyla 2-5-8 numaralı sayaç klemenslerine bağlayınız.
3. Nötr ucunu gerilim klemensinden geçerek 10 numaralı sayaç klemensine bağlayınız.
4. Akım transformatörlerinin primer uçlarının girişlerini (K uçları) besleme hattına sırasıyla bağlayınız.
5. Akım transformatörlerinin primer uçlarının çıkışlarını (L uçları) devre şemasına göre alıcılara bağlayınız.
6. Üç fazlı asenkron motoru devreye bağlayınız.
7. Akım transformatörlerinin S1 (k) sekonder uçlarını akım klemenslerinden geçerek sırayla sayacın 1, 4 ve 7 numaralı sayaç klemenslerine bağlayınız.
8. Akım transformatörlerinin S2 (l) sekonder çıkış uçlarını köprüleyerek topraklayınız. Köprülenen S2 sekonder uçlarını sayacın 3, 6 ve 9 No.lu uçlarına bağlayınız.
9. Öğretmen kontrolünde devreye enerji veriniz.
10. Okuma butonuna aralıklarla basarak 1.8.0, 1.8.1, 1.8.2, 1.8.3, 5.8.0 ve 8.8.0 ilk endeks değerlerini alıp Tablo 9.4'e kaydediniz.
11. Devreyi beş dakika boyunca çalıştırınız.
12. Sürenin sonunda yine okuma butonuna aralıklarla basarak son endeksleri alıp Tablo 9.4'e kaydediniz.
13. Devrenin enerjisini kesin.
14. Tüketim miktarını hesaplayarak Tablo 9.4'e kaydediniz.
15. Malzemeleri dikkatlice sökerek teslim ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tablo 9.4: X5 Kombi Sayaç Endeksleri

ENDEKS	1.8.0	1.8.1	1.8.2	1.8.3	5.8.0	8.8.0
İlk Endeks						
Son Endeks						
Tüketim						

SORULAR

1. Akım transformatörü nedir?
2. X5 sayaçlarda neden akım transformatörü kullanılır?
3. Akım transformatörü kullanımında dikkat edilecek hususlar nelerdir? Açıklayınız.



KOD=19638

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Faz bağlantılarının doğru yapılması	20	
Numarası :	2	Nötr bağlantısının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Devrenin çalıştırılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Endekslerin okunması	20	
İmza :	5	Devrenin yorumlanması	20	
TOPLAM PUAN			100	

100/5 AKIM TRAFOLU X5 KOMBİ SAYAÇ BAĞLANTISI

AMAÇ: 100/5 akım trafosu kullanarak X5 kombi sayaç bağlantısı yapmak.

İSTENENLER: 100/5 akım trafosuyla X5 kombi sayaç devreye bağlanacak ve enerji ölçümleri yapılacaktır. Sayaç bağlantı şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkartınız. 1.8.0, 5.8.0 ve 8.8.0 sayaç endekslerini okuyup tabloya kaydediniz.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

Tablo 9.5: Uygulama Faaliyeti X5 Kombi Sayaç Endeksleri

ENDEKS	1.8.0	5.8.0	8.8.0
İlk Endeks	00000	00000	00000
Son Endeks			
Tüketim			

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre şemasının çizilmesi	10	
2	Malzeme listesinin çıkartılması	10	
3	Sayaç akım uçlarının sayaca doğru bağlanması	10	
4	Akım trafosu bağlantılarının doğru yapılması	10	
5	Sayaç gerilim uçlarının sayaca doğru bağlanması	10	
6	Akım ve gerilim uçlarının ayırma ve birleştirme klemenslerine doğru bağlanması	10	
7	Sayaç endekslerinin doğru okunması	10	
8	Enerji tüketiminin hesaplanması	10	
9	Endekslerin tabloya kaydedilmesi	10	
10	Devrenin yorumlanması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Bazı sayaçlarda akım transformatörü kullanılır.
2. (...) Tüm sayaçlar her türlü gücü ölçebilir.
3. (...) Elektronik sayaçlar, farklı tarifeler üzerinden ücretlendirme yapabilir.
4. (...) Endeks değerleri her ay sıfırlanarak yeniden başlar.
5. (...) Direkt bağlı sayaçlar, 1-8 arası bağlantı uçlarına sahiptir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Kombi sayaçlar aktif ve enerji tüketim miktarını ölçebilir.
7. Günün her saati için aynı elektrik ücretlendirmesinin yapıldığı tarife zamanlı tarifiedir.
8. Herhangi bir anda çekilen en fazla enerji miktarına denir.
9. Akım transformatörlü sayaçlarda S2 sekonder uçları sayacın zarar görmesi engellenir.
10. Sayaçtan ilk ve son endeks değerleri okunurken nokta veya virgülden sonraki rakamlar dikkate

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Endüstriyel sayaçların endekslerinin okunduğu alandır.	A	Optik port
12.	()	Endüstriyel sayaç endeks menüsünde gezinmeyi sağlar.	B	Mühür
13.	()	Endüstriyel sayaçta el terminali vb. cihazlarla endeks okunmasını sağlayan donanımdır.	C	Akım transformatörü
14.	()	Endüstriyel sayaçta kapakların açılmasını engeller.	D	Klemensler
15.	()	Endüstriyel sayaçta bağlantıların yapıldığı yerdir.	E	Okuma butonu
			F	LCD ekran

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi reaktif enerji ölçüm birimidir?

- A) kWh B) kVARh C) kVAh D) VAh E) Wh

17. Aşağıdakilerden hangisi devreye akım veya gerilim transformatörü ile birlikte bağlanan sayaç çeşididir?

- A) Aktif B) Reaktif C) Kombi D) X50 kombi E) X5 kombi

18. Aşağıdakilerden hangisi puant zamandır?

- A) T B) T4 C) T3 D) T2 E) T1

19. Aşağıdakilerden hangisi T3 endeksinin zaman aralığıdır?

- A) 06.00-17.00 B) 17.00-22.00 C) 22.00-06.00 D) 15.00-20.00 E) 10.00-18.00

20. Aşağıdakilerden hangisi direkt bağlı sayaçlarda L1 fazının bağlandığı uç numaralarıdır?

- A) 1-3 B) 1-2 C) 3-6 D) 4-6 E) 9-10



10 DAĞITIM PANOLARI

10. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

- 10.1. DAĞITIM PANOSUNUN İÇ YERLEŞİMİ VE BAĞLANTI KROKİSİNİN ÇİZİMİ
- 10.2. DAĞITIM PANOSU MALZEMELERİNİN SEÇİMİ
- 10.3. DAĞITIM PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARININ MONTAJI
- 10.4. PANO İÇİ KABLO KANALI VE RAYLARIN MONTAJI
- 10.5. TERMİK MANYETİK ŞALTERİN MONTAJI
- 10.6. YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM RÖLESİNİN VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI
- 10.7. PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI
- 10.8. DAĞITIM PANOSUNUN KABLO BAĞLANTILARI
- 10.9. SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Dağıtım panosu elemanları ve elemanların montajı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Dağıtım panoları ile kumanda panoları arasındaki farkları biliyor musunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Pano, izolatör, akım trafosu, kolon sigorta, parafudr, X5 sayaç, enerji analizörü, TMS, bara, bağlantı krokisi.

10.1. DAĞITIM PANOSUNUN İÇ YERLEŞİMİ VE BAĞLANTI KROKİSİNİN ÇİZİMİ

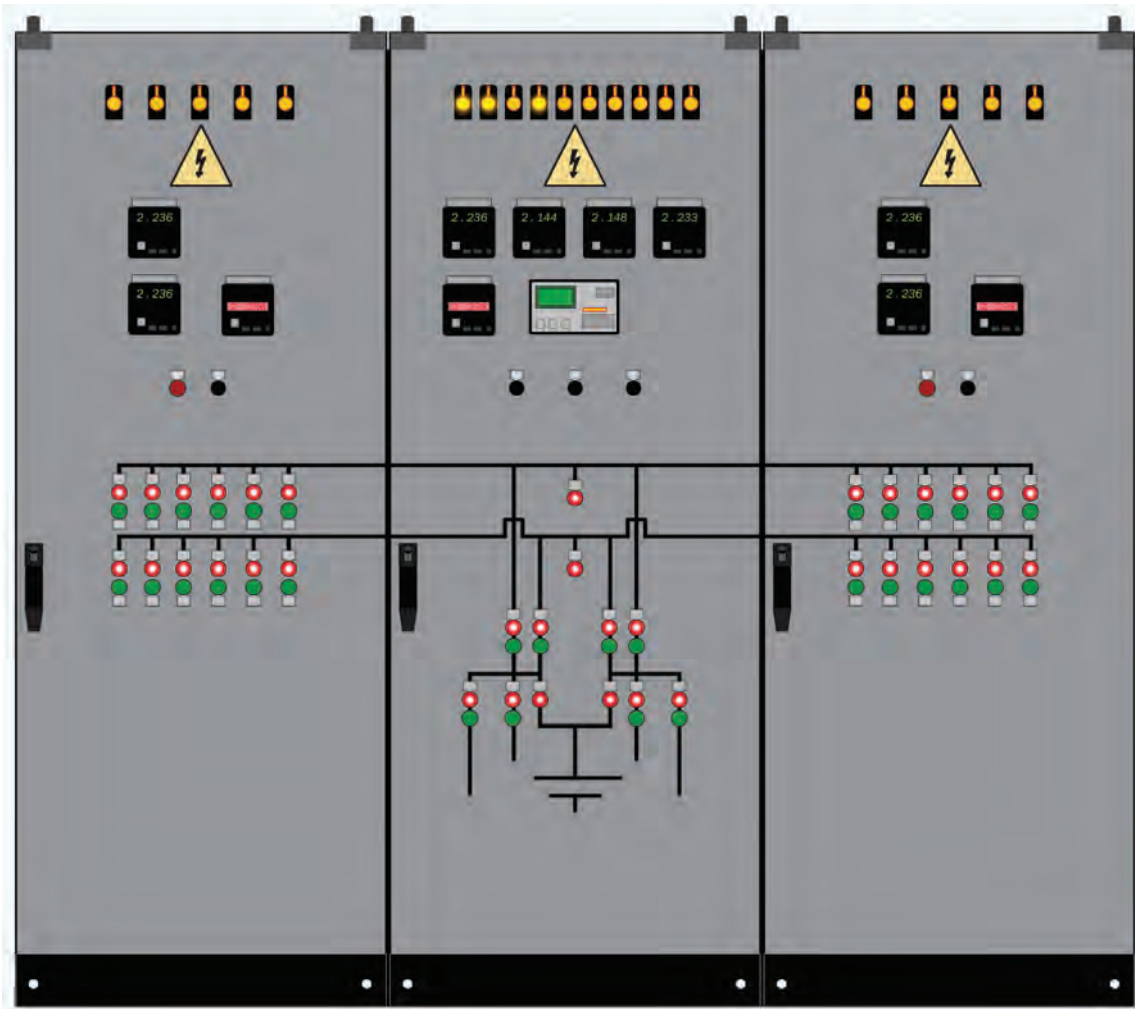
Enerjinin binaya, tesise veya işletmeye dağıtımını ve kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan panolara **dağıtım panosu** denir. Enerji nakil hatlarıyla taşınan elektrik enerjisi ilk olarak trafoya, oradan da ana dağıtım panosuna gelir. Daha sonra tali (yardımcı) panolara enerji dağıtılır. Okul girişindeki ana panodan her atölyenin yardımcı panosuna dağıtılması buna örnektir. Panolar, enerjinin gelişine göre duvara yakın uygun bir yere monte edilir.

Dağıtım panosunun boyutları elektrik tesisatı projesine göre belirlenir. Standart pano yüksekliği 200-210 cm'dir. Derinlik 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 cm olabilir. Pano genişliği ise tesisin büyüklüğüne göre değişir. Kumanda edilecek toplam güç ve linye sayısına göre panonun bölüm sayısı tespit edilir. Bir dağıtım panosunda genel olarak üç bölüm bulunur (Görsel 10.1).

Giriş Bölümü: Enerji girişinin yapıldığı bölümdür. Dağıtım panolarında enerjinin gelişi ile gidişi ayrı bölümlerde olacak şekilde tasarım yapılır. Giriş bölümünde kombi sayaç, akım transformatörleri, yüksek akımlı termik manyetik şalter gibi elemanlar bulunur. Termik manyetik şalterler, yüksek akım değerlerine sahip, tesisin tüm enerjisini kesebilen devre kesicilerdir. Akım transformatörleri, sayaç ve diğer ölçü aletleri için yüksek akımları ihtiyaç duyulan değerlere (0-5 A) düşürür.

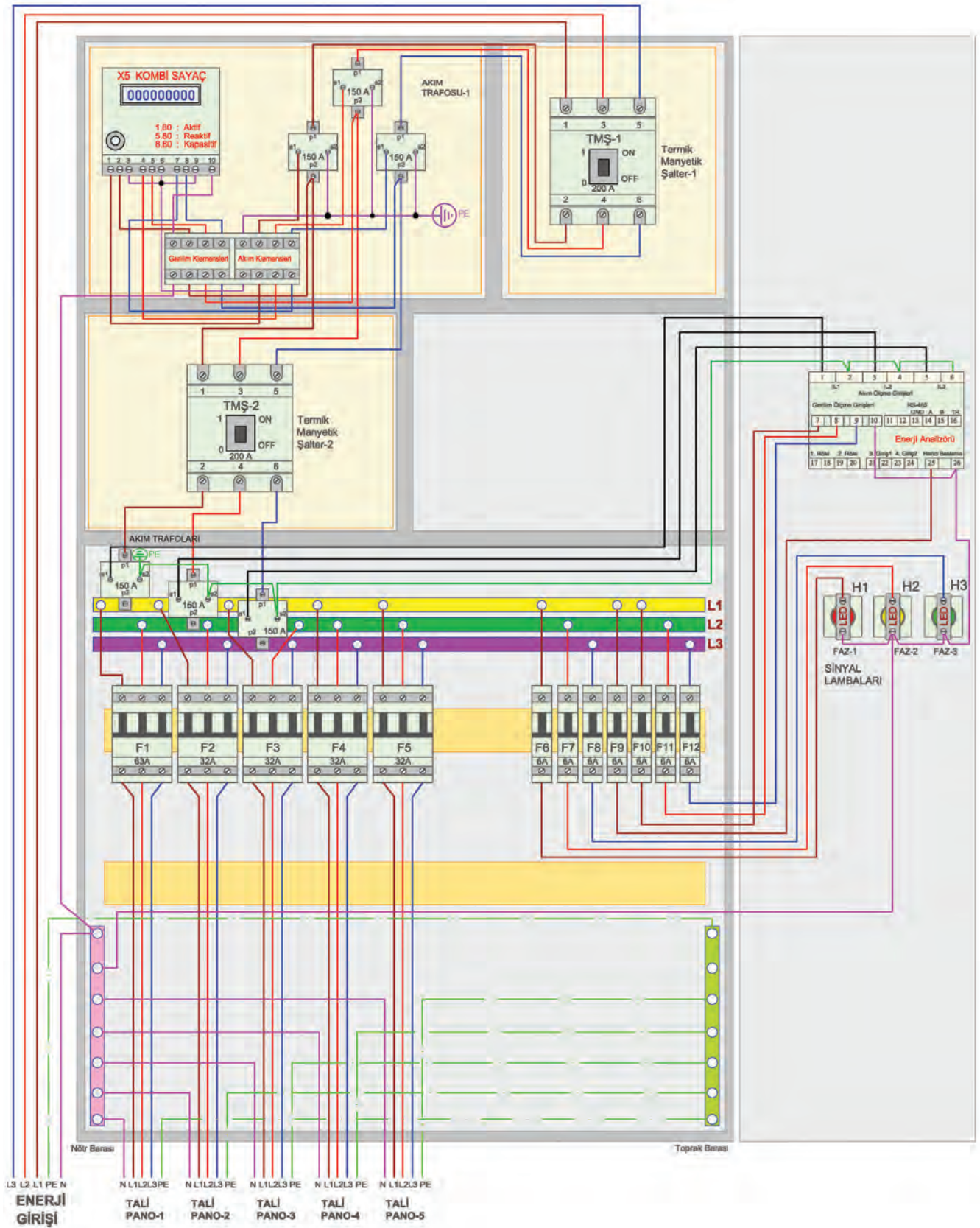
Çıkış Bölümü: Enerji çıkışının yapıldığı bölümdür. Bu bölümde linye sigortaları, düşük akımlı termik manyetik şalterler, parafudr gibi elemanlar bulunur. Enerji, alıcılara bu kısımdan dağıtılır.

Kompanzasyon Bölümü: Güç kompanzasyonu gerektiren sistemlerde bu amaçla kurulan bölümdür. Bu bölümde reaktif güç kontrol rölesi, sigortalar, kontaktörler ve kondansatörler yer alır.



Görsel 10.1: Dağıtım panosunun bölümleri

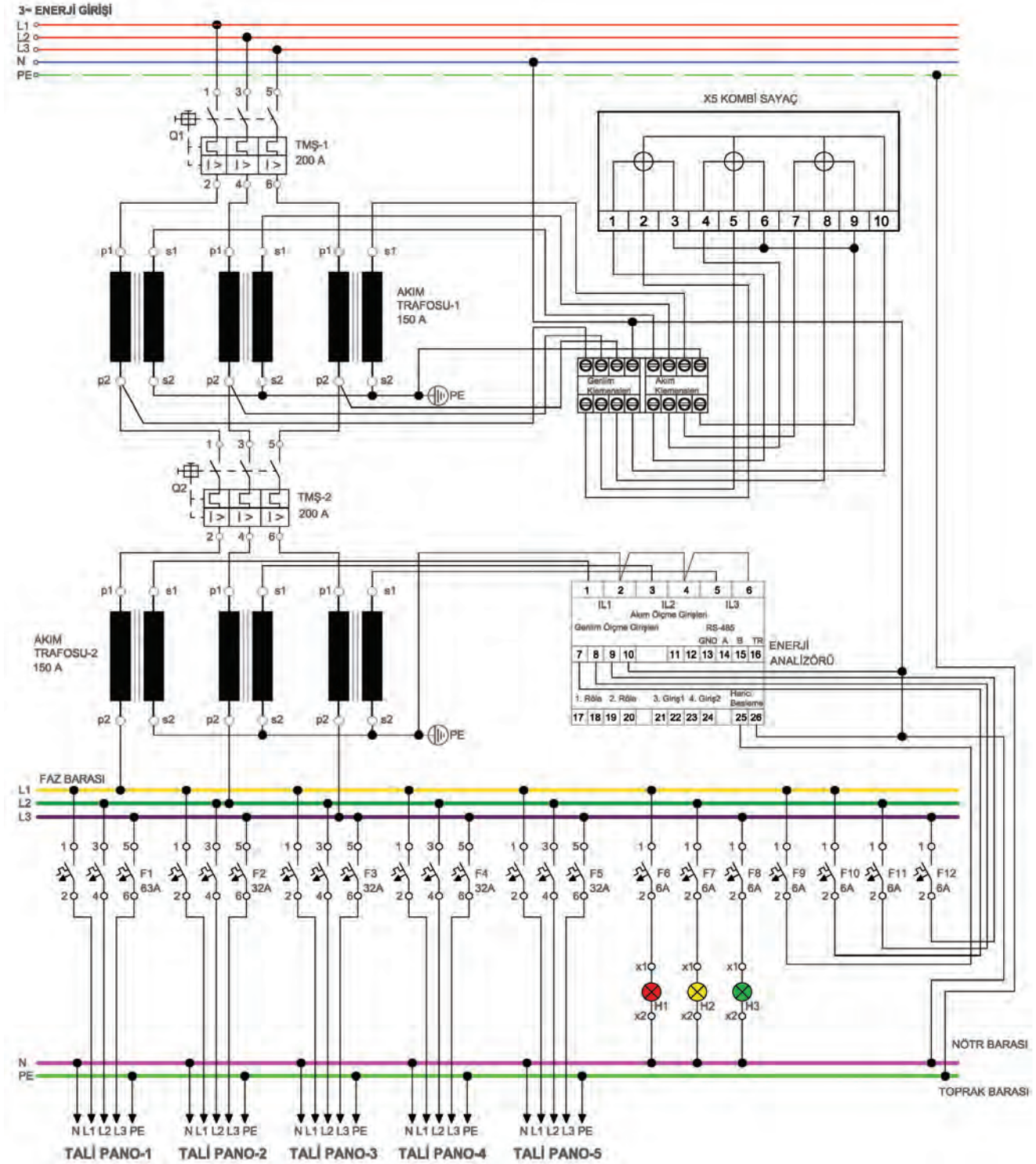
Panonun boyutları ve bölüm sayısı belirlendikten sonra montaja başlamadan önce kullanılacak elemanların yerleşim düzenini gösteren kroki çizilir. Enerjinin panoya giriş çıkış noktaları, rayların bağlantı noktaları, bara ve iletkenlerin geçiş noktaları, elemanların bağlantı noktaları belirlenir. Böylece panonun ölçüleri ve genel görünümü ortaya çıkmış olur (Görsel 10.2).



Görşel 10.2: Dağıtım panosunun elektrik montajı krokisi

Sayaçlar tesisin durumuna göre ana dağıtım panolarına veya sayaç panolarına monte edilebilir. Pano içinde sayaç, ana termik manyetik şalterin yanında mühürlü bölmede bulunur. Enerji analizörü ve sinyal lambalarıysa pano kapağındadır. Enerji analizörü; akım, gerilim, güç, frekans gibi tüm elektriksel değerleri ölçebilen ve bu değerlerin kaydını tutan cihazdır. Aynı zamanda ölçülen değerlerin uzaktan izlenebilmesine de imkân verir. Sayaç ve enerji analizörü için ayrı akım transformatörleri bulunur.

Panonun genel eleman yerleşimi ortaya çıktıktan sonra elektrik bağlantı şeması çizilir. Bu şema enerji girişinin, baraların ve elemanlar arası kablo bağlantılarını gösteren şemadır. Kablo bağlantıları bu şemaya göre yapılır (Görsel 10.3).



Görsel 10.3: Dağıtım panosunun elektrik bağlantı şeması

10.2. DAĞITIM PANOSU MALZEMELERİNİN SEÇİMİ

Dağıtım panosu malzemelerinin seçimi teknik ve özel şartnamelere göre yapılır. Teknik şartnameler, tesislerin ihtiyaçları düşünülerek bulunduğu ortama göre hazırlanır. Bu şartnamelerde pano malzemelerinin özellikleri belirtilir. Malzeme seçiminde ulusal ve uluslararası standartlar esas alınır (TSE/IEC). Özel şartnamelerdeyse pano kullanıcısının istekleri yer alır.

Genel olarak panolarda şu özellikler aranır:

- Pano karkasını oluşturan profiller ve ön kapaklar 2 mm A1 kalite galvaniz sac olmalıdır.
- Ön kapaklar ısıya, toza ve neme dayanıklı IP54 koruma sınıfını sağlayabilmelidir.
- Yan, arka ve üst kapaklar müdahalesi kolay, vidalı, sökülebilir tipte olmalıdır.
- Pano içinde kullanılan montaj kaideleri cihazların ağırlığını taşıyabilmelidir.
- Pano alt bazaları paslanmaz malzemeden olmalı ve zemine montaj kolaylığı sağlamalıdır.
- Pano iç aksesuarları standart olmalı ve hareket kolaylığı sağlamalıdır.
- Panolar uluslararası renk kodlarına uygun elektrostatik toz boya ile boyanmalıdır.
- Kablo giriş çıkışları isteğe göre contalı veya rakorlu tipte olmalıdır.

10.3. DAĞITIM PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARININ MONTAJI

Baraları taşıyan ve pano gövdesinden yalıtan izolatörlere **mesnet izolatörü** denir. Taşıyacakları baranın büyüklüğüne göre çeşitli boyutlarda plastik, sert kauçuk ve bakalitten yapılır. Tekli bara, çoklu bara ve ayarlı bara izolatörü gibi çeşitleri vardır.

Mesnet izolatörlerinin montajı cıvata ve somunla gerçekleştirilir. Montaj sırasında üst kısmı bakır baraya, alt kısmı ise panonun sacına veya profiline tutturulur. İzolatör seçimi bara kesitine göre yapılır. 5-6-8-10-12 mm ölçülerindeki izolatörler bara kesitine göre seçilir (Görsel 10.3).

Aynı gerilim ve frekanstaki elektrik enerjisinin toplandığı ve dağıtıldığı kalın kesitli iletkenlere **bara** denir. Pano akımının 100 A'ı geçmesi durumunda pano içinde enerji dağıtımını yapmak amacıyla kullanılır. 100 A'den düşük akımlarda da enerji dağıtımını kolaylığı bakımından isteğe bağlı olarak kullanılabilir. Alüminyum ve bakır baralar olmakla birlikte panolarda genellikle bakır baralar tercih edilir.

Baralar fazları belirlemek, yalıtkanlık sağlamak, oksitlenme ve ısınmayı önlemek amacıyla değişik renklerle boyanır. Bara renkleri Tablo 10.1'de verilmiştir.

Tablo 10.1: Bara Renkleri

BARA	BARA RENGİ	
L1	Sarı	
L2	Yeşil	
L3	Mor	
N, PE	Boyasız	

Bara ölçüleri kolon şemasına göre belirlenir. Panonun çekeceği en büyük akımın %20 fazlası alınarak bara seçilir (Tablo 10.2). Örneğin 200 A'lık devamlı yükleme akımına sahip panonun %20 fazlası 240 A'dir. En yakın üst değer boyalı bara için 245 A olarak Tablo 10.2'den bulunur. Bu akımı taşıyacak bara 20x3 mm ölçülerindeki baradır. Montajda iki bara arası mesafe en az 50 mm veya bara kalınlıklarına eşit alınır.

Tablo 10.2: Bazı Bara Boyutları ve Yükleme Akımları

BARA BOYUTU (mm)	BARA KESİTİ (mm ²)	DEVAMLİ YÜKLEME AKIMI (A) 50 HZ AC			BARA BOYUTU (mm)	BARA KESİTİ (mm ²)	DEVAMLİ YÜKLEME AKIMI (A) 50 HZ AC	
		Boyalı Bara	Boyasız Bara				Boyalı Bara	Boyasız Bara
12x2	24	125	110		30x3	90	350	315
15x2	30	155	140		30x5	150	450	400
15x3	45	185	170		40x3	120	460	420
20x2	40	205	185		40x5	200	600	520
20x3	60	245	220		40x10	400	835	750
20x5	100	325	290		50x5	250	600	630
25x3	75	300	270		50x10	500	1025	920
25x5	125	385	350					

10.3.1. Mekanik Bağlantı Elemanları

Kablo kanalı, ray ve baralar; vida, cıvata, somun gibi mekanik bağlantı elemanlarıyla panoya tutturulur. Aynı zamanda iletkenler de bara ve pano elemanlarına yine bu irtibat elemanlarıyla bağlanır. Belli başlı mekanik bağlantı elemanlarının özellikleri şunlardır:

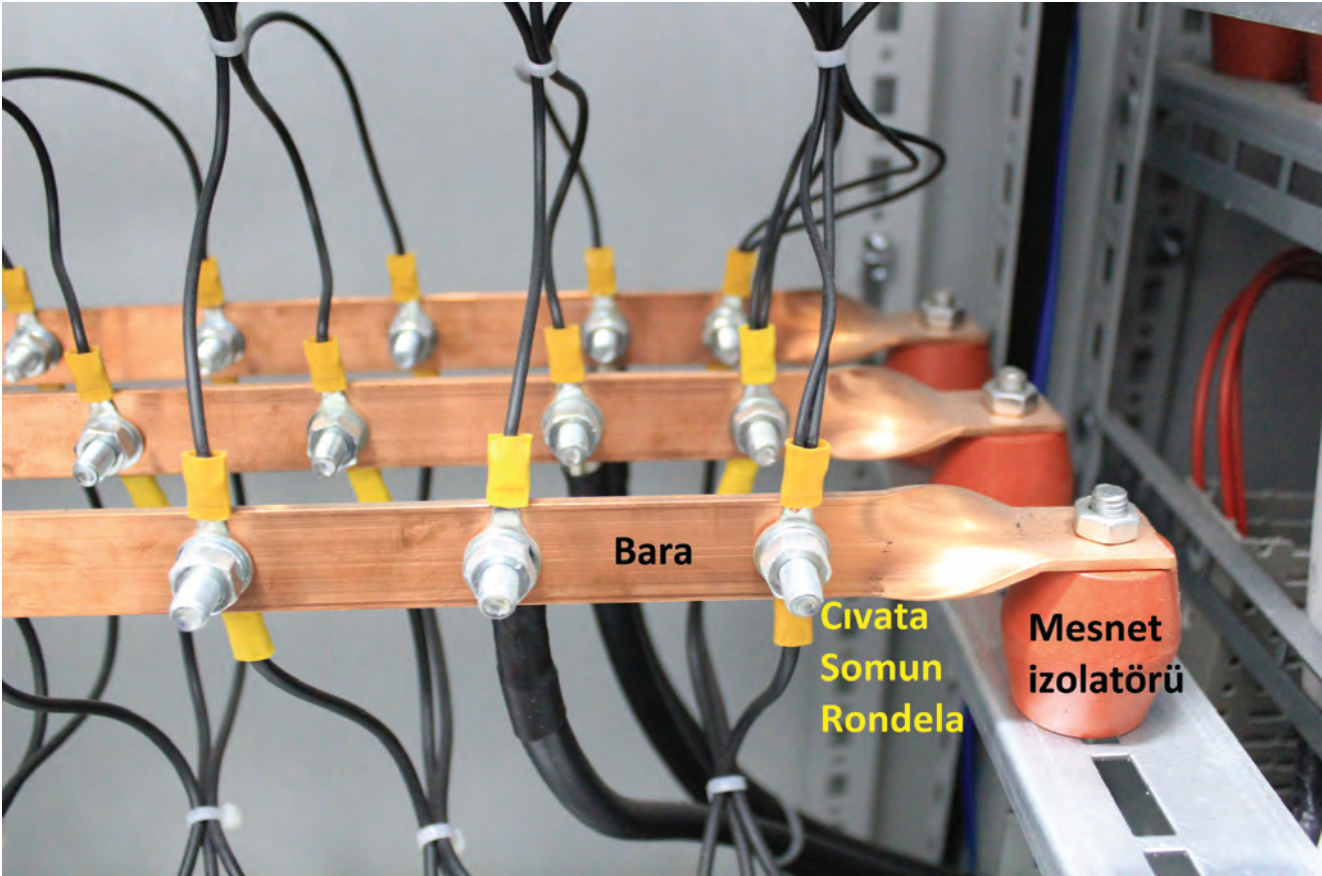
Vida: Çevirdikçe dönerek sabitleme yapan bağlantı elemanıdır. Çok farklı çeşitleri vardır. Panolarda kullanılan vidalar aşağıda verilmiştir.

- **Sac Vida:** Önceden açılmış olan deliğe kendi dişini açarak ilerler. Panolarda sac üzerine ray veya devre elemanı monte etmede kullanılır.
- **Matkap Uçlu Vida:** Akıllı vida da denir. Sac vidasına benzer, ancak delici ucu sayesinde malzemeyi önceden delik olmaksızın delebilir.
- **Metrik Vida:** Kendi dişleri formunda açılmış deliklerden geçerek tek başına veya somunla metal, ağaç, plastik parçaları birbirine tutturun düz yapıya sahip vidadır.

Cıvata: Vidaya benzeyen silindirik malzemedir. Tek başına veya somunla birlikte parça birleştirmede kullanılır. Kare, altıgen, yuvarlak başlı gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Panoda bara ve iletkenlerin bağlantısında kullanılır.

Somun: Cıvata ile beraber kullanılan bağlantı elemanıdır.

Pul (Rondela): Cıvata bağlantılarında temas yüzeyini genişleterek daha iyi bir sabitleme yapılmasını sağlayan parçadır. Farklı iç ve dış çaplara sahip çeşitleri vardır.



Görsel 10.4: Bara, mesnet izolatörü ve mekanik bağlantı elemanları

10.3.2. Bara Örtü Plakaları

Panolarda bakır baralara dokunmayı önlemek için kullanılan yalıtkan malzemedir. Baraların açıkta tehlike oluşturmaması nedeniyle iş güvenliği açısından örtü plakaları kullanılır.

10.4. PANO İÇİ KABLO KANALI VE RAYLARIN MONTAJI

Pano içi kablo kanalı seçerken kullanılan kablo kesitleri, kablo sayısının yoğunluğu ve pano içi durum dikkate alınır. En çok kullanılan kablo kanalı ölçüleri 25x30, 25x40, 25x60, 40x40, 40x60 ve 40x80 mm'dir. Taşıyıcı ray olarak genellikle TS 35x7,5 mm'lik ray kullanılır.

Pano içi kanal ve rayların montajının pano şemasına uygun olarak yapılmasına dikkat edilmelidir. Sabitleme işleminde kullanılan vidalar uygun ölçüde seçilerek kısa devre oluşturmamasına izin verilmemelidir.

10.5. TERMİK MANYETİK ŞALTERİN MONTAJI

Termik manyetik şalter, hem anahtarlama hem koruma elemanıdır. Normal şartlarda açma kapama işlemi yapar. Kısa devre ve aşırı akımdaysa devreyi açarak koruma sağlar. Yapı ve fonksiyon olarak otomatik sigortaya benzer. Otomatik sigortadan farkı daha büyük akımlarda koruma yapabilmesidir (Görsel 10.5). Ek aparatlarla düşük gerilim ve kaçak akımlara karşı da koruma sağlayabilir.



Görsel 10.5: Termik manyetik şalterler

Termik manyetik şalterlerin konumları şunlardır:

(ON/I) Konumu: Termik manyetik şalter kontaklarının kapalı olduğunu gösterir. Kontaklardan akım geçişinin olduğu konumdur. Bu durumda şalter kolu üst pozisyonundadır.

(TRIP) Konumu: Şalterin herhangi bir arızadan dolayı açıldığını gösterir. Kontaklardan akım geçişinin olmadığı konumdur. Bu durumda şalter kolu ON ile OFF konumları arasında orta pozisyonundadır.

(OFF/O) Konumu: Şalter kontaklarının açık olduğunu gösterir. Kontaklardan akım geçişinin olmadığı konumdur. Bu durumda kesici kolu alt pozisyonundadır.

Termik manyetik şalterlerin üzerinde konum anahtarları dışında termik manyetik açma ayar düğmeleri mevcuttur. Yükün durumuna ve tesisatın ihtiyacına göre termik ve manyetik ayarlar buradan yapılır. Nominal akımın üzerinde çekilen aşırı akımlarda termik koruma, kısa devre akımlarında manyetik koruma devreye girer.

Termik manyetik şalter seçiminde panodan çekilen maksimum akım dikkate alınır. Kolon şemasına göre panodan çekilen en büyük akımın bir üst değerindeki akıma sahip şalter seçilir. Örneğin 105 A'lık bir pano için 125 A şalter seçilir (Tablo 10.3). Termik manyetik şalterin anma akımı ve termik manyetik koruma ayarı değerleri Tablo 10.3'te verilmiştir.

Tablo 10.3: Termik Manyetik Şalter Anma Akımı ve Termik Manyetik Ayarı Değerleri

ANMA AKIMI (A)	KISA DEVRE KESME KAPASİTESİ		TERMİK AYARI (A)	MANYETİK AYARI (A)
	Icu (kA)	Ics (kA)		
16-20	50	50	14-20	80-200
25-32	50	50	20-32	125-320
40-50-63	50	50	32-63	200-630
80-100	50	50	63-100	400-1000
125-160-200	50	50	100-200	620-2000
250-320	50-70	50-70	200-320	1250-3000
400-500-630	70	70	315-630	2000-7500
800-1000	50	25	630-1000	4000-10000
1250-1600	50	25	1000-1600	6250-19000

10.6. YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM RÖLESİNİN VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI

Kaçak akım röleleri, 125 A anma akım değerine kadar üretilir. Koruma akımları da 30 mA olup insan hayatını korumaya yöneliktir. Dağıtım panoları yüksek akımlı panolar olduğu için yangın koruma rölesi ve toroid röleli koruma sistemi kullanılır.

Yangın Koruma Rölesi: 300 mA akım eşikli yangın riskini engellemeye yönelik röledir. 300 mA'lık kaçak akım, kısa sürede çevresindeki malzemeleri tutuşma sıcaklığına getirerek yangına sebebiyet verir. Elektrik kontağından çıkan yangın diye belirtilen yangınlar kısa devreden değil, kaçak akımdan dolayı çıkmaktadır. Bu sebeple yangın koruma rölesi kullanılır.

Toroid Röleli Koruma Sistemi: Akım arttıkça kaçak akım rölesinin hassasiyeti azaldığı için yangın koruma rölesinin yetersiz kaldığı durumlarda toroid röle kullanılır. Sistem, termik manyetik şalter ile koordineli çalışabilen toroidal akım transformatörü, açtırma bobini ve kaçak akım rölesinden oluşur. Toroid akım transformatörü, sarılı olduğu bara üzerindeki giren ve çıkan akımları sürekli ölçerek sonuçları röleye iletir. Ölçülen giriş ve çıkış akımları birbirine eşit değilse röle açtırma bobinini enerjilendirir, enerjilenen bobin de şalteri açtırır.

Kolon sigortalarının seçimi, kolonu oluşturan iletken kesitine göre yapılır. İletken kesiti arttıkça taşıyacağı akım artacağından kullanılan sigorta akım değeri de artar. Kolon hattına tek bir özel alıcı bağlanmışsa iletken kesitine göre bir alt sigorta değeri kullanılır (Tablo 10.4).

Sigortalar taşıma rayına monte edilir. Üstten veya alttan enerji girişi yapılabilir.

Tablo 10.4: Sigorta Seçimi

MOTOR (380 V)		SİGORTA AKIMI (A)		BAĞLANTI İLETKENİ
Anma Güç (kW)	Anma Akımı (A)	Direkt Yol Verme	Yıldız-Üçgen Yol Verme	Kesit (mm ²)
0,25	0,8	2	2	4x2,5
0,37-0,55-0,75-1,1	1,6-2-2,6	4	4	4x2,5
1,5	3,5	6	6	4x2,5
2,2	5	10	6	4x2,5
3	6,6	16	10	4x2,5
4	8,5	20	16	4x2,5
5,5	11,5	25	20	4x2,5
7,5	15,5	35	25	4x4
11	22,5	35	35	4x6
15	30	50	35	4x6
18,5-22	36-43	63	50	4x10
30	57	80	63	4x16
37	72	100	80	3x25+16
45	85	125	100	3x35+16

10.7. PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI

Yıldırım düşmesi ve ani aşırı gerilim darbelerine karşı koruma yapan cihazlara **parafudr** denir. Parafudr, ana ve yardımcı panolarda bu tehlikeli gerilimleri önlemek amacıyla kullanılır. Normal durumda açık devre olan parafudr, ani gerilim yükselmelerinde iletme geçerek gelen aşırı gerilimi toprağa akıtır. Aşırı gerilim etkisi geçince tekrar normal çalışmasına döner. Panolarda kullanılan parafudr çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Tip 1 (B sınıfı) Parafudr: Yıldırım darbelerine karşı koruma yapan parafudr çeşididir. Ana panolarda kullanılır. Topraklaması 16 mm² izoleli bakır iletkenle yapılır.

Tip 2 (C sınıfı) Parafudr: Ani aşırı gerilim darbelerine karşı koruma sağlar. Tali panolarda kullanılır. Topraklaması 6 mm² izoleli bakır iletkenle yapılır.

Tip 3 (D sınıfı) Parafudr: Hassas koruma yapan parafudrlardır. Elektronik cihazların korunmasında kullanılır. Topraklaması 1,5 mm² izoleli bakır iletkenle yapılır.

Tip 1+2 (B+C sınıfı): Tip 1 ve Tip 2 parafudrların kombinasyonu olan parafudr çeşididir. Ana dağıtım panosu ve tali dağıtım panoları arası mesafenin 10 m'yi aşması durumunda kullanılır.

Tip 3 parafudrları seri, diğer parafudrlar devreye paralel bağlanır. Parafudrlar en kısa mesafeden topraklamaya bağlanmalıdır. Pano toprak bağlantı noktasıyla parafudr arasındaki mesafe 50 cm'yi geçmemelidir. Parafudrda meydana gelen arızaları giderirken sistemin enerjisinin kesilmemesi için parafudrlar sigortayla korunur. Kullanılacak sigorta akım değeri ana panodan geçen akıma bağlıdır. Genel olarak B sınıfı parafudrlarda 125 A, C sınıfı parafudrlarda ise 63 A sigorta kullanılır.

10.8. DAĞITIM PANOSUNUN KABLO BAĞLANTILARI

Elektrik panolarında NYAF kablolar kullanılır. Kullanılacak kablo kesitleri iletkenden geçen akım değerine göre belirlenir. Bazı özel durumlarda daha büyük kesitte kablo kullanılabilir (Tablo 10.5).

Tablo 10.5: Pano Akım Değerlerine Göre Kablo Kesitleri (NYAF)

KABLO ANMA AKIMLARI (A)	KABLO KESİTİ (mm ²)
Kumanda Kabloları	1,5
16-25	2,5
25-32	4
32-40	6
63	10
80-100	16
100-125	25
125-160	35
160-200	50
200-250	70
250-320	95

Kablo bağlantılarında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Kablo uçları açıkta kalmayacak şekilde kablo pabucu kullanılmalıdır.
- Kablo pabuçları; bara, termik manyetik şalter ve klemens gibi diğer elemanlara somunlu civatayla bağlanmalıdır.
- Somun ve civatalar uygun anahtarlarla sıkılmalı ve gevşek irtibat bırakılmamalıdır. Gevşek bağlantılar ark oluşturarak yüksek ısı meydana getirip yangına sebebiyet verebilir.
- Kablolar, kablo kanalları içinde taşınmalı ve montaj estetiğine dikkat edilmelidir.
- Çalışma esnasında ısınma ve titreşime sebep olmaması için kablolar kablo bağları ile bağlanmalıdır.

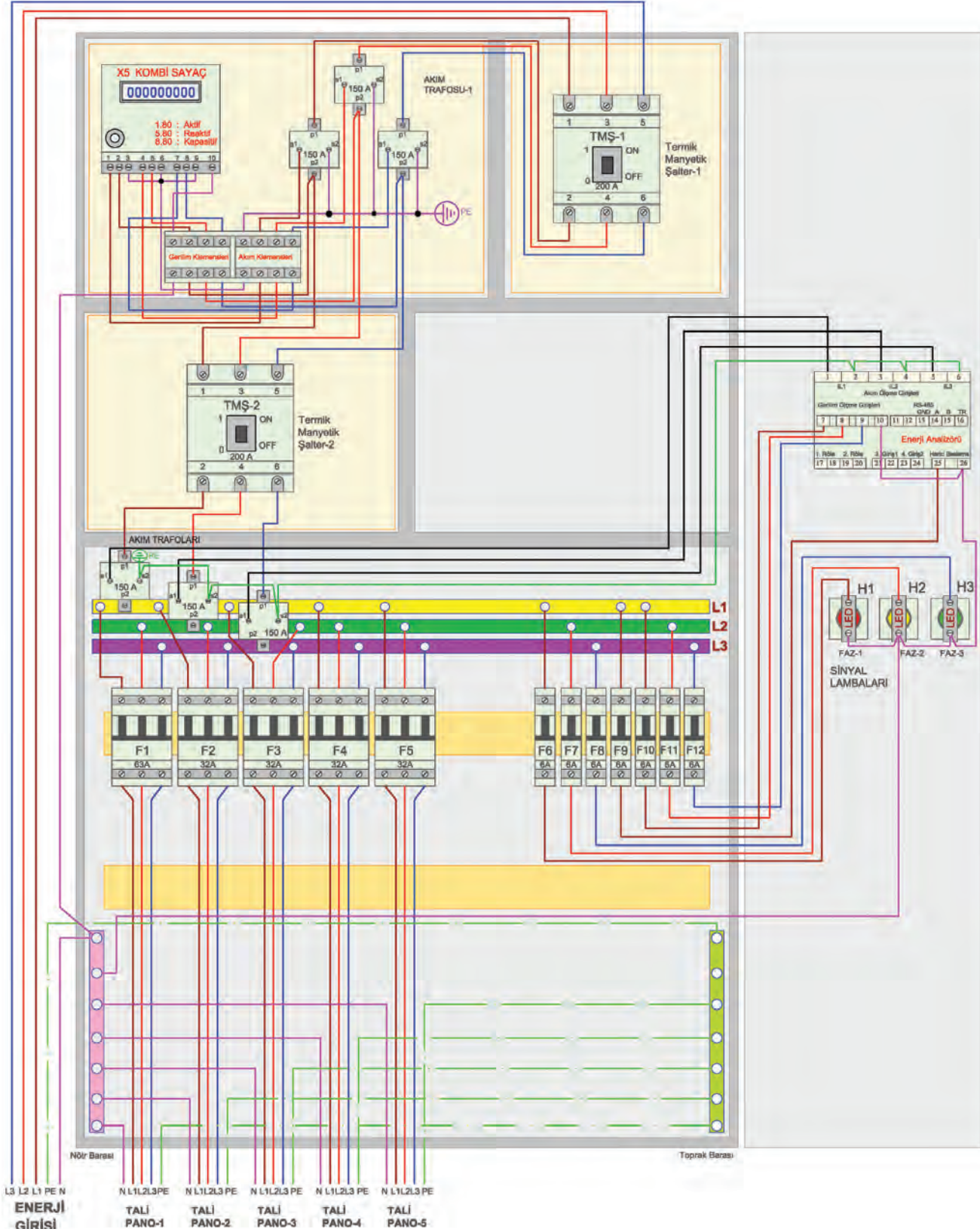
10.9. SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

Panolarda genellikle neon ampullü veya LED sinyal lambaları kullanılır. Az ısınması ve uzun ömürlü olması LED sinyal lambalarının kullanımını artırmaktadır. Neon ampullü sinyal lambaları genellikle 220 V ile doğrudan beslenir. LED sinyal lambalarında ise besleme gerilimi olarak 12 V AC / DC, 24 V AC / DC, 110 V AC ve 230 V AC kullanılır.

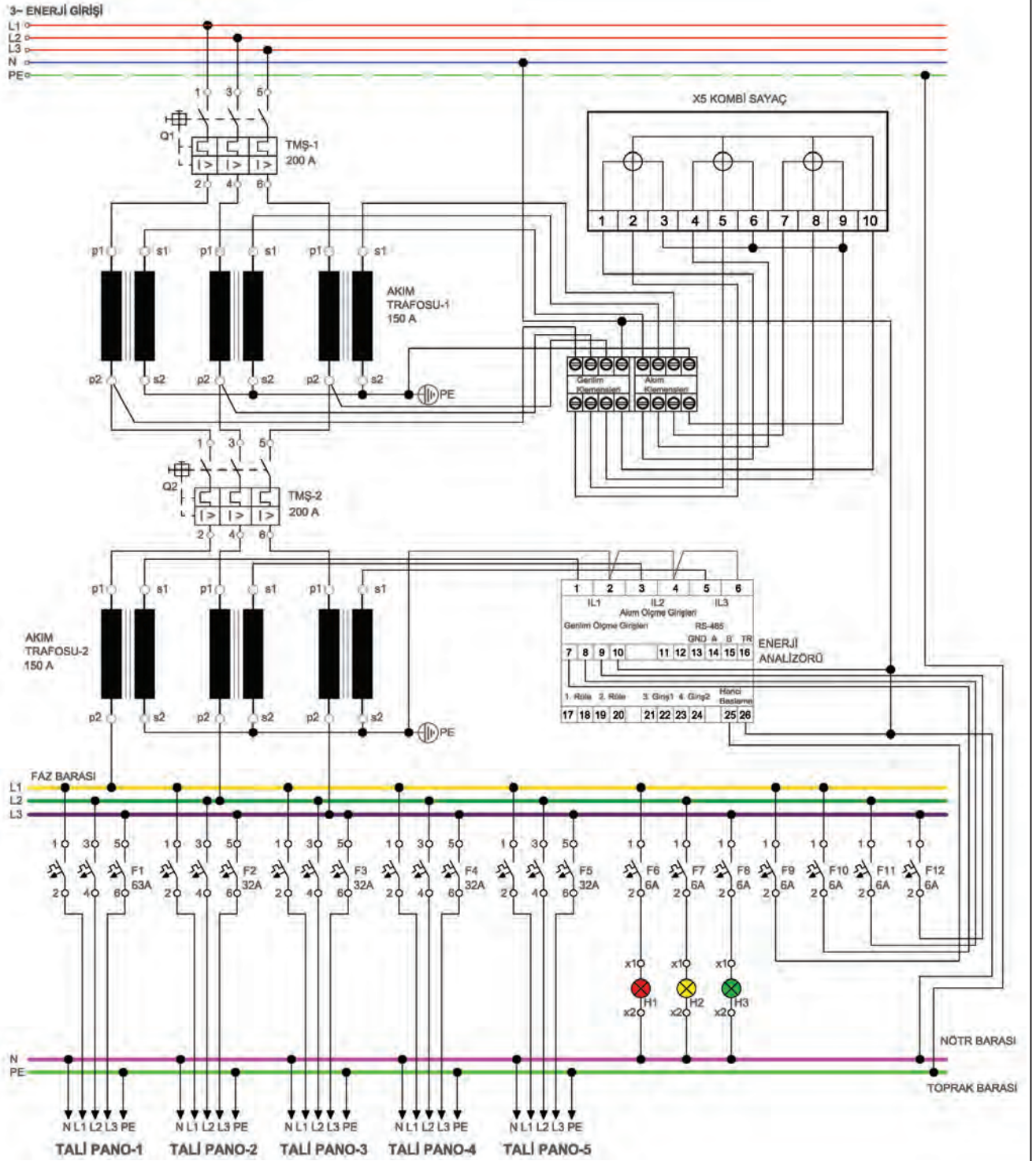
Sinyal lambaları 10 mm, 14 mm ve 22 mm çaplarındadır. En yaygın kullanılanı 22 mm'dir. Yuvarlak veya dört köşe olarak vidalı / tırnaklı yapıya sahiptir. Hem vidalı hem tırnaklı modellerin montajı kolaydır. Sinyal lambaları için ayrı bir sigorta kullanılmalıdır.

AMAÇ: Dağıtım panosu bağlantı şemasını çizmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 10.6: Dağıtım panosunun elektrik montajı krokisi



GörSEL 10.7: Dağıtım panosunun elektrik bağlantı şeması

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Antetli kâğıt	A4	1 adet
Gönyeler	30-60-90 ve 45-45-90 derece	2 adet
Daire şablonu		1 adet
Kurşun kalem	B veya 2B	1 adet
Silgi	Yumuşak	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 10.7'de verilen dağıtım panosu bağlantı şemasını inceleyiniz.
2. Antetli A4 kâğıdına bağlantı şemasını çiziniz.
3. Pano elemanlarını numaralandırınız.

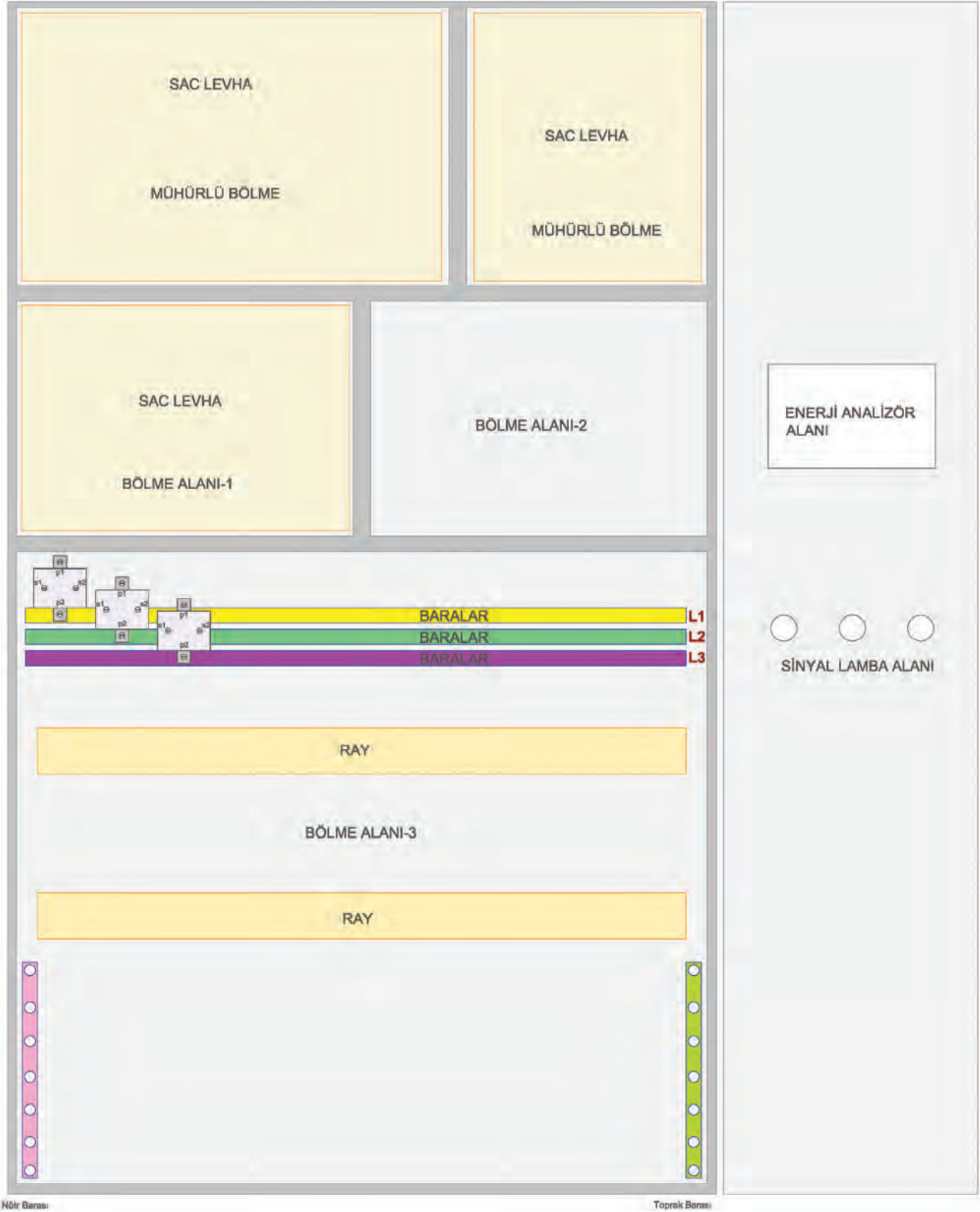
**SORU**

1. Pano bağlantı şemasına niçin ihtiyaç vardır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı—Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Bağlantı şemasının kâğıda ortalanması	25	
Numarası	:	2	Sembollerin doğru ve ölçekli çizilmesi	25	
ÖĞRETMEN		3	Hatların doğru ve eksiksiz çizilmesi	25	
Adı—Soyadı	:	4	Çizimin teknik resim kurallarına uygunluğu	25	
İmza	:	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: Pano içi kablo kanallarını, rayları ve baraları keserek mesnet izolatörleriyle birlikte montajlamak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 10.8: Panonun montaja hazırlanması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Dağıtım panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Kablo kanalı	60x40 mm	-
Taşıyıcı ray	Delikli 35x7,5 mm	-
Bara	20x3 mm	-
Mesnet izolatörü	5 mm	10 adet
Montaj elemanları	Şerit metre, demir el testeresi, mengene, ege, asetat kalem, somunlu civata, vida, izole bant, pense, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kablo kanallarının ölçülerini alarak demir testeresiyle kablo kanallarını kesin.
2. Taşıyıcı rayların ölçülerini alarak demir testeresiyle taşıyıcı rayları kesin.
3. Faz, nötr ve topraklama baralarının ölçülerini alarak bunları demir testeresiyle kesin.
4. Kablo kanallarını ve rayları montaj alanına ölçü sınırları içinde yerleştirerek vidalayınız (Görsel 10.8).
5. Vida başlarını izole bantla yalıtınız.
6. Mesnet izolatörlerini monte ediniz.
7. İzolatörler üzerine baraları monte ediniz.
8. Kablo kanalının, rayın, izolatörün ve baraların montajının sağlamlığını kontrol ediniz.

**SORU**

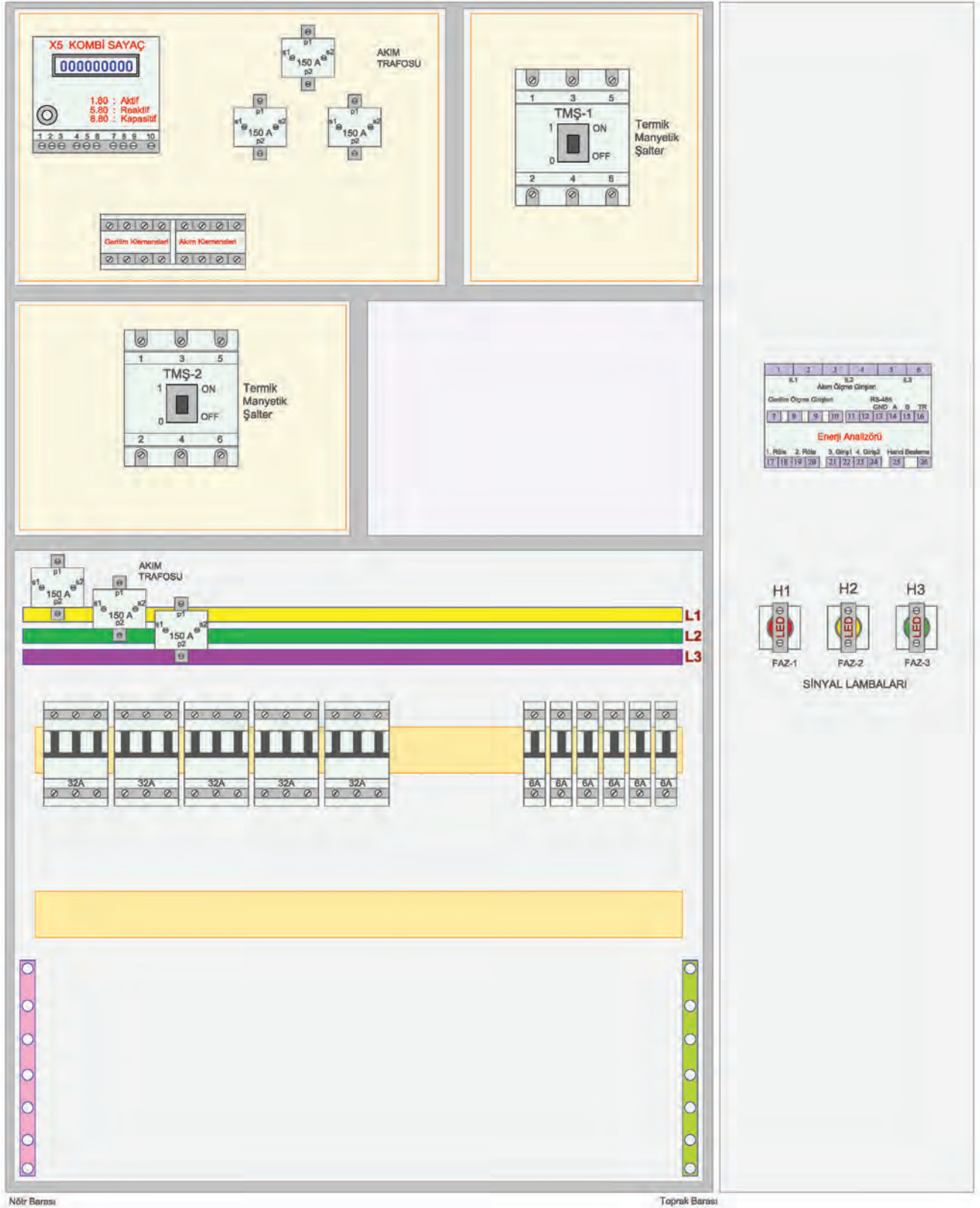
1. Kanal, ray, izolatör ve bara montajında dikkat edilecek hususları yazınız.



KOD=19649

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kablo kanalının, rayın ve baraların kesilmesi	20	
Numarası :	2	Kablo kanalının montajı	20	
ÖĞRETMEN	3	Rayın montajı	20	
Adı-Soyadı :	4	İzolatörün montajı	20	
İmza :	5	Baranın montajı	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Pano elemanlarını monte etmek.



Görsel 10.9: Pano elemanlarının montajı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Dağıtım panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Termik manyetik şalter	200 A	2 adet
X5 kombi sayaç	Elektronik elektrik sayacı	1 adet
Akım trafosu	150/5 A	6 adet
Ray klemens	Gerilim ve akım klemensleri	8 adet
Kolon sigorta	C 3x32A	5 adet
Sigorta	B 1x6A	6 adet
Enerji analizörü		1 adet
Sinyal lambası	Farklı renklerde	3 adet
Montaj elemanları	Pense, tornavida, anahtar takımları, somunlu cıvata, vida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Görsel 10.9'daki montaj şemasını inceleyiniz.
2. X5 kombi sayacı monte ediniz.
3. Akım trafolarını monte ediniz.
4. Klemensleri monte ediniz.
5. Termik manyetik şalterleri monte ediniz.
6. Sigortaları raya yerleştiriniz.
7. Kapağa enerji analizörünü monte ediniz.
8. Sinyal lambalarını monte ediniz.
9. Eleman montajlarının sağlamlığını kontrol ediniz.

**SORU**

1. Elemanların montajında dikkat edilecek hususları yazınız.

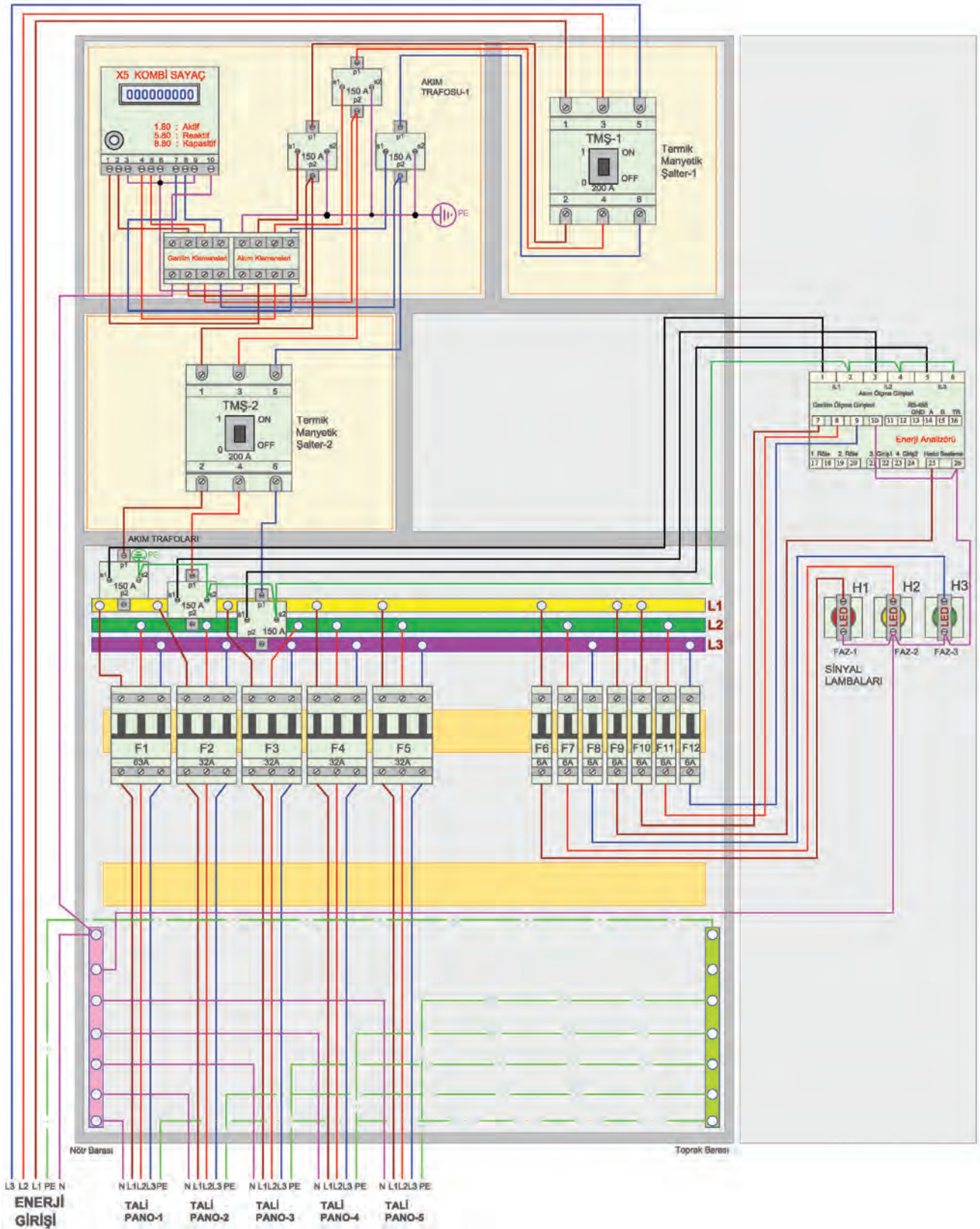


KOD=19650

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	X5 sayacın ve klemenslerin montajı	20	
Numarası :	2	Akım trafolarının montajı	20	
ÖĞRETMEN	3	Termik manyetik şalterlerin montajı	20	
Adı-Soyadı :	4	Sigortaların montajı	20	
İmza :	5	Enerji analizörü ve sinyal lambalarının montajı	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Beş kolon hat çıkışlı dağıtım panosu elemanlarının kablo bağlantılarını yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 10.10: Beş kolon hat çıkışlı dağıtım panosunun montaj krokisi

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Dağıtım panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
X5 kombi sayaç	Elektronik elektrik sayacı	1 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensi		8 adet
Termik manyetik şalter	200 A	2 adet
Akım transformatörü	150/5 A	6 adet
Enerji analizörü		1 adet
Kolon sigorta	C 3x63A	1 adet
Kolon sigorta	C 3x32A	4 adet
Sigorta	B 1x6A	7 adet
Sinyal lambası		
Kablo	Muhtelif kesitte NYAF, TTR, NYY	
Topraklama kablosu	16 mm ² izoleli bakır	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal ve iğne uçlu	
Montaj aleti ve elemanları	Pense, yan keski, tornavida, kablo pabucu sıkma pensesi, anahtar takımları, vida, somunlu civata	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Pano elemanlarının bağlantısında kullanacağınız kabloları hazırlayınız.
2. Kablo uçlarına kablo pabucu takınız.
3. Ana termik manyetik şalter çıkışlarını akım transformatörü girişlerine bağlayınız.
4. Mühürlü bölme bağlantılarını yapınız (Görsel 10.10).
5. İkinci termik manyetik şalter bağlantılarını yapınız.
6. Görsel 10.10'da verilen şemaya göre bara ve akım transformatörü bağlantılarını yapınız.
7. Üç ve bir fazlı sigorta bağlantılarını yapınız.
8. Enerji analizörü ve sinyal lambası bağlantılarını yapınız.
9. Nötr barası ve toprak barası bağlantılarını yapınız.
10. Enerji girişi faz kablo uçlarını ana termik manyetik şalter terminallerine bağlayınız.

SORU

1. Dağıtım panosu elemanları arasındaki bağlantılarda dikkat edilecek hususları yazınız.

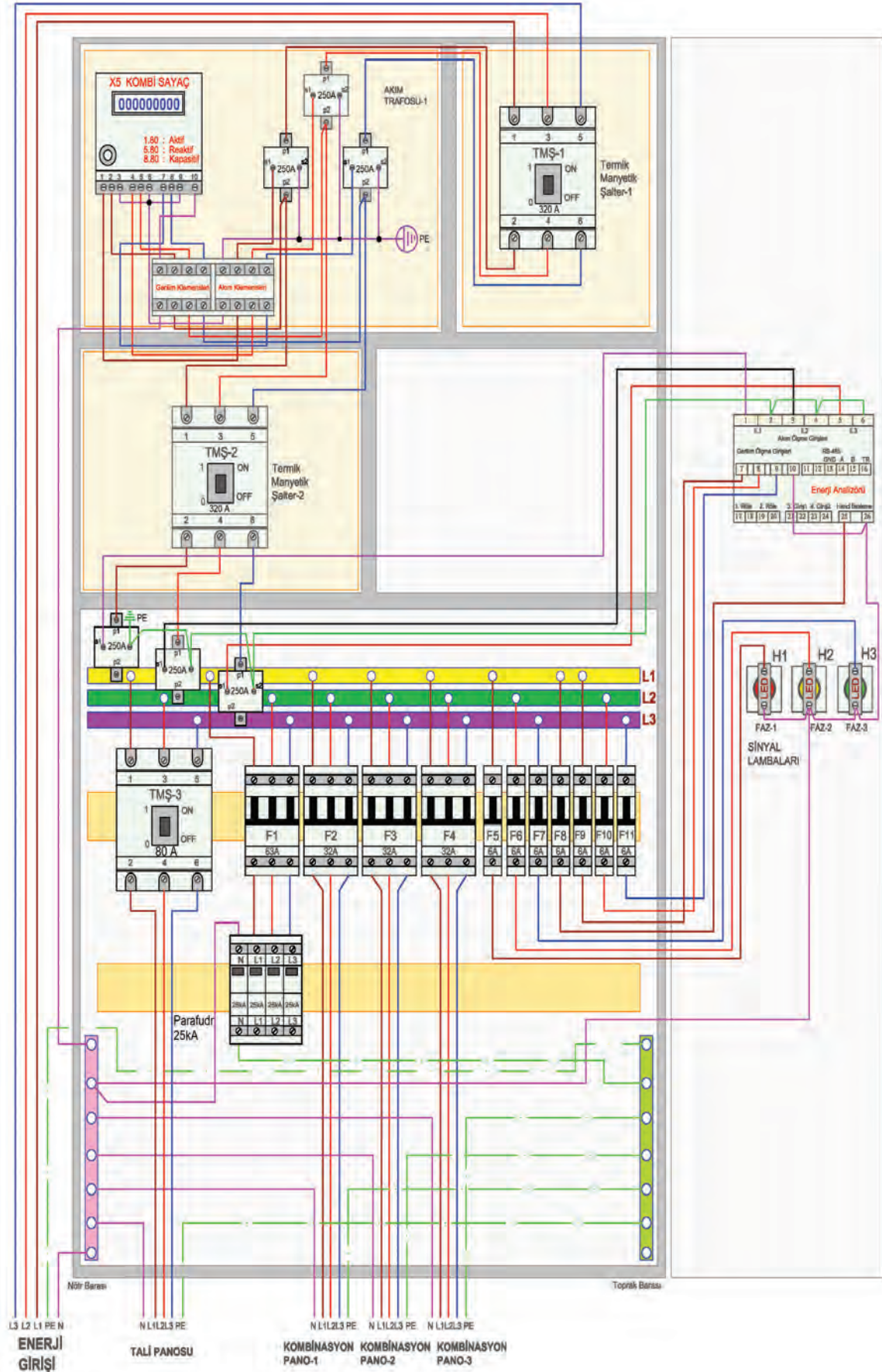


KOD=19651

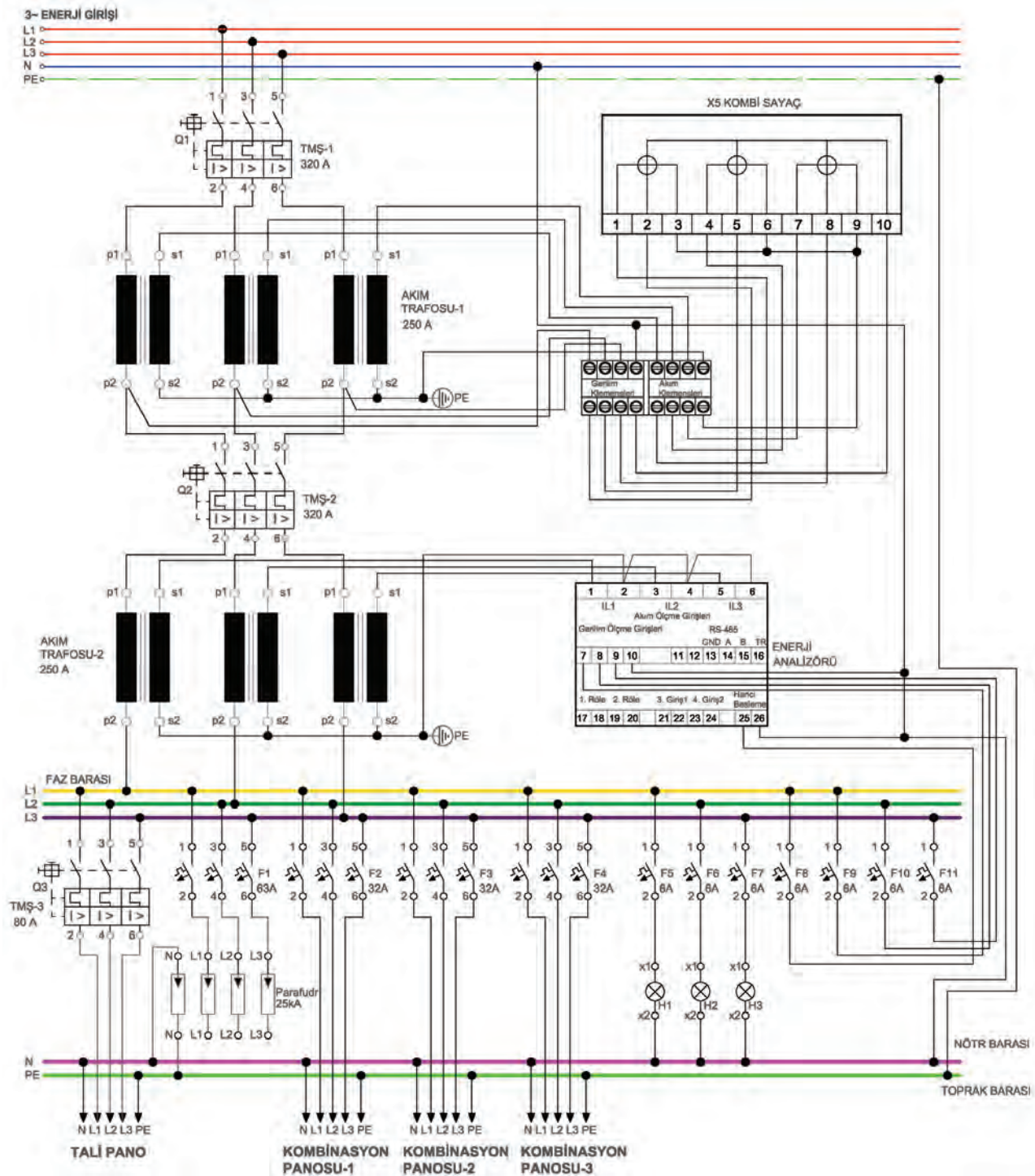
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Mühürlü bölme bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Termik manyetik şalter bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Akım transformatörü ve bara bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Sigorta bağlantılarının yapılması	20	
İmza :	5	Enerji analizörü ve sinyal lambası bağlantısı	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Beş kolon hat çıkışlı ve parafudrlu dağıtım panosunun bağlantılarını yaparak panoyu monte etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 10.11: Beş kolon hat çıkışlı parafudrlu dağıtım panosunun montaj krokisi



Görsel 10.12: Beş kolon hat çıkışı ve parafudrlu dağıtım panosunun bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Dağıtım panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
X5 kombi sayaç		1 adet
Akım transformatörü	250/5 A	6 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensi		8 adet
Termik manyetik şalter	320 A	2 adet
Termik manyetik şalter	80 A	1 adet
Kolon sigorta	C 3x63A	1 adet
Kolon sigorta	C 3x32A	4 adet
Parafudr	25 kA	1 adet
Sigorta	B 1x6A	7 adet
Enerji analizörü		
Sinyal lambası	LED	3 adet
Kablo	Muhtelif kesitte NYAF, TTR, NYY	
Topraklama kablosu	16 mm ² izoleli bakır	
Kablo pabucu	Yuvarlak, çatal ve iğne uclu	
Montaj alet ve elemanları	Pense, yan keski, tornavida, kablo pabucu sıkma pensesi, anahtar takımları, vida, somunlu civata	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Pano elemanlarının bağlantısında kullanacağınız kabloları hazırlayınız.
2. Kablo uçlarına kablo pabucu takınız.
3. Ana termik manyetik şalter çıkışlarını akım transformatörü girişlerine bağlayınız.
4. Mühürlü bölme bağlantılarını yapınız (Görsel 10.11).
5. Diğer termik manyetik şalter bağlantılarını yapınız.
6. Görsel 10.11'de verilen şemaya göre bara ve akım transformatörü bağlantılarını yapınız.
7. Üç ve bir fazlı sigorta bağlantılarını yapınız.
8. Parafudr bağlantılarını yapınız.
9. Enerji analizörü ve sinyal lambası bağlantılarını yapınız.
10. Nötr barası ve toprak barası bağlantılarını yapınız.
11. Enerji girişi faz kablo uçlarını ana termik manyetik şalter terminallerine bağlayınız.

**SORU**

1. Parafudr bağlantılarında dikkat edilecek hususları yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Mühürlü bölme bağlantılarının yapılması	20	
Numarası :	2	Termik manyetik şalter bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Akım transformatörü ve bara bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Enerji analizörü ve sinyal lambası bağlantısı	20	
İmza :	5	Sigorta ve parafudr bağlantılarının yapılması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Baralar sürekli taşıyacakları toplam akımın %80 fazlasına göre seçilir.
2. (...) Termik manyetik şalter, yapı ve fonksiyon olarak otomatik sigortaya benzer.
3. (...) Normal durumda kapalı devre olan parafudr ani gerilim yükselmelerinde iletme geçerek gelen aşırı gerilimi toprağa akıtır.
4. (...) Elektrik panolarında genellikle NYAF kablolar kullanılır.
5. (...) Panolarda kullanılan topraklama kablo rengi sarı-yeşildir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Montajda iki bara arası mesafe en az veya bara kalınlıklarına eşit alınır.
7. Termik manyetik şalter attığında devreden aşırı akım geçmiş veya oluşmuştur.
8. 125 A'i geçen yüksek akımlı devrelerde kaçak akımları algılamak için kullanılır.
9. Kolon sigortalarının seçimi kolonu oluşturan iletken göre yapılır.
10. Pano toprak bağlantı noktasıyla parafudr arasındaki mesafe geçmemelidir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Aynı gerilim ve frekanstaki elektrik enerjisinin toplandığı ve dağıtıldığı kalın kesitli iletkenlerdir.	A	Vida
12.	()	Baraları taşıyan ve pano gövdesinden yalıtan elemanlardır.	B	Örtü plakası
13.	()	Çevirdikçe dönerek sabitleme yapan bağlantı elemanıdır.	C	Kablo kanalı
14.	()	Panolarda bakır baralara dokunmayı önlemek için kullanılan yalıtkan malzemedir	D	Bara
15.	()	Pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza ve takip edilmesini sağlayan malzemedir.	E	Somun
			F	Ray
			G	Mesnet izolatörü

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi standart bara boyutu değildir?

- A) 12x2 mm B) 15x2 mm C) 15x3 mm D) 20x2 mm E) 20x9 mm

17. Aşağıdakilerden hangisi termik manyetik şalterin bir arızadan dolayı açtığını gösteren konumdur?

- A) ON B) I C) OFF D) TRIP E) O

18. Aşağıdakilerden hangisi yangın koruma rölesinin açma sınırı akım değeridir?

- A) 30 mA B) 300 mA C) 30 A D) 300 A E) 1000 mA

19. Aşağıdakilerden hangisi pano kumanda devresinde kullanılan kablo kesitidir?

- A) 1,5 mm² B) 2,5 mm² C) 4 mm² D) 6 mm² E) 10 mm²

20. Aşağıdakilerden hangisi panolarda kullanılan neon ampullü sinyal lambalarının çalışma gerilimidir?

- A) 12 V AC B) 12 V DC C) 220 V AC D) 24 V AC E) 24 V DC



KOMPANZASYON PANOLARI

11. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

11.1. KOMPANZASYON SİSTEMİ VE HESAPLAMALARI

11.2. KOMPANZASYON PANOSU ELEMANLARI

11.3. KOMPANZASYON PANOLARINDA MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI

11.4. KONDANSATÖR KADEME ELEMANLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

11.5. REAKTÖRLÜ KOMPANZASYON PANOLARINDA REAKTÖR BAĞLANTILARI

11.6. REGLERİN, AKIM TRAFOLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

11.7. KOMBİ SAYAÇ ENDEKSİNDEN SİSTEMİN CEZA ORANININ HESABI

11.8. KOMPANZASYON PANOLARINDA HAVALANDIRMA VE AYDINLATMA

11.9. KOMPANZASYON SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Kompansasyon hesabı, pano devre elemanları ve elemanların bağlantısı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kompansasyon panolarının nerelerde kullanıldığını biliyor musunuz?

TEMEL KAVRAMLAR

Kompansasyon, kompansasyon panosu, endüktif reaktif güç, endüktif kapasitif güç, kondansatör ve kondansatör kademesi, reaktif güç kontrol rölesi, şönt reaktör.

11.1. KOMPANZASYON SİSTEMİ VE HESAPLAMALARI

Elektrik enerjisinin dağıtımı sırasında, reaktif gücün ölçülmesini ve dengelenmesini sağlayan sisteme **kompanzasyon sistemi** denir. Şebekeye bağlı bobinli alıcılar (motor, trafo vb.) manyetik alanların temini için şebekeden endüktif reaktif güç çeker. Şebeke aktif gücün yanında reaktif güç ile de yüklenir. İş yapmayan ve sadece manyetik alan oluşturmaya yarayan bu güç iletim hatlarında, transformatör ve kablolarda gereksiz kayıplara neden olur. İletken kesitleri ve transformatör boyutları büyür. Bu durumda verimsiz bir elektrik dağıtım altyapısı ortaya çıkar.

Bu kayıplar yok edildiğinde elektrik santralleri daha az yüklenir. Transformatörlerden çekilen güç azalır. Dolayısıyla daha küçük güçte transformatör daha küçük kesitte kablo kullanılarak maliyet büyük ölçüde düşürülür. Bu yüzden 9 kW'tan büyük kurulu güçte sahip tesislerde kompanzasyon sistemi kurulması zorunludur. Kompanzasyon sistemi, tesislerin ihtiyaç duyduğu reaktif enerjiyi şebekeden çekmek yerine kendisi üretir. Tüketilen endüktif reaktif gücü ölçer, eşit miktarda kapasitif reaktif güçte sahip kondansatör kademelerini devreye sokar. Böylece reaktif güç tüketimi kompanzasyon sistemi tarafından dengelenir.

11.1.1. AC Elektrik Devrelerinde Güç

Elektrik devrelerinde aktif, reaktif ve görünür güç olmak üzere üç çeşit güç vardır.

Aktif Güç: Omik alıcıların çektiği güce **aktif güç** denir. P ile gösterilir. Birimi W'tır (watt). Formülü

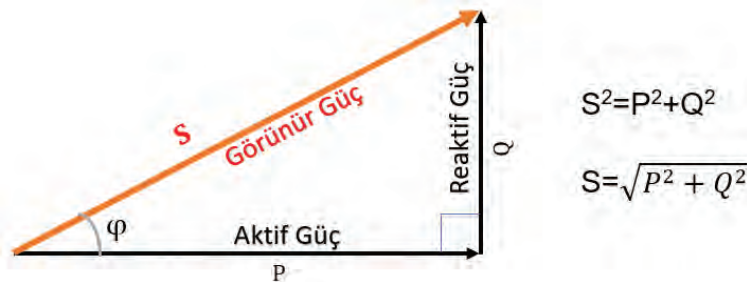
$P = U.I.\cos\varphi$... W'tır. Isıtıcılar, akkor flamanlı lambalar omik alıcıdır ve aktif güç çekerek bu gücü gözle görülen bir işe dönüştürür.

Reaktif (Kör) Güç: Bobinli alıcıların çektiği güce **reaktif (kör) güç** denir. Q ile gösterilir. Birimi VAR'dır (volt amper reaktif). Formülü $Q = U.I.\sin\varphi$... VA'dır. AC motor ve transformatör gibi alıcılar bu gücü çekerek manyetik alanın oluşmasını sağlar. Bobinli alıcılar endüktif reaktif güç çekerken kondansatörlü alıcılar kapasitif reaktif güç çeker.

Görünür Güç: Aktif ve reaktif gücün vektörel toplamına **görünür güç** denir. S ile gösterilir. Birimi VA'dir (volt amper). Formülü $S=U.I$... VA'dir. Harcanan toplam bileşke gücü ifade eder.

11.1.2. Güç Üçgeni

Aktif, reaktif ve görünen güç arasındaki bağıntıyı gösteren üçgene **güç üçgeni** denir. Güç üçgenine göre görünür güç, aktif ve reaktif güçlerin karelerinin toplamının kareköküne eşittir (Görsel 11.1).



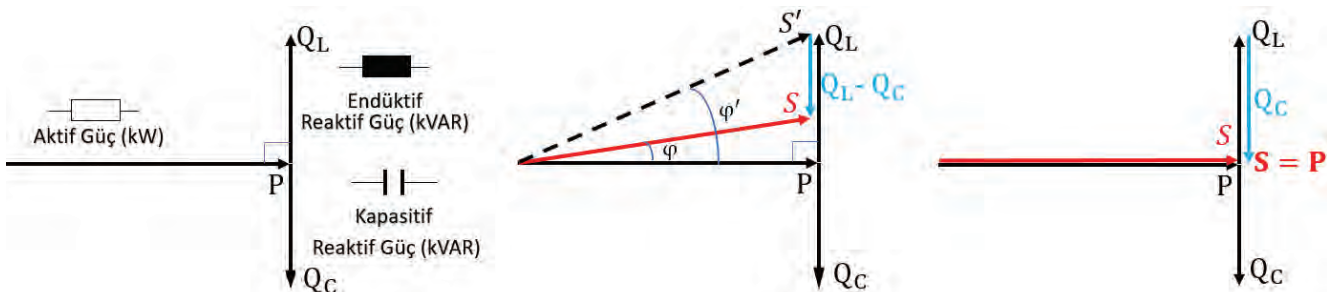
Görsel 11.1: Güç üçgeni

11.1.3. Endüktif Reaktif Ve Endüktif Kapasitif Güç

Endüktif Reaktif Güç: Endüktif yüklerin çektiği güçtür. Q_L ile gösterilir.

Endüktif Kapasitif Güç: Kapasitif yüklerin çektiği güçtür. Q_c ile gösterilir.

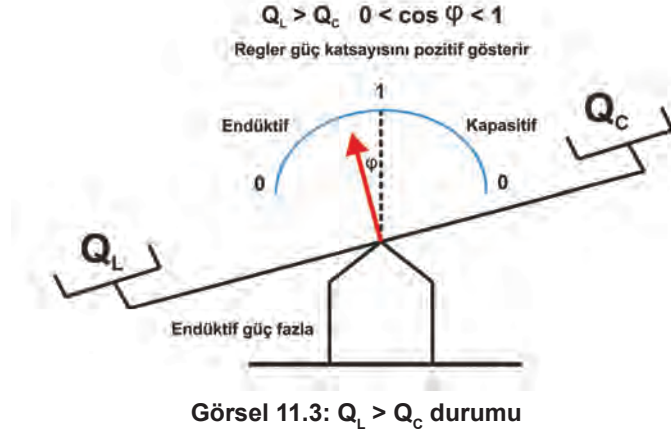
Endüktif reaktif güç ile kapasitif reaktif güç arasında 180° faz farkı vardır. Bu güçlerin vektörel toplamı sıfırdır. Kompanzasyon işlemi, bu gerçekten yola çıkarak gerçekleştirilir. Tesisin tükettiği endüktif reaktif güç değeri kadar kondansatör devreye sokulur ve kapasitif reaktif güç üretilerek iki değer eşitlenir. Bu durumda görünür güç, aktif güce eşit olur. Tesislerde ideal olan ve istenen güç dengesi budur (Görsel 11.2).



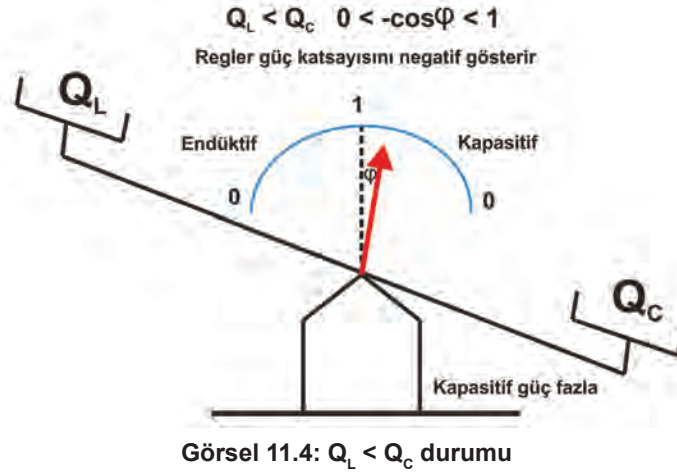
Görsel 11.2: Endüktif reaktif ve kapasitif reaktif güç

11.1.4. Reaktif Güç Dengesi

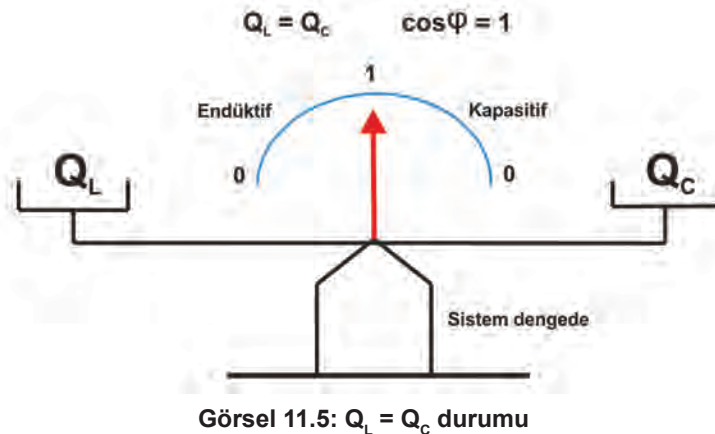
$Q_L > Q_C$ Durumu: Bir elektrik tesisinde çekilen endüktif gücün artması, güç katsayısını ($\cos \varphi$) endüktif bölgede sıfıra yaklaştırır. Bu durum endüktif reaktif sınır değerinin aşılmasına ve faturada endüktif oran aşılacağından cezaya girilmesine sebep olur (Görsel 11.3).



$Q_L < Q_C$ Durumu: Bir elektrik tesisinde çekilen kapasitif gücün artması, güç katsayısını ($\cos \varphi$) kapasitif bölgede sıfıra yaklaştırır. Bu durumda kapasitif reaktif sınır değeri aşılabacağından faturaya ceza ücreti yansır (Görsel 11.4).



$Q_L = Q_C$ Durumu: Bir elektrik tesisinde, endüktif yüke eşit miktarda kondansatör devreye girerse endüktif reaktif güçle endüktif kapasitif güç eşitlenir ($Q_L = Q_C$). Bu durumda güç katsayısı ideal değere ulaşır ve $\cos \varphi = 1$ olur. Reaktif güç 0 (sıfır) olduğu için görünür güç, aktif güce eşit olur ($S=P$). Şebekeden herhangi bir reaktif güç çekilmez ya da şebekeye herhangi bir reaktif güç verilmez. Bunun anlamı tesisin tam olarak kompanze edilmiş olmasıdır. Dolayısıyla ceza sınırı aşılmaz.



Kompanzasyon sisteminde kullanılacak toplam kondansatör gücü, çalışan işletmelerde detaylı güç ölçümleri yapılarak ya da kurulu gücün %55-60'ı alınarak bulunur. Kademeler, reaktif güç değişiklikleri ve işletme çalışma saatleri dışında çalışacak alıcılar da hesaba katılarak küçükten büyüğe doğru tespit edilir. İyi bir kompanzasyon sistemi her yük değişimini dengeleyecek kademe çeşitliliğine sahip olmalıdır.

11.2. KOMPANZASYON PANOSU ELEMANLARI

Kompanzasyon panosunda kullanılan elemanlar aşağıda verilmiştir.

11.2.1. Reaktif Güç Kontrol Rölesi (Regler)

Elektrik tesislerinde tüketilen aktif ve endüktif / kapasitif reaktif güç miktarını anlık olarak ölçen, tüketim değerlerine göre kondansatör kademelerini devreye alan ya da devreden çıkaran elemandır. Kısaca kompanzasyon sisteminin beynidir. Röle seçiminde, kademe sayısı ve sistemde reaktör olup olmamasına dikkat edilir.

11.2.2. Kondansatörler

Kondansatörler, tesisin ihtiyaç duyduğu kapasitif reaktif enerjiyi üreten devre elemanlarıdır. Çalışma gerilimlerine göre belirli güçlerde üretilir (Tablo 11.1). Kompanzasyon sistemi içinde kademeler hâlinde kullanılır. Kademelendirme, tesisin reaktif endüktif güç değişimlerini karşılayacak şekilde olmalıdır. Bunun için tam kapasite çalışma anı, sürekli devreye girip çıkan elemanların anlık reaktif güç değerleri, gece ve tatil günleri çalışmayan alıcılar ile sadece gece aydınlatmasını sağlayan alıcılar dikkate alınmalıdır. Kondansatör kademeleri, işletmenin karakteristiğini yansıtmıyorsa sistem sık sık cezaya girebilir.

Tablo 11.1: AG Kompanzasyon Sistemlerinde Kullanılan Kondansatör Değerleri

Çalışma Gerilimleri (V)	230-400-415-440-480-525-580-600-690-760 V
230 V 50 Hz Güç Değerleri (kVAR)	0,25-0,5-1-1,5-2,5-5-10 kVAR
400 V 50 Hz Güç Değerleri (kVAR)	0,5-1-1,5- 2,5 - 5 -7,5-10-12,5-15-20-25-30 kVAR

Not: Farklı gerilim değerlerine göre kondansatör kapasiteleri mevcuttur.

11.2.3. Sigortalar

Sigortalar, kompanzasyon sisteminde kullanılan devre elemanlarını kısa devre ve aşırı akıma karşı koruyan devre elemanlarıdır. Kondansatör sigortalarının seçiminde, devreye girerken çektikleri akım ile şebeke harmonikleri de göz önüne alınır. Buna göre sigorta akımı, kondansatör akımından 1,7 kat büyük seçilir. Regler, sinyal lambası ve ölçü aletleri için B tipi sigorta kullanılır ve 4-6 A gibi küçük değerlerde seçilir.

11.2.4. Kontaktörler

Kontaktörler, reglerden gelen tetikleme sinyaline göre ilgili kondansatör kademesini devreye alıp çıkarmada anahtarlama elemanı olarak kullanılır. Kontaktörler, endüktif yükte sürekli taşıyabilecekleri kondansatör akımının 1,25 ile 1,8 katından küçük olmayacak şekilde seçilir. Kompanzasyon için üretilmiş özel tip kontaktörler mevcuttur.

11.2.5. Termik Manyetik Şalterler (TMS)

Termik manyetik şalterlerin akım değeri, kumanda ettikleri kondansatör gruplarının toplam akımından 1,3 kat fazla olacak şekilde seçilmelidir. 200 A ve üzeri şalterlerde ise ark söndürme hücreleri bulunmalıdır.

11.2.6. Akım Trafoları

Akım transformatörlerinin primer sargısı şebekeye seri bağlanır. Sekonder sargı uçları ise reaktif güç kontrol rölesine bağlanır. Yükte iken sekonder uçları boş bırakılmamalıdır.

11.2.7. Baralar

Kompanzasyon sisteminde elektrolitik bakırdan yapılan baralar kullanılır. Bara kesitleri, sürekli taşıyacakları akımın %20 fazlası olmalıdır.

11.2.8. Kablo ve Klemensler

Kompanzasyon panolarında iletken olarak kontaktör ve kondansatörler arasındaki bağlantılarda NYA, pano kapağında bulunan ölçü aletleri ile sinyal lambalarının bağlantılarında NYAF, kompanzasyon panosu ile AG panosu arasındaki bağlantılarda ise NYY kabloları kullanılır. Panolarda kullanılan bütün klemensler ray tipi ve kablo kesitine uygun olmalıdır.

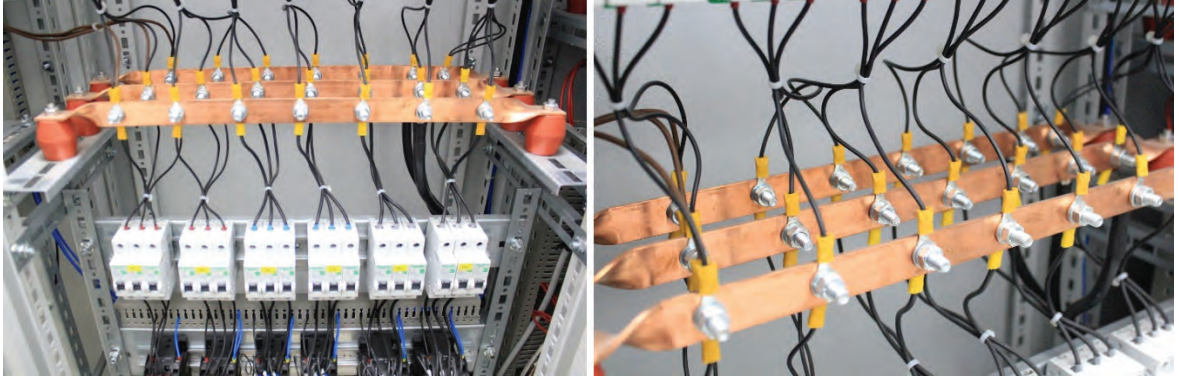
11.3. KOMPANZASYON PANOLARINDA MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI

Kompanzasyon panolarında kondansatör kademe barası, bir termik manyetik şalterle dağıtım panosu ana barasından ayrılır. Bu sayede kompanzasyon sisteminin bakımı ve onarımı sırasında tesisin tümünün enerjisiz kalması önlenir. Panolarda kullanılan bara kesitleri ve yükleme akımları Tablo 11.2’de verilmiştir.

Tablo 11.2: Bazı Bara Boyutları ve Yükleme Akımları

BARA BOYUTU (mm)	DEVAMLIL YÜKLEME AKIMI (A) 50 HZ AC		BARA BOYUTU (mm)	DEVAMLIL YÜKLEME AKIMI (A) 50 HZ AC		BARA BOYUTU (mm)	DEVAMLIL YÜKLEME AKIMI (A) 50 HZ AC	
	Boyalı	Boyasız		Boyalı	Boyasız		Boyalı	Boyasız
12x2	125	110	20x5	325	290	40x3	460	420
15x2	155	140	25x3	300	270	40x5	600	520
15x3	185	170	25x5	385	350	40x10	835	750
20x2	205	185	30x3	350	315	50x5	600	630
20x3	245	220	30x5	450	400	50x10	1025	920

Kademe bağlantıları için baralardan hat alınır. Her bir kademe bağlantısı için baradan alınan hat, kademe sigortası ve kontaktör üzerinden kondansatöre bağlanır. Bara bağlantılarında somunlu cıvata kullanılır. Bağlantı sırasında somunların gerekli tork ile sıkıldığından emin olunmalıdır (Görsel 11.6).



Görsel 11.6: Kompanzasyon panolarında kademelerin baraya bağlantısı

11.4. KONDANSATÖR KADEME ELEMANLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

Kondansatörler her fazdan kVAR başına 1,45 A akım çeker. Örneğin 10 kVAR’lık bir kondansatör her fazdan 14,5 A akım çeker. Kademe iletkenleri, uygun kesit ve sehimde olmalı, pabuç veya yüksük kullanılarak iletkenlerin bağlantıları yapılmalıdır (Görsel 11.7).



Görsel 11.7: Kompanzasyon panolarında kondansatörlerin bağlantısı

Kondansatörler zamanla kapasitelerini yitirir ve üzerinde yazan güç değerinden daha az güç üretir. Bu durum düzenli olarak kondansatörlerin faz akımları ölçülerek kontrol edilir. Çekilen akım normal değerinden aşağıya düştüğünde kondansatör değiştirilmelidir.

11.5. REAKTÖRLÜ KOMPANZASYON PANOLARINDA REAKTÖR BAĞLANTISI

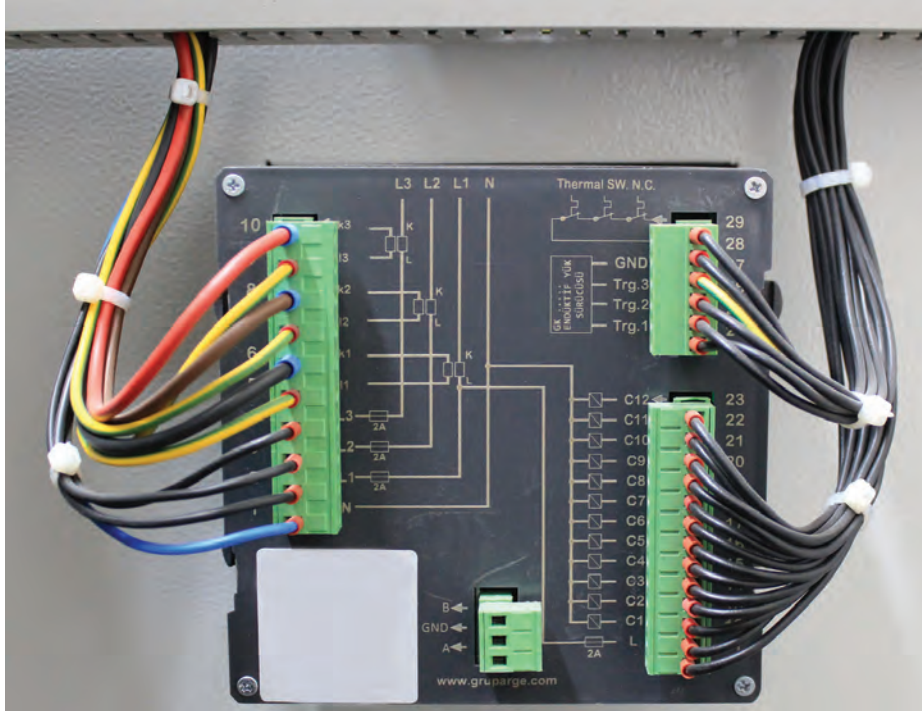
Şönt reaktör, kompanzasyon sırasında fazla gelen kapasitif reaktif gücü sönmleyen elemandır. Sisteme endüktif yük olarak bağlanır ve devredeki fazla kapasitif reaktif gücü karşılayarak istenen dengeyi sağlar. Örneğin 9 kVAR güç çekilirken devreye 10 kVAR'lık kondansatör kademesi girse fazladan 1 kVAR'lık güç oluşur ve kademenin devrede kaldığı süre boyunca 880 endeksini yükseltir. Bu durumda regler devreye girip reaktör sürücüsünü anahtarlayarak kapasitif reaktif gücü reaktör üzerinde sönmüler. Böylece fazla kapasitif reaktif güç, reaktör üzerinde harcanarak yüzde yüz kompanzasyon sağlanmış olur (Görsel 11.8).



Görsel 11.8: Kompanzasyon panolarında reaktörler ve reaktör sürücüsü

11.6. REGLERİN, AKIM TRAFOLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

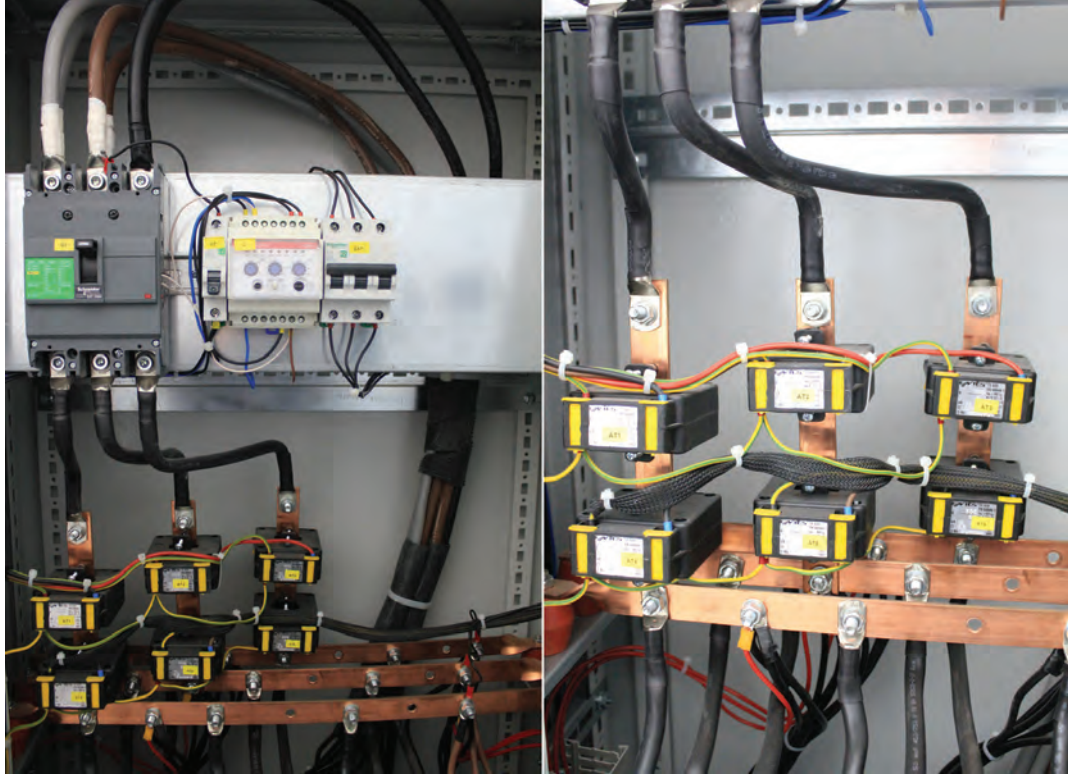
Reaktif güç kontrol rölesi, tesisin elektriksel parametrelerini anlık ölçerek kondansatör kademelerini sürekli devreye alır veya devreden çıkarır. Bu röleler, 12-15-18 gibi değişik kademe sayılarına sahiptir. Kademe kontaktörünün A1 ucu reglerin ilgili kademe ucuna, A2 ucu ise nötre bağlanır. Bu şekilde reglerden kumanda sinyalini alan kontaktör, bu sinyal kesilinceye kadar kondansatör kademesini devrede tutar.



Görsel 11.9: Kompanzasyon panolarında reglerin uç bağlantısı

Görsel 11.9'da verilen reglerde 1-4 gerilim uçları, 5-10 akım uçları, 11 kademelerin faz beslemesi, 12-23 kademe çıkışları, 24-26 reaktör sürücü uçları ve 28-29 reaktör ısı kontrol uçlarıdır. Regler bağlantılarından sonra menü ile gerekli ayarlar yapılır. Bunlar akım trafosu dönüştürme oranı, kademe sayısı, kondansatör gücü ile faz çeşidi, kademelerin devreye girme ve devreden çıkma süreleri gibi ayarlardır.

Akım trafolarının primer uçları, tesisin tüm akımını ölçecek noktalara bağlanır. Sekonder uçların bağlantı-sıya şemaya uygun olarak reglerin ölçüm uçlarına yapılır. Genelde S1 uçları, her faz için ayrı olarak reglere getirilir. S2 uçları köprülendikten sonra köprü noktası topraklanır. Reglerin S2 uçları köprülenir. Akım trafosu ve reglerin köprülenen uçları tek hat olarak birleştirilir (Görsel 11.10).



Görsel 11.10: Kompanzasyon panolarında akım trafolarının montajı

11.7. KOMBİ SAYAÇ ENDEKSİNDEN SİSTEMİN CEZA ORANININ HESABI

Ülkemizde izin verilen reaktif güç tüketimlerinin, tüketilen aktif güce oranları Tablo 11.3'te verilmiştir. Buna göre işletmelerde sözleşme gücü 9-29,9 kW arası %33 reaktif sınır ve %20 kapasitif sınır aşıldığı zaman ceza uygulanır. 30 kW üstü abonelerde ise %20 reaktif sınır ve %15 kapasitif sınır aşıldığı zaman ceza uygulanır. Bu ceza oranları ihtiyaç hâlinde yetkili organlar tarafından yönetmelik ile daha aşağı çekilebilir.

Tablo 11.3: Sözleşme Gücü ve Güç Tüketim Oranları

SÖZLEŞME GÜÇLERİ	ENDÜKTİF GÜÇ TÜKETİM ORANI	KAPASİTİF GÜÇ TÜKETİM ORANI
30 kW'tan küçük	%33	%20
30 kW'tan büyük	%20	%15

Örnek: Tablo 11.4'te verilen fatura bilgilerine göre, 75 kW güce sahip tesisin cezada olup olmadığını hesaplayınız.

Tablo 11.4: Tesis Endeks Özellikleri

ENDEKS TİPİ	İLK ENDEKS DEĞERİ	SON ENDEKS DEĞERİ	ENDEKS ÖZELLİĞİ
180	1100 kWh	2600 kWh	Aktif enerji endeksi
580	250 kVARh	320 kVARh	Endüktif reaktif enerji endeksi
880	180 kVARh	360 kVARh	Kapasitif reaktif enerji endeksi

180 endeksi tüketim = Son endeks - İlk endeks = 2600 - 1100 = 1500 kWh

580 endeksi tüketim = Son endeks - İlk endeks = 320 - 250 = 70 kVARh

880 endeksi tüketim = Son endeks - İlk endeks = 360 - 180 = 180 kVARh

Endüktif Güç: 75 kW için endüktif reaktif ceza oranı 0,20'den küçük olmalıdır.

Endüktif reaktif güç tüketimi/aktif güç tüketimi = $70/1500 = 0,0466$

$0,0466 < 0,20$ olduğundan **sistem cezada değildir.**

Kapasitif Güç: 75 kW için kapasitif reaktif ceza oranı 0,15'ten küçük olmalıdır.

Kapasitif reaktif güç tüketimi/aktif güç tüketimi = $180/1500 = 0,12$

$0,12 < 0,15$ olduğundan **sistem kapasitiften cezadadır.**

11.8. KOMPANZASYON PANOLARINDA HAVALANDIRMA VE AYDINLATMA

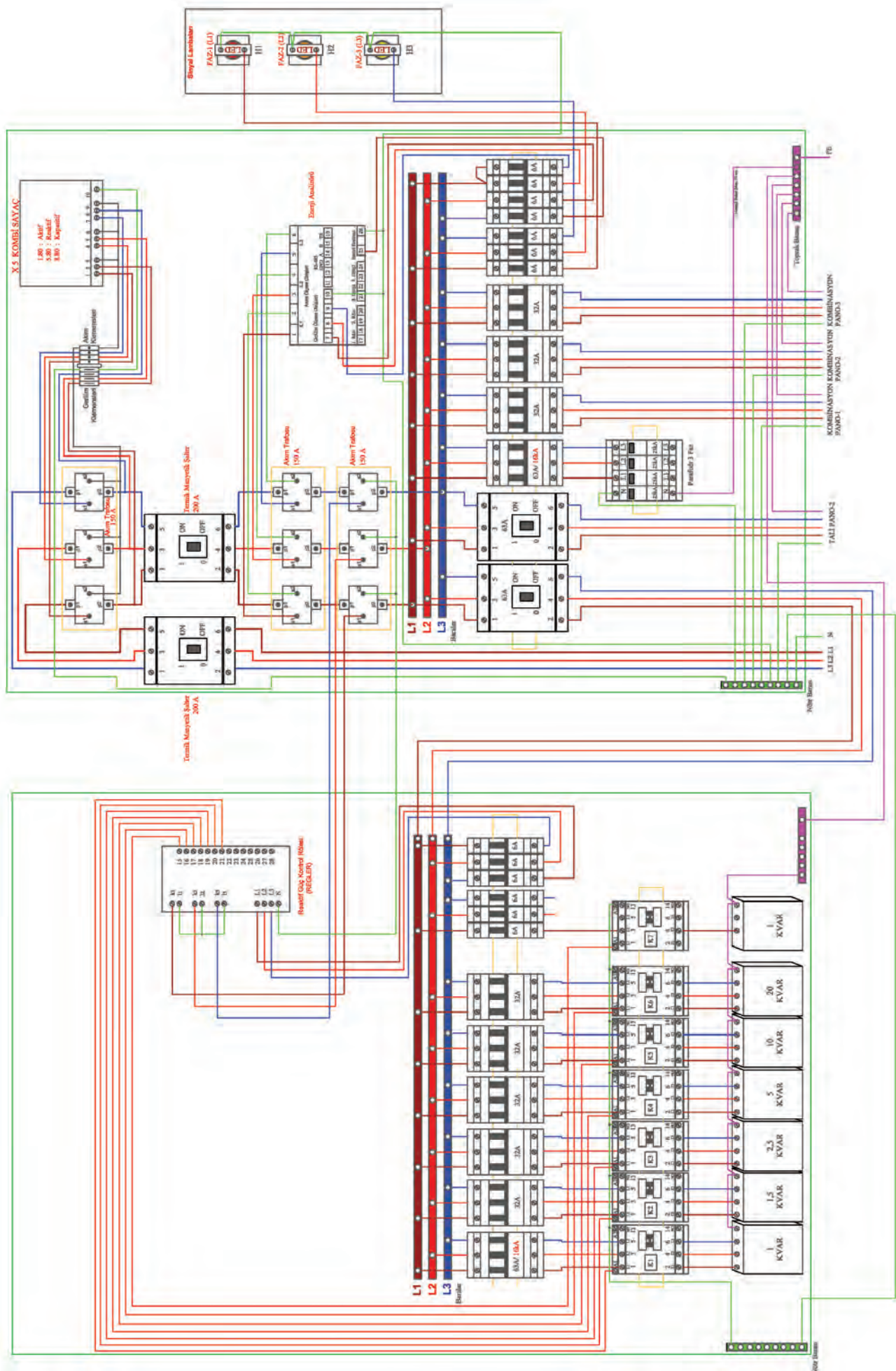
Tüm panolarda olduğu gibi kompanzasyon panolarında da aydınlatma tesisatı kurulur. Kondansatör ve reaktörlerde meydana gelen ısınin dışarı atılması için de havalandırma fanı konur. Bu tesisatlarda meydana gelecek kısa devre ve aşırı akıma karşı koruma için ayrı bir sigorta konmalıdır (Görsel 11.11).



Görsel 11.11: Kompanzasyon panolarında aydınlatma ve havalandırma

11.9. KOMPANZASYON SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

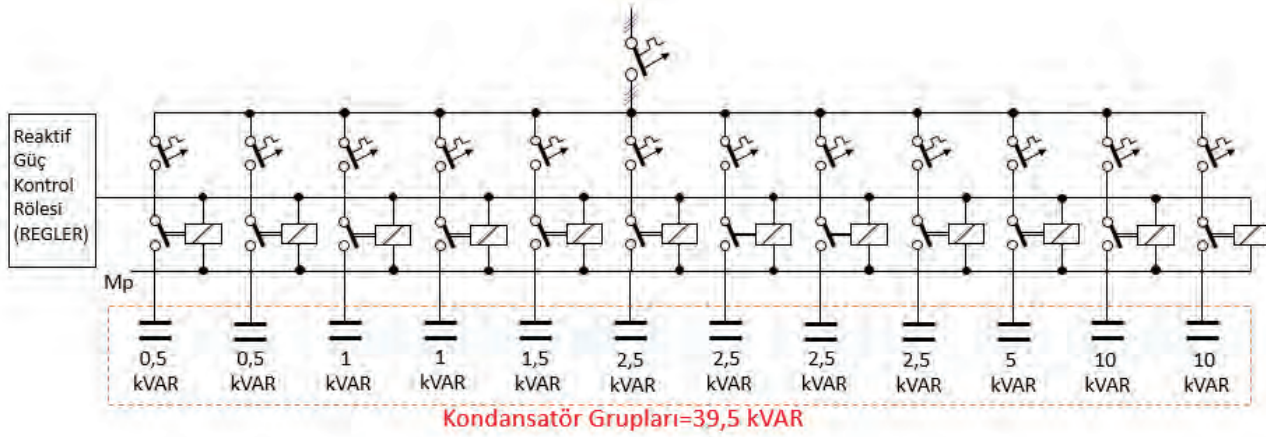
- Kompanzasyon sistemlerinde hedef, güç katsayısının ($\cos \phi$) 1'e çıkarılmasıdır.
- Büyük elektrik tesislerinde yükün fazla olması sebebiyle kompanzasyon panosu ile dağıtım panosu ayrı tesis edilir (Görsel 11.12).
- Akım transformatörü uçları (S1-S2) reglere doğru bağlanmalıdır. Aksi durumda doğru ölçme yapamayan regler kondansatör kademelerini devreye alamaz.
- Akım transformatörü sistemin toplam akımını ölçecek noktaya konmalıdır. Akım transformatörünün S2 ucu mutlaka topraklanmalıdır.
- Kondansatörler devreden çıkarken büyük arklar oluşur. Bu nedenle, kullanılacak kontaktörlerin açma süresi küçük olmalıdır.
- Kondansatörler devreden çıktıktan ve deşarj süresi kadar bekledikten sonra tekrar devreye alınmalıdır. Deşarj olmadan tekrar şebekeye bağlanan kondansatör aşırı gerilim nedeniyle patlayabilir. Bunu önlemek için regler kondansatör devreye alma çıkarma süreleri çok aşağıya düşürülmemelidir.
- Kondansatör gruplarına kumanda eden kontaktörlerin, açma anında ark etkisi ile kontaklarının yanmasını önlemek için kontaktör akımları kondansatör akım değerinin 1,25 ile 1,8 katı büyük seçilmelidir.
- Kondansatör sigorta akımları kondansatör akımından 1,7 kat daha büyük seçilmeli, gecikmeli tip (C tipi) sigorta kullanılmalıdır.
- Kompanzasyon sisteminde gevşek irtibat noktası bırakılmamalıdır (gevşek kablo pabuç vidası ya da klemens vidası vb.). Gevşek irtibat noktasında oluşan elektrik arkı yangına sebep olabilir.
- Kondansatör akımları periyodik olarak pens ampermetre ile ölçülmeli, çektiği akım değeri düşen kondansatörler değiştirilmelidir.
- Aşırı ısınan ve şişerek şekli bozulmuş kondansatörler derhâl değiştirilmelidir.
- Kontaktörlerin arkı dolaylı kontakları yapışabilir. Bu durum kondansatörün sürekli devrede kalacağı anlamına gelir. Kompanzasyon panoları belirli periyodlar ile kontrol edilmeli, bakımları aksatılmamalıdır.
- Elektrik faturalarındaki tüketim değerlerinden sistemin cezada olup olmadığı kontrol edilmelidir. Sistem cezadaysa ya da ceza sınırına çok yakınsa gerekli iyileştirme ve kontroller yapılmalıdır.



Görsel 11.12: Kompanzasyon panosu ile dağıtım panosunun ayrı tesis edilmesi

AMAÇ: 65 kVA'lık bir tesis için kompanzasyon kurulu gücü hesaplamak ve kondansatör kademelerinin güç değerlerini tespit etmek.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 11.13: Kompanzasyon panosu kondansatör kademelerinin güç dağılımı

Not: 65 kVA kurulu güç için $65 \times 0,6 = 39$ kVAR kondansatör gücü normal şartlarda yeterli olacaktır.

İŞLEM BASAMAKLARI

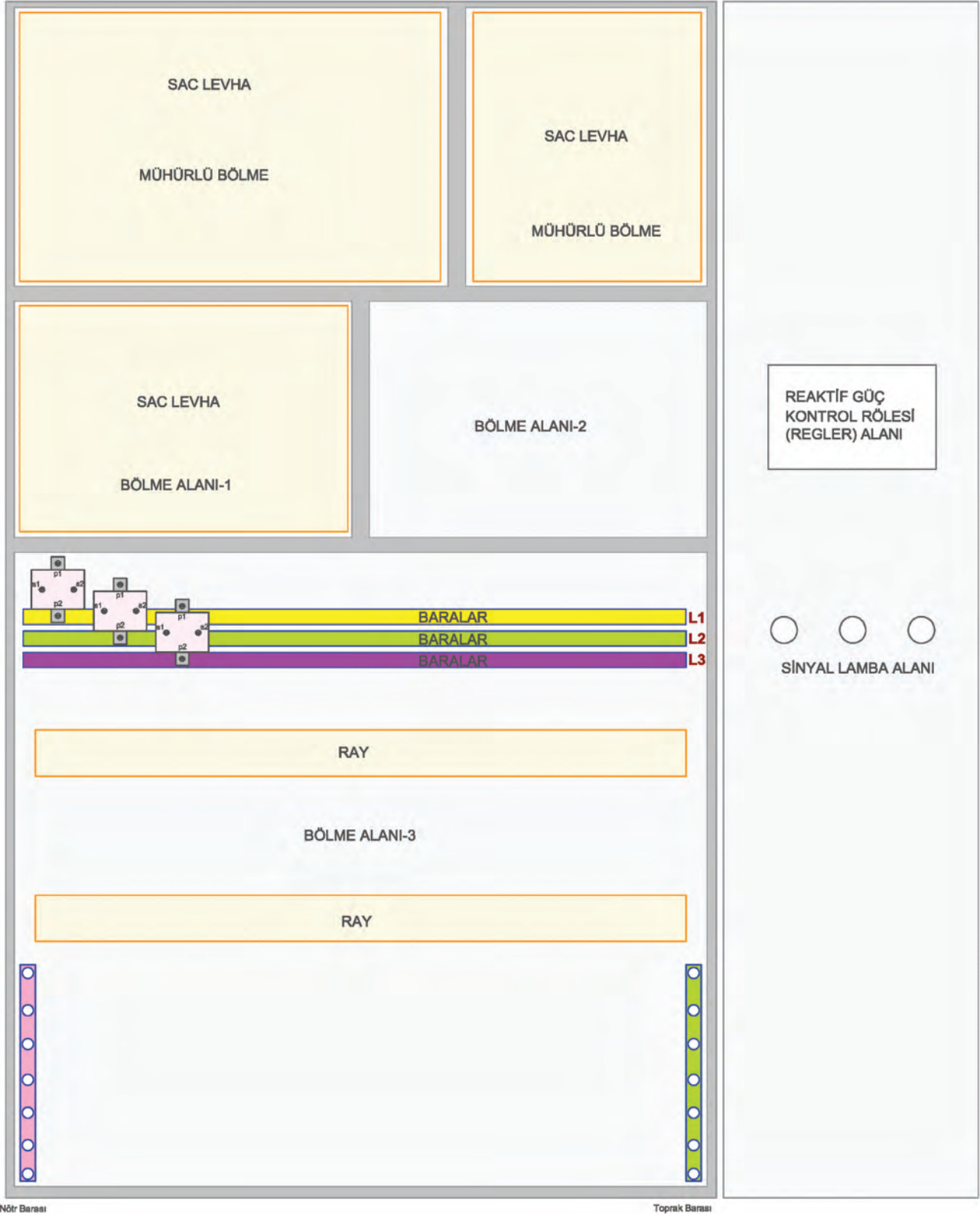
1. Küçük kademelerin tespitinde küçük güçlü alıcıları, gece aydınlatması gibi ayrı ve uzun süre çalışan sistemleri göz önünde bulundurunuz (Görsel 11.13).
2. Küçük kademelerin, büyük güçlü alıcıların endüktif reaktif gücünü dengeleyecek küsurları bulundurmasına dikkat ediniz.
3. Kademelerin, devreden çıktıktan sonra tekrar devreye girmeden önce deşarj olması gerektiği için yük değişiminin hızlı olduğu işletmelerde kademeleri yedekli belirleyiniz.
4. Kademeleri, reglerin kademe sayısına göre dağıtınız.
5. Kademelerin işletme yük karakteristiğine uygunluğunu kontrol ediniz.

SORULAR

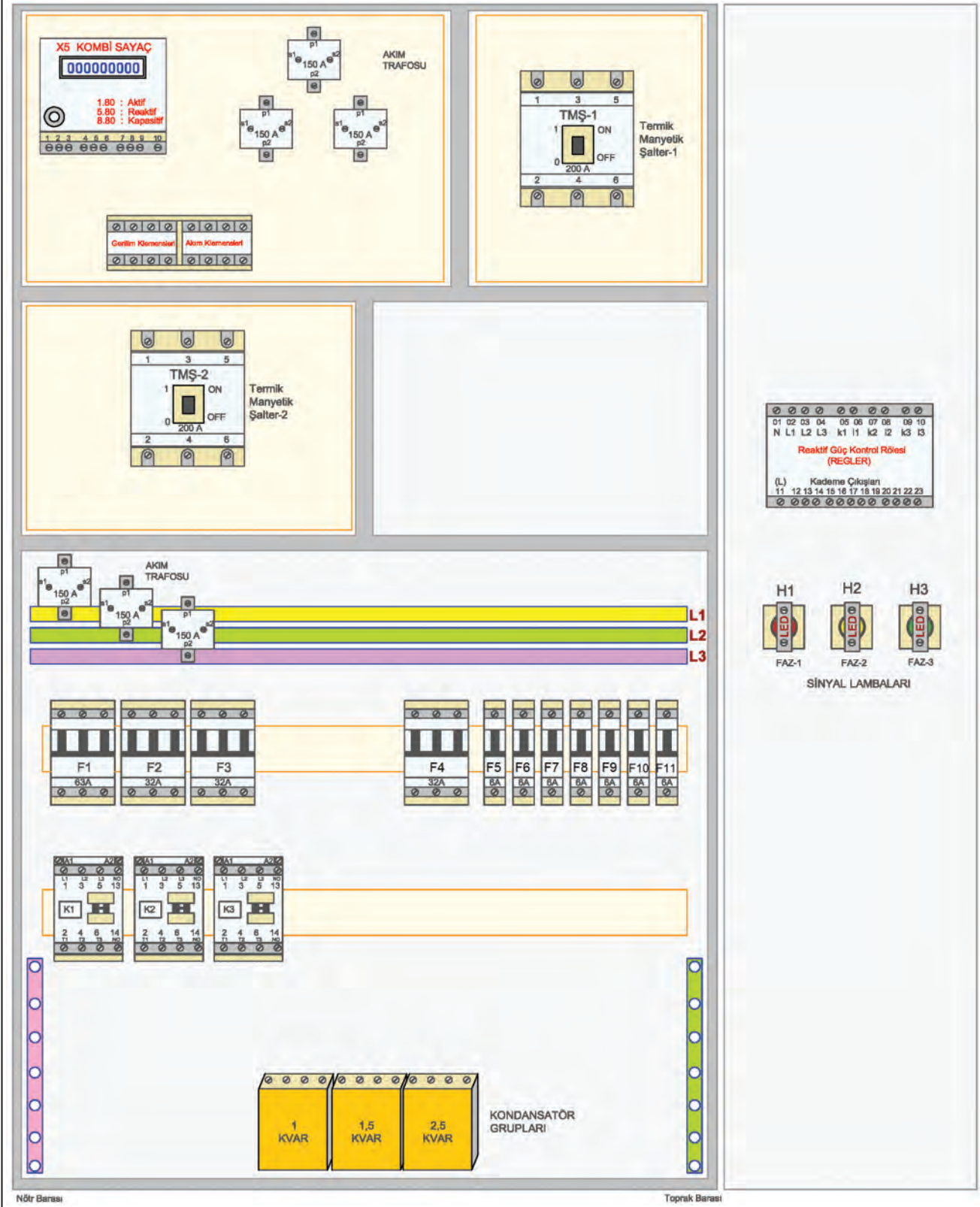
1. Standart bir fazlı kondansatör güçlerini sıralayınız.
2. Standart üç fazlı kondansatör güçlerini sıralayınız.
3. 100 kVA kurulu güç değeri için toplam kondansatör gücünü hesaplayarak kademelere ayırınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kondansatör hesabının kavranması	20	
Numarası :	2	Kondansatör güçlerinin dağılımının kavranması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kondansatör şemasının incelenmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Kondansatör kademelerinin güç dağılımı	20	
İmza :	5	Çizimin teknik resim kurallarına uygunluğu	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Üç kademeli kompanzasyon panosu malzemelerini monte etmek.



Görsel 11.14: Kompanzasyon panosunun montaja hazırlanması



Görsel 11.15: Kompanzasyon panosu elemanlarının montajı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kompanzasyon panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Akım trafosu	Pano kurulu gücüne uygun	6 adet
X5 kombi sayaç		1 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensleri		
Reaktif güç kontrol rölesi		1 adet
Termik manyetik şalter (TMŞ)	Pano kurulu gücüne uygun	2 adet
Üç fazlı sigorta	C tipi kondansatör akımı x 1,7 katı	4 adet
Bir fazlı sigorta	B tipi regler ve kademe beslemesi için	7 adet
Kontaktör	Ic x (1,25-1,8) katı akım değerine sahip	3 adet
Güç kondansatörü	Montaj şemasında verilen güçlerde	3 adet
Kablo pabucu ve yüzüğü	Kablo kesitlerine uygun	
Montaj elemanları	Somunlu civata, vida, izole bant, pense, tornavida	-
El aletleri	Anahtar takımı, pense, yan keski, kargaburnu, tornavidalar, kablo yüzük sıkma pensi, kablo pabuç sıkma pensi	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Enerji girişi için kullanılan termik manyetik şalter-1'i monte ediniz (Görsel 11.15).
2. Sayaç ve akım transformatörünü monte ediniz.
3. Akım ve gerim klemensleri için kullanılan rayı monte ediniz.
4. Ray klemenslerini raya yerleştiriniz.
5. İşletmeye ait termik manyetik şalter-2 ve regler için kullanılacak akım trafosunu monte ediniz.
6. Bara izolatörlerini monte ediniz.
7. Baraların ölçüsünü alarak baraları uygun ölçüde kesiniz, bara izolatörlerini kullanarak yerine sabitleyiniz.
8. Sigorta ve kontaktör montaj raylarının ölçüsünü alarak rayları kesiniz ve yerine monte ediniz.
9. Pano kanallarının ölçülerini alarak pano kanallarını kesiniz ve yerlerine monte ediniz.
10. Kondansatör kademe sayısı kadar sigorta ve kontaktörü raylarına monte ediniz.
11. Sayaç, regler ve sinyal lambası sigortalarını sigorta rayına monte ediniz.
12. Sinyal lambalarını pano kapağı üzerine monte ediniz.
13. Reaktif güç kontrol rölesini monte ediniz.
14. Kondansatör kaidelerini, pano içindeki yerlerine monte ediniz.
15. Kondansatörleri, kaide içine sabitleyiniz.
16. Her bir pano elemanının montaj sağlığını gözle ve elle kontrol ediniz.

SORULAR

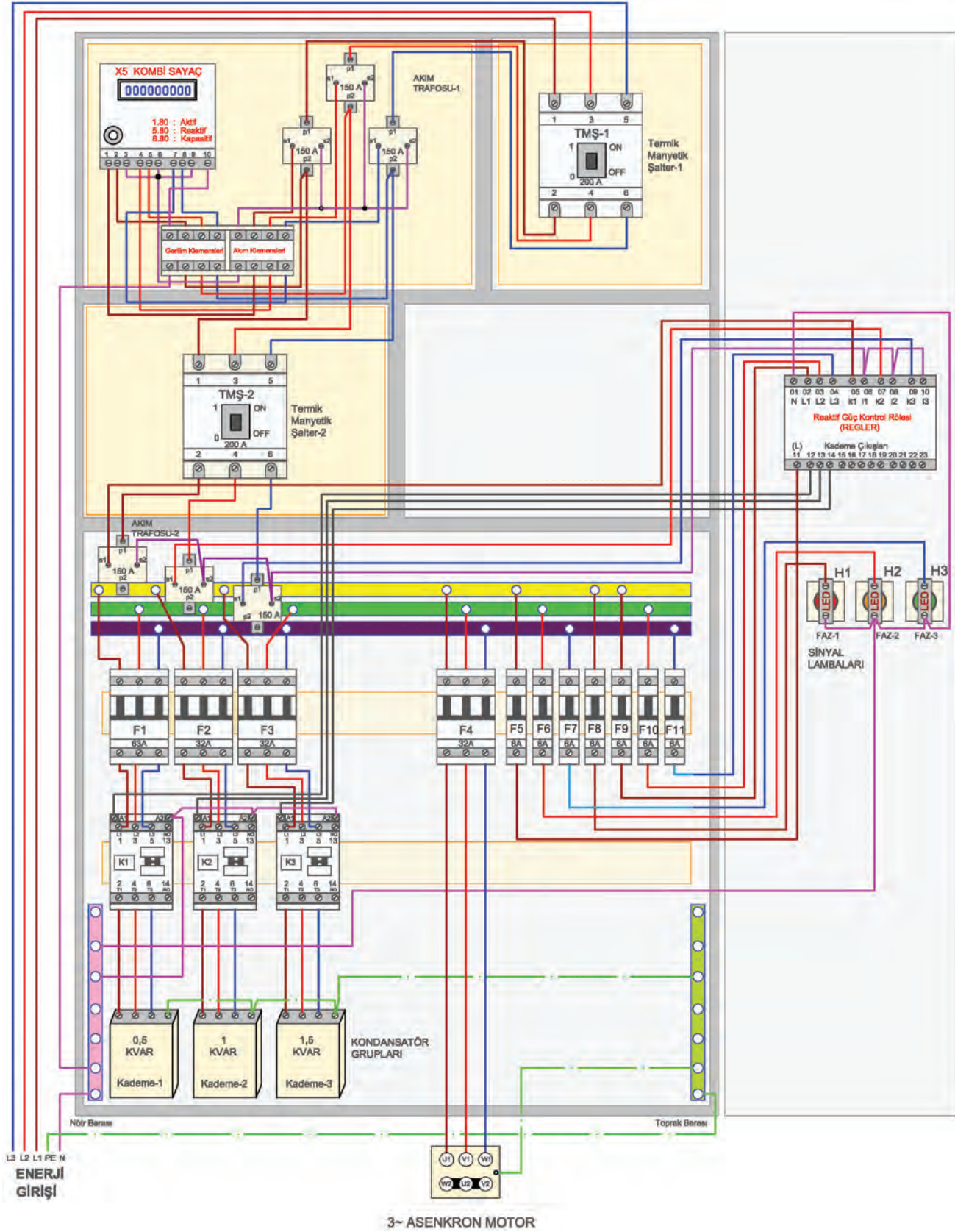


1. Pano kanallarıyla sigorta raylarının kesilmesi ve monte edilmesinde dikkat edilmesi gereken hususları yazınız.
2. Akım trafolarının yerlerine montajında dikkat edilmesi gereken hususları yazınız.
3. Sayaç ve reglerin yerine montajında dikkat edilmesi gereken hususları yazınız.

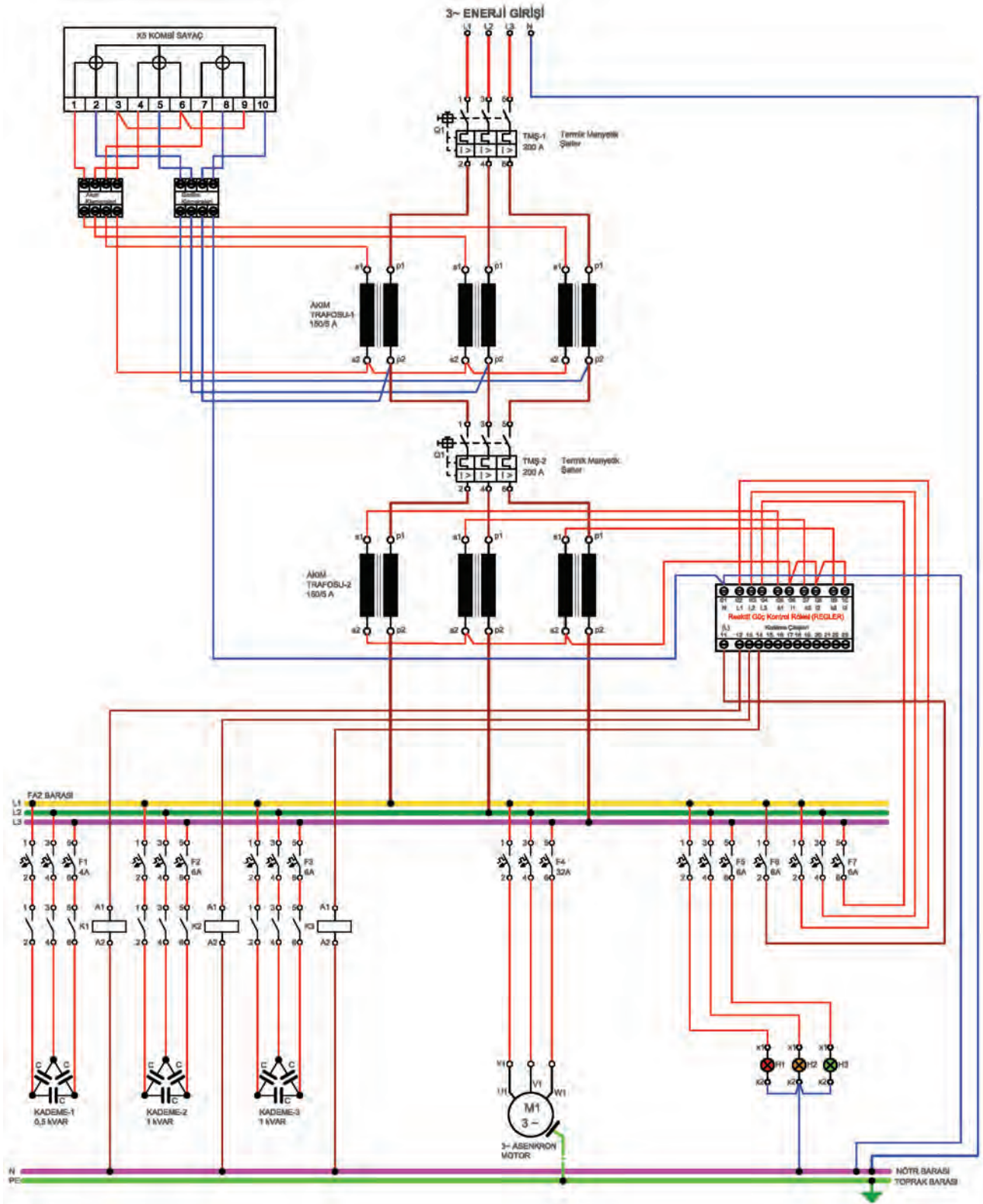
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Termik manyetik şalterlerin montajı	20	
Numarası :	2	İzolatörün ve baraların montajı	20	
ÖĞRETMEN	3	Akım trafolarının, sayacın ve reglerin montajı	20	
Adı-Soyadı :	4	Kablo kanalının ve sigorta raylarının montajı	20	
İmza :	5	Sigorta, kontaktör ve kondansatör kaidelerinin montajı	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Üç kademeli kompanzasyon panosu bağlantılarını yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 11.16: Üç kademeli kompanzasyon panosu montajı



MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kompanzasyon panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Akım trafosu	Pano kurulu gücüne uygun	6 adet
X5 kombi sayaç		1 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensleri		
Reaktif güç kontrol rölesi		1 adet
Termik manyetik şalter	Pano kurulu gücüne uygun	2 adet
Üç fazlı sigorta	C tipi kondansatör akımı x 1,7 katı	3 adet
Bir fazlı sigorta	B tipi regler ve kademe beslemesi için	7 Adet
Kontaktör	Ic x (1,25-1,8) katı akım değerine sahip	3 adet
Güç kondansatörü	Bağlantı şemasında verilen güçlerde	3 adet
Kablo pabucu ve yüzüğü	Kablo kesitlerine uygun	
NYA ve NYAF kablo	Kondansatör kademeleri akımına uygun kesitte	-
Montaj elemanları	Somunlu civata, vida, izole bant, pense, tornavida	
El aletleri	Anahtar takımı, pense, yan keski, kargaburnu, tornavidalar, kablo pabuç sıkma pensi	

İŞLEM BASAMAKLARI

- Bağlantılarda kullanılacak kabloları uygun ölçülerde kesin ve kabloların ucuna pabuç takınız.
- Giriş termik manyetik şalterden sayaç akım trafosuna kadar olan bağlantıları yapınız.
- Sayaç akım trafosundan işletme termik manyetik şalterine kadar olan kablo bağlantılarını yapınız.
- İşletme termik manyetik şalterinden bara üzerine monte edilmiş akım trafolarına kadar olan besleme hattı bağlantılarını yapınız.
- Termik manyetik şalter kablo bağlantı somunlarını alıyarak anahtar kullanarak gerekli torkta sıkınız.
- Görsel 11.17'de verilen şemaya uygun olarak 4 mm² lik kablo ile sayaç akım trafolarının S1 uçlarından sayaca kablo bağlantılarını yapınız.
- Sayaç akım trafolarının S2 uçlarını ve sayacın ilgili uçlarını köprüleyerek 4 mm² lik kablo ile bağlantılarını gerçekleştiriniz (Görsel 11.17).
- Akım trafoları S2 uçlarını topraklayınız.
- Her bir kademe için baradan sigortaya, sigortadan kontaktöre, kontaktörden kondansatöre olan güç hattını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına uygun şekilde yapınız (Görsel 11.17).
- Reaktif güç kontrol rölesinin akım trafosu ve gerilim uçlarının, kademe kontaktörlerine bağlantılarını, uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına göre gerçekleştiriniz (Görsel 11.17).
- Sinyal lambalarının bağlantısını şemada gösterildiği gibi yapınız (Görsel 11.17).
- Tüm bağlantı noktalarının sağlamlığını ve uygun torkta sıkıldığını kontrol ediniz.
- Öğretmenin kontrolünde panoya enerji veriniz.
- Reaktif güç kontrol rölesini ayarlayınız.
- Endüktif özellikli alıcı bağlayabilme durumuna göre gerekli önlemleri alarak panoyu çalıştırınız ve kondansatör kademelerinin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
- Enerjiyi keserek bağlantıları sökünüz ve malzemeleri yerlerine kaldırınız.

SORULAR

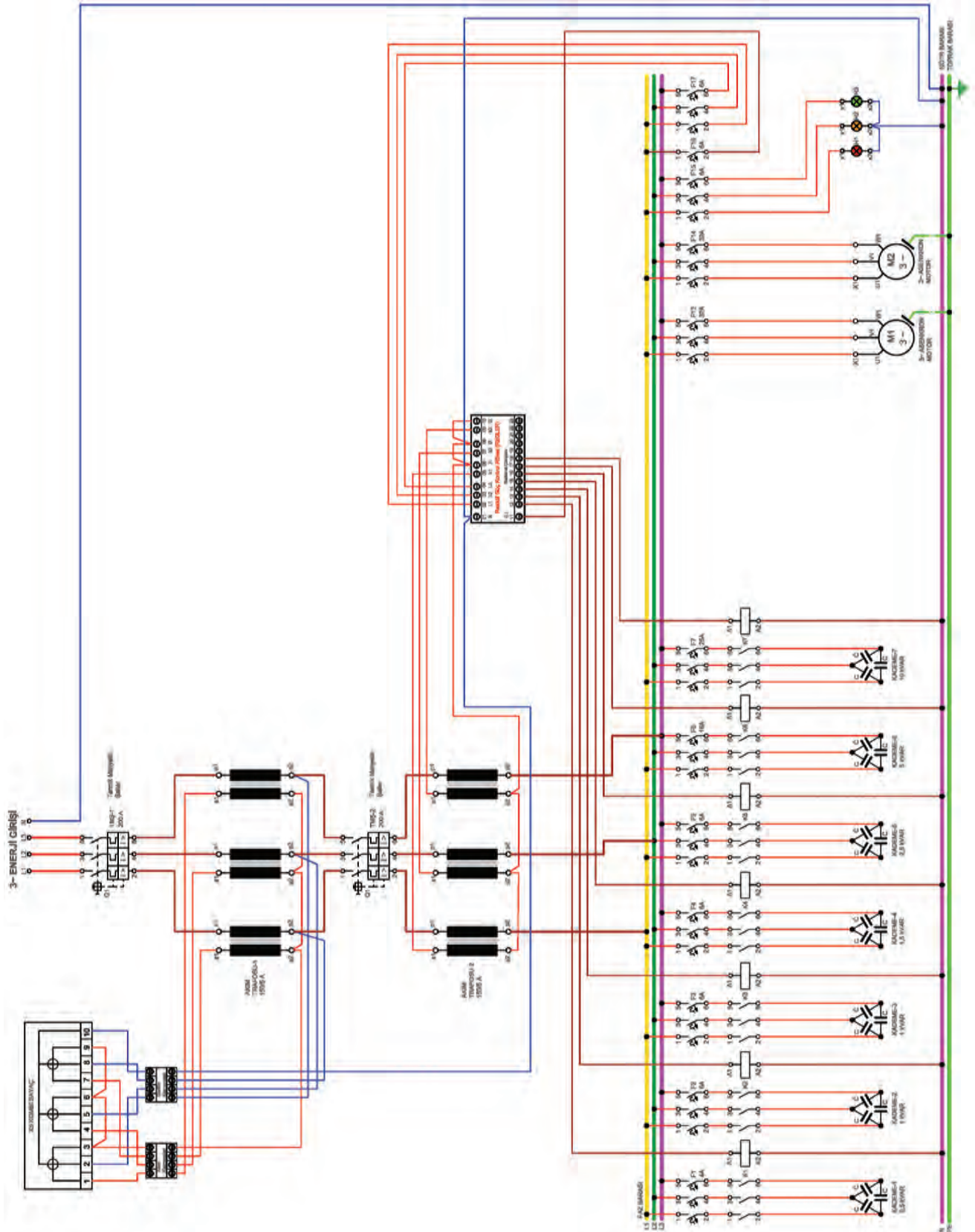


- Reaktif güç kontrol rölesi nedir? Hangi amaç için kullanılır?
- Reaktif güç kontrol rölesi devreye alınırken hangi ayarlar yapılmalıdır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ana güç hattının bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Sayaç bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kondansatör kademeleri bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Regler bağlantısının yapılması	20	
İmza :	5	Reglerin ayarlanarak sistemin çalıştırılması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

AMAÇ: Yedi kademeli kompanzasyon panosunu monte etmek ve panonun bağlantılarını yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 11.18: Yedi kademeli kompanzasyon panosu bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kompanzasyon panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Akım trafosu	Pano kurulu gücüne uygun	6 adet
X5 kombi sayaç		1 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensleri		
Reaktif güç kontrol rölesi		1 adet
Termik manyetik şalter	Pano kurulu gücüne uygun	2 adet
Üç fazlı sigorta	C tipi kondansatör akımı x 1,7 katı	9 adet
Bir fazlı sigorta	B tipi regler ve kademe beslemesi için	7 Adet
Kontaktör	Ic x (1,25-1,8) katı akım değerine sahip	7 Adet
Güç kondansatörü	Bağlantı şemasında verilen güçlerde	7 Adet
Kablo pabucu ve yüzüğü	Kablo kesitlerine uygun	
NYA ve NYAF kablo	Kondansatör kademeleri akımına uygun kesitte	-
Montaj elemanları	Somunlu cıvata, vida, izole bant, pense, tornavida	
El aletleri	Anahtar takımı, pense, yan keski, kargaburnu, tornavidalar, kablo pabuç sıkma pensi	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak pano elemanlarını tekniğine uygun olarak monte ediniz.
2. Giriş termik manyetik şalterden baraya kadar olan bağlantıları tekniğine uygun olarak yapınız.
3. Termik manyetik şalter kablo bağlantı somunlarını alyen anahtar kullanarak gerekli torkta sıkınız.
4. Sayaç bağlantısını şemaya uygun olarak 4 mm²lik kablo kullanarak yapınız (Görsel 11.18).
5. Her bir kademe için, baradan sigortaya, sigortadan kontaktöre, kontaktörden kondansatöre olan güç hattını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına uygun şekilde yapınız (Görsel 11.18).
6. Reaktif güç kontrol rölesinin akım trafosu ve gerilim uçlarını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına göre gerçekleştiriniz (Görsel 11.18).
7. Reaktif güç kontrol rölesinin kademe beslemesi ve kademe çıkış bağlantılarını, uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına göre kademe kontaktörlerine yapınız (Görsel 11.18).
8. Tüm bağlantı noktalarının sağlamlığını ve uygun torkta sıkıldığını kontrol ediniz.
9. Öğretmeninizin kontrolünde panoya enerji veriniz.
10. Reaktif güç kontrol rölesini ayarlayınız.
11. Endüktif özellikli 1. kademe alıcınızı (1. asenkron motor) gerekli önlemleri alarak çalıştırınız ve kondansatör kademelerinin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
12. Endüktif özellikli 2. kademe alıcınızı (2. asenkron motor) gerekli önlemleri alarak çalıştırınız ve kondansatör kademelerinin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
13. Alıcıları devreden çıkararak enerjiyi kesin ve bağlantıları sökerek malzemeleri yerlerine kaldırınız.

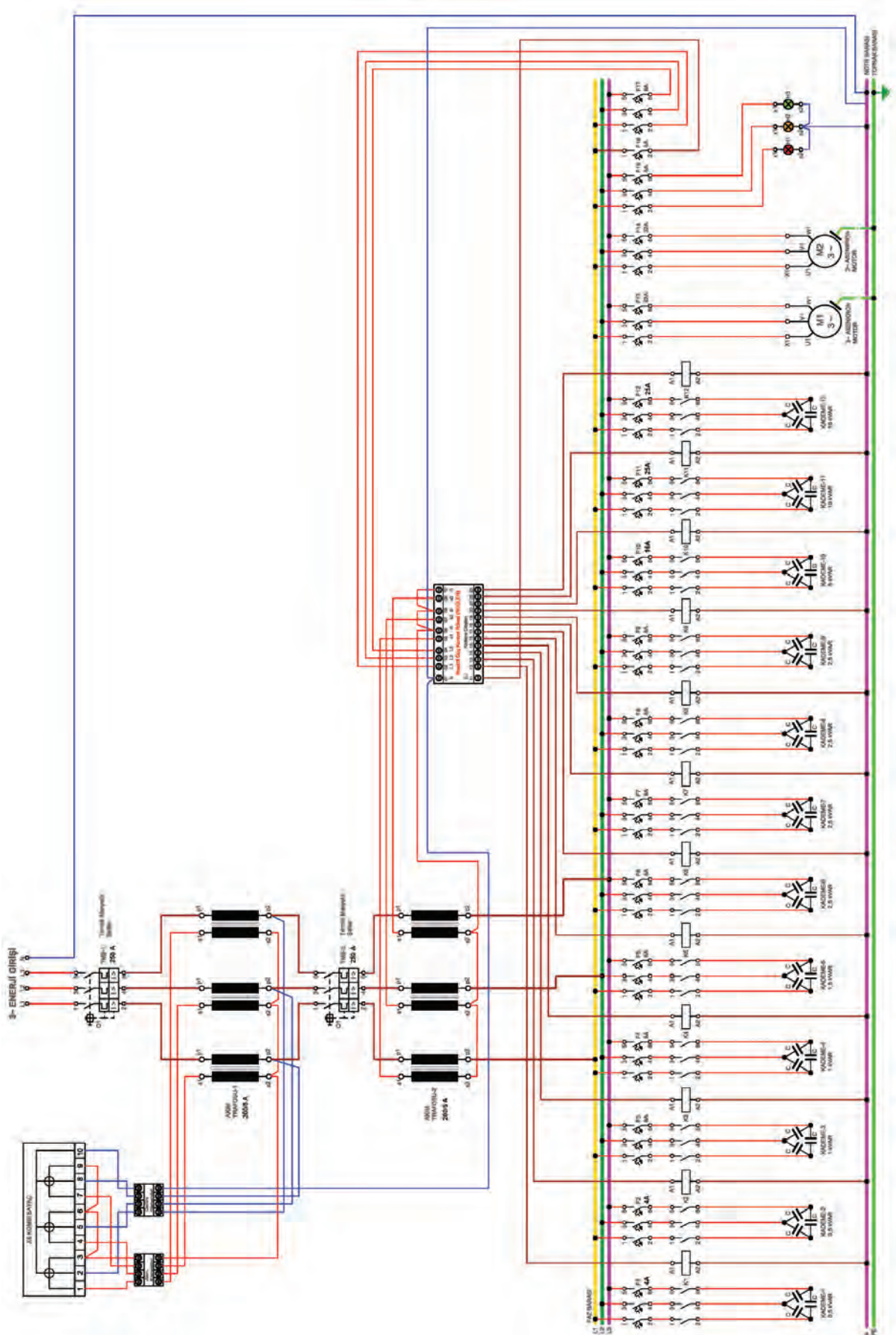
SORULAR

1. Kompanzasyon sisteminin avantajı nedir?
2. Asenkron motorlar devreye girdiğinde kondansatör kademeleri reaktif güç olarak yetersiz kalırsa ne olur? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ana güç hattının bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Sayaç bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kondansatör kademeleri bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Regler bağlantısının yapılması	20	
İmza :	5	Reglerin ayarlanarak sistemin çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: On iki kademeli kompanzasyon panosunu monte etmek ve panonun bağlantılarını yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 11.19: On iki kademeli kompanzasyon panosu bağlantı şeması

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kompanzasyon panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Akım trafosu	Pano kurulu gücüne uygun	6 adet
X5 kombi sayaç		1 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensleri		
Reaktif güç kontrol rölesi		1 adet
Termik manyetik şalter	Pano kurulu gücüne uygun	2 adet
Üç fazlı sigorta	C tipi kondansatör akımı x 1,7 katı	14 adet
Bir fazlı sigorta	B tipi regler ve kademe beslemesi için	7 adet
Kontaktör	1c x (1,25-1,8) katı akım değerine sahip	12 adet
Güç kondansatörü	Bağlantı şemasında verilen güçlerde	12 adet
Kablo pabucu ve yüzüğü	Kablo kesitlerine uygun	
NYA ve NYAF kablo	Kondansatör kademeleri akımına uygun kesitte	-
Montaj elemanları	Somunlu civata, vida, izole bant, pense, tornavida	
El aletleri	Anahtar takımı, pense, yan keski, kargaburnu, tornavidalar, kablo pabuç sıkma pensi	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak pano elemanlarını tekniğine uygun olarak monte ediniz.
2. Giriş termik manyetik şalterden baraya kadar olan ana güç hattının kablo bağlantılarını tekniğine uygun olarak yapınız.
3. Termik manyetik şalter kablo bağlantı somunlarını alıyın anahtar kullanarak gerekli torkta sıkınız.
4. Sayaç bağlantısını şemaya uygun olarak 4 mm²lik kablo kullanarak yapınız (Görsel 11.19).
5. Her bir kademe için, baradan sigortaya, sigortadan kontaktöre, kontaktörden kondansatöre olan güç hattını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına uygun şekilde yapınız (Görsel 11.19).
6. Reaktif güç kontrol rölesinin akım trafosu ve gerilim uçlarını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına göre yapınız (Görsel 11.19).
7. Reaktif güç kontrol rölesinin kademe beslemesi ve kademe çıkış bağlantılarını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına göre kademe kontaktörlerine yapınız (Görsel 11.19).
8. Tüm bağlantı noktalarının sağlamlığını ve uygun torkta sıkıldığını kontrol ediniz.
9. Öğretmeninizin kontrolünde panoya enerji veriniz.
10. Reaktif güç kontrol rölesini ayarlayınız.
11. Endüktif özellikli 1. kademe alıcınızı (1. asenkron motor) gerekli önlemleri alarak çalıştırınız ve kondansatör kademelerinin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
12. Endüktif özellikli 2. kademe alıcınızı (2. asenkron motor) gerekli önlemleri alarak çalıştırınız ve kondansatör kademelerinin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
13. Alıcıları devreden çıkarıp enerjiyi kesin ve bağlantıları sökerek malzemeleri yerlerine kaldırınız.

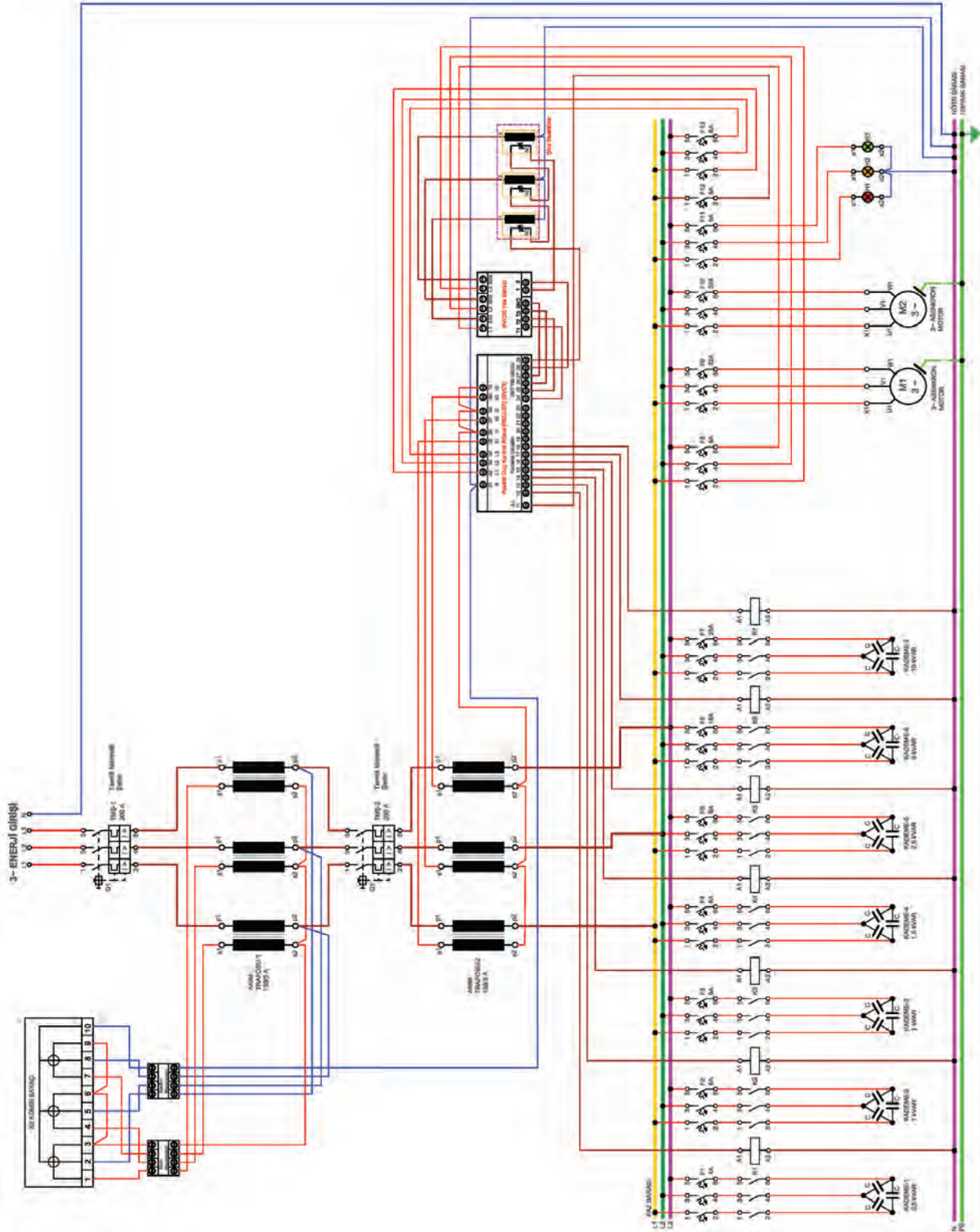
SORULAR

1. Kondansatör kademesi akımının nasıl ölçüldüğünü açıklayınız.
2. Kademe sayısı arttıkça kompanzasyon panosu bağlantısındaki değişiklikleri açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ana güç hattının bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Sayaç bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kondansatör kademeleri bağlantılarının yapılması	20	
Adı-Soyadı :	4	Regler bağlantısının yapılması	20	
İmza :	5	Reglerin ayarlanarak sistemin çalıştırılması	20	
TOPLAM PUAN			100	

AMAÇ: Yedi kademeli, reaktörlü kompanzasyon panosunu monte etmek ve panonun bağlantılarını yapmak.

DEVRE ŞEMASI



Görsel 11.20 : Yedi kademeli ve reaktörlü kompanzasyon panosu bağlantı şeması



KOD=19667

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kompanzasyon panosu	Uygun ölçülerde	1 adet
Akım trafosu	Pano kurulu gücüne uygun	6 adet
X5 kombi sayaç		1 adet
Sayaç akım ve gerilim klemensleri		
Reaktif güç kontrol rölesi		1 adet
Termik manyetik şalter	Pano kurulu gücüne uygun	2 adet
Üç fazlı sigorta	C tipi kondansatör akımı x 1,7 katı	9 adet
Bir fazlı sigorta	B tipi regler ve kademe beslemesi için	10 adet
Kontaktör	Ic x (1,25-1,8) katı akım değerine sahip	7 adet
Güç kondansatörü	Bağlantı şemasında verilen güçlerde	7 adet
Şönt reaktör ve sürücüsü	1 KVAR	(3+1) adet
Kablo pabucu ve yüzüğü	Kablo kesitlerine uygun	
NYA ve NYAF kablo	Kondansatör kademeleri akımına uygun kesitte	-
Montaj elemanları	Somunlu cıvata, vida, izole bant, pense, tornavida	
El aletleri	Anahtar takımı, pense, yan keski, kargaburnu, tornavidalar, kablo pabuç sıkma pensi	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak pano elemanlarını tekniğine uygun olarak monte ediniz.
2. Giriş termik manyetik şalterinden baraya kadar olan bağlantıları tekniğine uygun olarak yapınız.
3. Termik manyetik şalter kablo bağlantı somunlarını alyen anahtar kullanarak gerekli torkta sıkınız.
4. Sayaç bağlantısını şemaya uygun olarak 4 mm²lik kablo kullanarak yapınız (Görsel 11.20).
5. Her bir kademe için, baradan sigortaya, sigortadan kontaktöre, kontaktörden kondansatöre olan güç hattı bağlantısını uygun kesitte iletken kullanarak bağlantı şemasına göre gerçekleştiriniz (Görsel 11.20).
6. Reaktör sürücüsünün besleme ve reaktörlerle bağlantısını şemaya uygun olarak gerçekleştiriniz.
7. Reaktif güç kontrol rölesinin akım trafosu ve gerilim uç bağlantılarını gerçekleştiriniz (Görsel 11.20).
8. Reaktif güç kontrol rölesinin kademe beslemesi ve kademe çıkış bağlantılarını, uygun iletken kullanarak bağlantı şemasına göre kademe kontaktörlerine yapınız (Görsel 11.20).
9. Reaktif güç kontrol rölesi ile reaktör sürücüsü arasındaki bağlantıları şemaya uygun olarak yapınız.
10. Tüm bağlantı noktalarının sağlamlığını ve uygun torkta sıkıldığını kontrol ediniz.
11. Öğretmeniniz kontrolünde panoya enerji veriniz.
12. Reaktif güç kontrol rölesini ayarlayınız.
13. Endüktif özellikli 1. kademe alıcınızı (1. asenkron motor) gerekli önlemleri alarak çalıştırınız ve kondansatör kademeleri ile reaktörlerin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
14. Endüktif özellikli 2. kademe alıcınızı (2. asenkron motor) gerekli önlemleri alarak çalıştırınız ve kondansatör kademeleri ile reaktörlerin devreye alınıp alınmadığını kontrol ediniz.
15. Alıcıları devreden çıkarıp enerjiyi kesiniz ve bağlantıları sökerek malzemeleri yerlerine kaldırınız.

SORULAR

1. Reaktörün kompanzasyon sistemindeki görevini açıklayınız.
2. Reaktör sürücüsü bağlantısını kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ana güç hattının bağlantısının yapılması	20	
Numarası :	2	Sayaç bağlantısının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	3	Kondansatör kademelerinin ve reaktörlerin bağlantısı	20	
Adı-Soyadı :	4	Regler ve reaktör sürücüsü bağlantısının yapılması	20	
İmza :	5	Reglerin ayarlanarak sistemin çalıştırılması	20	
		TOPLAM PUAN	100	

UYGULAMA ETKİNLİĞİ

AMAÇ: On iki kademeli reaktörlü kompanzasyon panosunu monte etmek ve panonun bağlantılarını yapmak.

UYGULAMA: On iki kademeli reaktörlü kompanzasyon panosu monte edilerek panonun bağlantıları yapılacaktır. Devrenin şemasını çiziniz. Malzeme listesini çıkarınız. Kompanzasyon panosuna malzemeleri monte ediniz ve malzemelerin bağlantılarını yapınız.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Kompanzasyon panosu şemasının çizilmesi	10	
2	Kompanzasyon panosu malzeme listesinin çıkartılması	10	
3	Termik manyetik şalterlerin monte edilmesi ve bağlantısının yapılması	10	
4	Akım trafoları ile X5 kombi sayacın monte edilmesi ve bağlantısının yapılması	10	
5	Kondansatör kademelerinin monte edilmesi ve bağlantısının yapılması	10	
6	Reaktör sürücüsü ile reaktörlerin monte edilmesi ve bağlantısının yapılması	10	
7	Reglerin monte edilmesi ve bağlantısının yapılması	10	
8	Reglerin, kademe kondansatörlerinin ve reaktör sürücüsünün bağlantısının yapılması	10	
9	Kompanzasyon panosunun ayarlanması, enerjinin verilmesi ve reglerin ayarlanması	10	
10	Endüktif yüklerin devreye alınarak kondansatör kademelerinin ve reaktörlerin devreye alınması	10	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Dengeli bir elektrik tesisinde endüktif reaktif ve kapasitif reaktif güçler eşit olmalıdır.
2. (...) Elektrik tesislerinde endüktif reaktif güçler değişik güçte kondansatör kademeleri devreye alınarak dengelenir.
3. (...) Bir elektrik tesisinde yalnız bobinli alıcılar devrede ise tüketilen güç kapasitiftir.
4. (...) Bir elektrik tesisinde kondansatörlerin gereğinden fazla devreye alınması olumsuz durum oluşturmaz
5. (...) Endüktif ve kapasitif reaktif güçler birbirine eşitse görünür güç, aktif güce eşittir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Reaktif gücün ölçülmesini ve dengelenmesini sağlayan sisteme denir.
7. Omik alıcıların çektiği güce denir.
8. Bobinli alıcıların çektiği güce denir.
9. Aktif ve reaktif gücün vektörel toplamına denir.
10. Reaktif gücün birimi kısaca.....dır.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Tüketilen reaktif güce göre kondansatör kademelerini devreye alan elemandır.	A	Kondansatör
12.	()	Kondansatör kademelerini kısa devreden koruyan devre elemanıdır.	B	Akım trafosu
13.	()	Kapasitif reaktif enerjiyi üreten devre elemanlarıdır.	C	Regler
14.	()	Reglerin şebekeye ölçüm bağlantısını sağlayan devre elemanıdır.	D	Klemens
15.	()	Pano kapağındaki elemanların bağlantısında kullanılan iletken çeşididir.	E	NYAF
			F	Termik manyetik şalter
			G	Sigorta

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıdakilerden hangisi dağıtım panosu ile kompanzasyon panosunu elektriksel olarak ayırır?
A) Sigorta B) Bara C) TMS D) Regler E) Sayaç
17. Aşağıdakilerden hangisi 5 kVAR'lık kondansatörün her faz için çektiği akım değeridir?
A) 1,45 A B) 7,25 A C) 10 A D) 14,5 A E) 20 A
18. Aşağıdakilerden hangisi kompanzasyon sistemi kurma zorunluluğu getiren kurulu güç değeridir?
A) 3 kW B) 4 kW C) 5 kW D) 7 kW E) 9 kW
19. Aşağıdakilerden hangisi 30 kW'tan küçük kurulu güce sahip abonelerin yürürlükteki endüktif ve kapasitif ceza oranlarıdır?
A) 33-15 B) 33-20 C) 20-15 D) 20-20 E) 15-10
20. Aşağıdakilerden hangisi kondansatör sağlamlık kontrolü için akım ölçümünde kullanılan en pratik ölçü aletidir?
A) Voltmetre B) Wattmetre
C) Ampermetre D) Pens ampermetre
E) Frekansmetre

12 TRAFO ÜNİTELERİ

12. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

12.1. KESİCİLER VE KESİCİLERİN BAKIMI

12.2. KESİCİ MANEVRALARI

12.3. AYIRICILAR, AYIRICILARIN BAKIMI VE ONARIMI

12.4. AYIRICI MANEVRALARI

11.4. KONDANSATÖR KADEME ELEMANLARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

12.5. PARAFUDRLARIN MONTAJI VE BAĞLANTILARI

12.6. YG SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

12.7. DAĞITIM TRAFOLARININ BAKIMI VE ONARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Yüksek gerilim transformatör elemanlarının bakımı, onarımı ve bağlantıları

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Transformatör kullanım alanlarına günlük hayattan örnekler verebilir misiniz?

TEMEL KAVRAMLAR

Transformatör, ayırıcı, kesici, SF6 gaz, modüler hücre, manevra, parafudr, buşing, yüksek gerilim sigortası, tek hat şeması.

12.1. KESİCİLER VE KESİCİLERİN BAKIMI

Yüksek gerilim ve orta gerilim elektrik şebekelerinde yük ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlara **kesici (disjonktör)** denir. Kesiciler, normal şartlarda yük altındayken devreyi açıp kapatır. Kısa devre olduğundaysa sigorta gibi görev yaparak devreyi açar (Görsel 12.1).



Görsel 12.1: Kesici

12.1.1. Kesicilerin Yapısı

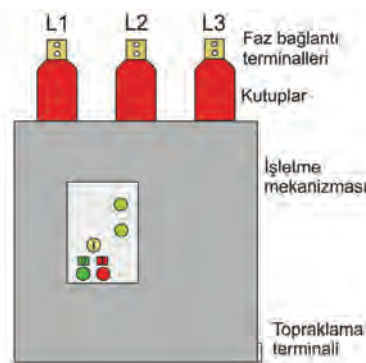
Kesiciler genel olarak kutuplar ve işletme mekanizmasından oluşur. Kesiciyi oluşturan elemanlar aşağıda açıklanmıştır (Görsel 12.2).

Kutuplar: Kontakları ve ark söndürme hücrelerini barındıran kısımdır. Ayrıca bağlantı terminalleri de kutuplar üzerindedir.

- **Sabit ve Hareketli Kontaklar:** Kesicinin akım geçişini sağlayan bağlantı noktalarıdır. Enerjinin kesilmesi sırasında hareketli kontaklar, sabit kontaklardan ayrılır.
- **Ark Söndürme Hücresi:** Yük altında akımın kesilmesi sırasında kontaklar arasında kıvılcım (ark) oluşur. Bu arkın en kısa sürede söndürülmesi gerekir. Söndürme işleminin gerçekleştirildiği kapalı bölüme ark söndürme hücresi denir. Özellik ve boyutları kesici tipine göre değişir.

İşletme Mekanizması: Hareketli kontakları açıp kapatan mekanizmadır. Mekanizma çeşitleri aşağıda açıklanmıştır.

- **Elle Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma:** Kesici kontaklarının hareketinin elle sağlandığı mekanizmadır. Sahip olduğu kilitleme düzeneği, kapama esnasında elle yayla kurulur. Daha çok küçük güçlü kesicilerde kullanılır.
- **Motorla Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma:** Kesici kontaklarının hareketinin motorla sağlandığı mekanizmadır. Motorun devir yönü değiştirilerek açma kapama işlemi yapılır. Motor olarak küçük güçlü 110 V DC veya 220 / 380 V AC motorlar kullanılır. Uzaktan kumanda yapılabilir. Elektrik kesildiği zaman elle kurma yapılabilir. Büyük güçlü kesicilerde kullanılır.
- **Basınçlı Havalı Tip Mekanizma:** Kesici kontaklarının hareketinin basınçlı havayla sağlandığı mekanizmadır. Kumanda pnömatik sistemle sağlanır. Genellikle büyük güçlü kesicilerde kullanılır.
- **Elektromanyetik Bobinli Tip Mekanizma:** Kesici kontaklarının hareketinin elektromanyetik bobinle sağlandığı mekanizmadır. Elektromanyetik bobin enerjilenince oluşan kuvvet yönüne göre hareket eden mil sayesinde açma kapama sağlanır.



Görsel 12.2: Kesicinin yapısı

12.1.2. Kesici Çeşitleri

Kesicilerde yüksek akımların kesilmesi sırasında oluşan ark, hücrelerde farklı yöntemlerle söndürülür. Buna göre kesici çeşitleri aşağıda açıklanmıştır.

12.1.2.1. SF6 Gazlı Kesiciler

Kontaklarda meydana gelen arkın SF6 gazıyla söndürüldüğü kesicilerdir. SF6 gazı (kükürt hekzaflorür) yüksek dielektrik dayanımı olan renksiz, kokusuz ve yanmaz bir gazdır. Elektriksel ve kimyasal kararlılığı yüksek olup ark söndürme işlemleri için uygundur.

Ark oluştuğunda SF6 gazı, hareketli kontaktaki piston yardımıyla sıkıştırılıp ark üzerine püskürtülür. Ortama kükürt ve flor iyonlarıyla elektron verilir. Elektronegatif flor iyonları ortamdaki elektronları yakalayıp ark akımını sınırlar. SF6 gazının ısıyı dağıtmasından dolayı sıcaklık hızla düşer. Böylece ark soğutulur, kontaklar arası ortam iletkenliğini kaybeder ve ark söner.

Hacimlerinin küçük olması, kapalı mekanlarda kullanıma uygun olması, SF6 gazının iyi bir yalıtkan olması, sık bakım gerektirmemesi gibi özelliklerinden SF6 gazlı kesiciler en çok kullanılan kesicilerdir. Genel teknik özellikleri Tablo 12.1'de verilmiştir.

Tablo 12.1: SF6 Gazlı Kesicinin Teknik Özellikleri

Anma gerilimi	12-17,5-24-36 kV
Anma akımı	630-1250 A
Kısa devre dayanımı	16-20 kA

12.1.2.2. Vakumlu Kesiciler

Kontaklarda meydana gelen arkın vakumla söndürüldüğü kesicilerdir. Ark söndürme işlemi, havası tamamen boşaltılmış bir vakum tüpün içinde gerçekleşmektedir. Tüp içinde bulunan hareketli kontakların, sabit kontaklardan ayrılması anında kontaklar arasında metal buharı arkı oluşur. Bu metal buharı, ark sönünceye kadar devam eder. Akım sıfıra düşünce ark söner. Yüksek performansı ve az bakım nedenlerinden dolayı OG şebekelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

12.1.2.3. Tam Yağlı Kesiciler

Kontaklarda meydana gelen arkın yağla söndürüldüğü kesicilerdir. Kesici kontakları içi yağ dolu bir kazana yerleştirilmiştir. Kontak hareketi sırasında meydana gelen ark, yağı buharlaştırır. Kullanımları pratik olmadığından günümüzde kullanım alanı kalmamıştır.

12.1.2.4. Az Yağlı Kesiciler

Tam yağlı kesicilerin geliştirilmiş şeklidir. Kontakların ayrı izolatör ve yağ hücresi vardır. Boyutlarının küçük ve uygun maliyetli olmasından dolayı her gerilim kademesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

12.1.3. Kesicilerde Aranılan Özellikler ve Kesicilerin Kullanım Alanları

Kesicilerde Aranılan Özellikler

- Devre açma esnasında oluşan arkı ani olarak söndürebilmelidir.
- Kontaklarının açma kapama hızı istenen seviyede olmalıdır.
- Arka arkaya seri olarak açma kapama yapabilmelidir.
- Kontaklar arası atlama gerilimi yüksek olmalıdır.
- Yangın, patlama vb. tehlikeli durumlara sebebiyet vermemelidir.

Kesicilerin Kullanım Alanları

- Uzun havai hatlarda ve havai hatların bölünmesinde
- Havai hat branşman noktalarında
- Şalt sahalarında
- Bina ve direk tipi trafo merkezlerinde
- Modüler hücrelerde

12.1.4. Kesicilerin Montaj Aşamaları

Kesicinin Sabitletmesi: Montaj işlemine başlanmadan önce kesicinin sisteme uygunluğu kontrol edilir. Kesici montaj alanının, çalışma şartlarına uygun ve yeterli taşıma gücüne sahip olduğu belirlenir. Bağlantı ayakları uygun cıvata, somun ve rondela yardımıyla işletme yerine sabitletlenir.

Terminal Bağlantılarının Yapılması: Terminal bağlantıları, kutuplar üzerinde bulunan terminallere yapılır. Bağlantı işlemi uygun cıvata ve somunlarla yapılmalı, kutuplarda herhangi bir zorlanma oluşmamasına dikkat edilmelidir.

12.1.5. Kesici Bakım İşlemleri

Kesici bakımları üretici firma tarafından belirtilen periyotlarda yapılır. Kesici açma sayısı, kesici yağının eksilmesi ve kesici kutuplarında kirli yağ izleri gözlenmesi kesicinin bakıma alınma göstergeleridir. SF6 gazlı kesicilerin bakım periyodu az yağlı kesicilere göre daha uzun olmaktadır. Bakım, genel olarak kutup ve işletme mekanizmasında yapılır.

Kutup Bakımı

- Kutupların dış yüzeyleri sık sık temizlenmelidir.
- Kontak aşınma göstergesi kontrol edilmelidir.
- Gaz basıncı düşmüş ise sebebi araştırılmalı ve imalatçı firma ile irtibata geçilmelidir.
- Ağır kısa devre arızalarında yalıtım test edilerek ark söndürme hücresinin değişip değişmemesi gerektiğine karar verilmeli, elli kısa devreden sonra kutup değiştirilmelidir.

İşletme Mekanizmasının Bakımı

- Üç ay ara ile işletme mekanizması genel kontrolden geçirilmelidir.
- Altı ay ara ile çalışan parçalar yağlanmalıdır.

12.2. KESİCİ MANEVRALARI

Kesicinin devreye alınması veya devreden çıkarılması işlemlerine **manevra** denir. Yüksek gerilim devrelerinde devreyi açıp kapatmaya ihtiyaç duyulan yüklü durum, açık devre durumu ve kısa devre (arıza) durumu olmak üzere üç temel durum vardır. Kesicinin açılması normal yollardan veya kısa devreyle gerçekleşebilir. Açılma işlemiyle kesiciye bağlı hat veya cihazın enerjisi kesilir. Sisteme tekrar enerji vermek için kesicinin kapatılması gerekir. Kesicinin açma kapama işlemleri aşağıda açıklanmıştır.

Kapama Yayı Kurma İşlemi

Kesici açma kapama işlemlerinin yapılabilmesi için ilgili yayın kurulması gerekir. Yay kurma işlemi hareket mekanizmasına göre elle veya motorla yapılır.

- Elle yayı kurmak için kol yerine takılıp mekanizma üzerindeki ok işareti yönünde hareket ettirilir.
- Kurma işlemi sona erince kesici YAY KURULU konuma geçer.
- İşlem sonunda kurma kolu yerinden çıkartılır.
- Uzaktan yayı kurma işlemi motorla yapılır.
- Yay kurulunca kesici O (AÇIK) konumda kapamaya hazır hâle gelir.

Kesici Kapama İşlemi

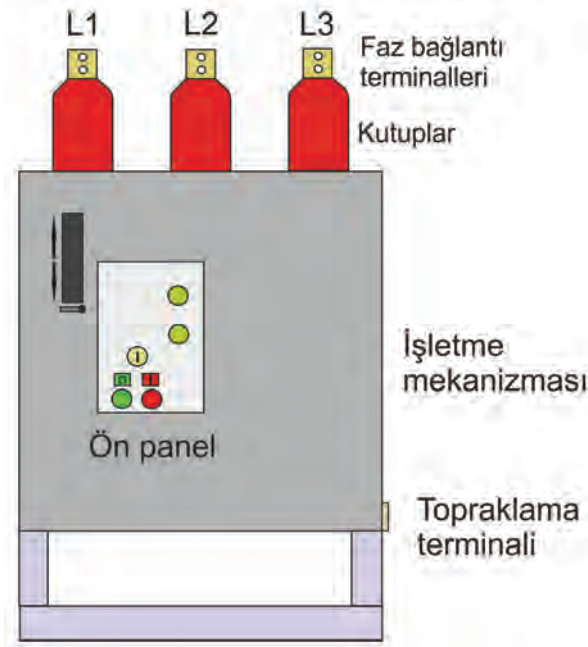
- Kesicinin YAY KURULU ve O (AÇIK) konumda olduğu kontrol edilir.
- I Kapama butonuna basılarak kesici kapatılır.
- Kumanda panosunda yay konumu YAY BOŞTA, kesiciyse I (KAPALI) konumuna gelecektir

Kesici Açma İşlemi

Kesiciyi açmak için kesicinin kapanmış olması yeterlidir çünkü açma yayı kapama esnasında otomatik olarak kurulmaktadır.

- O açma butonuna basılır.
- Kumanda panosunda yay YAY BOŞTA konumuna gelir.
- Kesici de O (AÇIK) konumuna gelir ve kesici açılmış olur.

AMAÇ: SF6 gazlı elle kurlmalı kesiciyi monte etmek ve terminal bağlantılarını yapmak.



Görsel 12.3: SF6 gazlı elle kurlmalı kesici

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kesici	SF6 gazlı elle kurlmalı	1 adet
Cıvata, somun, rondela		
Faz bağlantı kablosu	Kesiciye uygun kesitte	
Topraklama kablosu	Uygun kesitte	
El aletleri	Pense, yan keski, kargaburnu, tornavida vb.	
Anahtar takımları	Açıkağızlı, alyen	

İŞLEM BASAMAKLARI

- Montaj işlemine başlamadan önce kesicinin sisteme uygunluğunu kontrol ediniz.
- Kesici montaj alanının, çalışma şartlarına uygun ve yeterli taşıma gücüne sahip olduğunu kontrol ediniz.
- Bağlantı ayaklarını uygun cıvata, somun ve rondela yardımıyla yerine sabitleyiniz.
- Uygun cıvata ve somunlarla kutuplar üzerinde bulunan terminallere bağlantı işlemlerini gerçekleştiriniz.
- Bağlantı sırasında kutuplarda herhangi bir zorlanma oluşmamasına dikkat ediniz.
- Cıvatasına uygun somun ve rondelalarla topraklama bağlantısını gerçekleştiriniz.



SORU

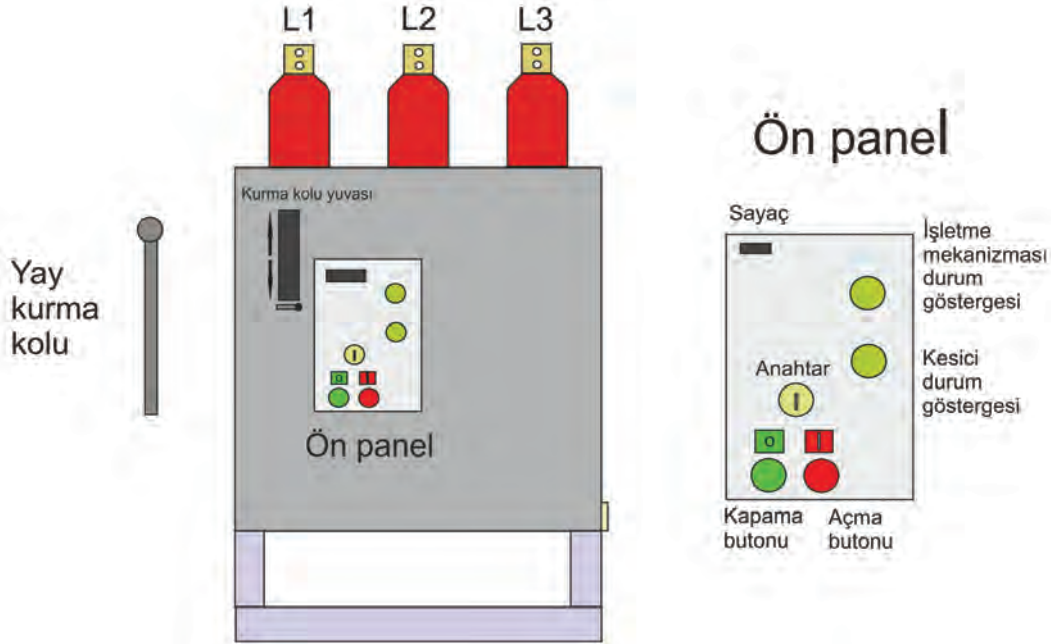
- Kesici nedir? Açıklayınız.



KOD=19671

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Kesicinin gözle kontrol edilmesi	25	
Numarası :	2	Göstergelerin kontrol edilmesi	25	
ÖĞRETMEN	3	Mekanizma bakımının yapılması	25	
Adı-Soyadı :	4	Bakım sonrası temizliğin yapılması	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

AMAÇ: SF6 gazlı elle kurlmalı kesici açma kapama işlemini yapmak.



Görsel 12.4: SF6 gazlı elle kurlmalı kesici ve ön paneli

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Kesici	SF6 gazlı, elle kurlmalı	1 adet
Yay kurma kolu		1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kesicinin yayının boşta ve açık durumda olduğunu kontrol ediniz.
2. Yay kurma kolunu yerine yerleştiriniz.
3. Kurma işlemi tamamlanıncaya kadar kolu ok yönünde hareket ettiriniz.
4. Kesicinin YAY KURULU konuma geçtiğini gözlemleyiniz.
5. Kurma işlemi bittikten sonra, kurma kolunu yerinden çıkartınız.
6. Kapama butonuna basarak kesiciyi kapatınız.
7. Kesiciyi açmak için açma butonuna basınız.
8. Kesicinin YAY BOŞTA ve AÇIK konuma geçtiğini gözlemleyiniz.
9. Kesiciyi açık konuma aldıktan sonra güvenlik anahtarını etiket üzerindeki ok yönünde çevirip çıkarınız.



SORU

1. Manevra nedir? Açıklayınız.



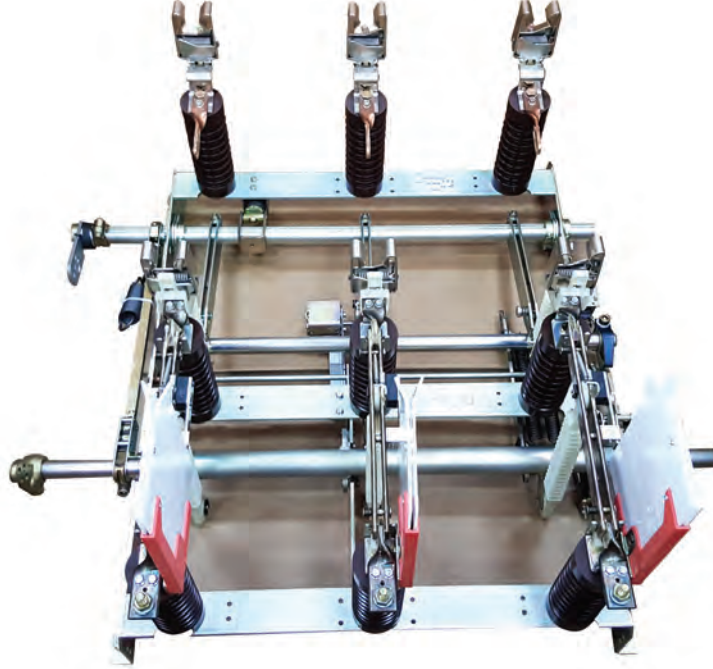
KOD=19672

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Yayın kurulması	25	
Numarası :	2	Kesicinin kapatılması	25	
ÖĞRETMEN	3	Kesicinin açılması	25	
Adı-Soyadı :	4	Güvenlik anahtarının çıkarılması	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

12.3. AYIRICILAR, AYIRICILARIN BAKIMI VE ONARIMI

Yüksek gerilim elektrik şebekelerinde, devre yüksüzken açma kapama işlemi yapabilen cihazlara **ayırıcı (seksiyoner)** denir (Görsel 12.5). Ayırıcıların görevi, gücü kesilen sistemi ayırarak sistemin izole edilmesini sağlamaktır. Devre yüklüken ayırıcılar kesinlikle açılmaz.

Ayırıcılar, kesicilerin akım yolu üzerinde bulunur. Kesiciden önce ve sonra yer alır. Bakım ve onarımı gerektiği zaman kesici açıldıktan sonra ayırıcı açılır.



Görsel 12.5: Ayırıcı

12.3.1. Ayırıcıların Yapısı

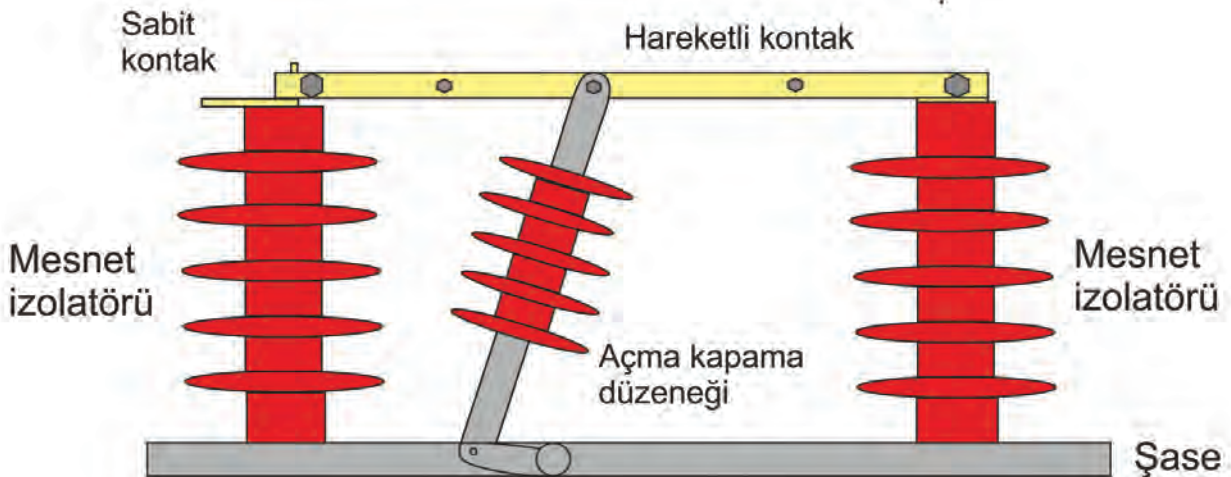
Ayırıcılar yapı itibarıyla kesicilere benzer. Kesicilerden farkı, yük altında çalışmadıkları için ark söndürme hücrelerinin olmamasıdır. Ayırıcıyı oluşturan kısımlar aşağıda verilmiştir (Görsel 12.6).

Şase: İzolatörler ve açma kapama mekanizmasının monte edildiği, köşebent veya profilden yapılan aksamdır.

Mesnet İzolatörleri: Sabit ve hareketli kontakları tutturmak ve elektriği şaseden ayırmak amacıyla kullanılan izolatörlerdir.

Sabit ve Hareketli Kontaklar: Açma ve kapama sırasında hareketsiz kalan kontaklara sabit kontak, bağlı bulunduğu mekanizma ile sabit kontaklardan ayrılan veya birleşen kontaklara da **hareketli kontak** denir. Anma akımlarına ve kısa devre akımlarına uygun şekilde elektrolitik bakırdan üretilir. Üç faz için üç adet kontak bulunur.

Açma Kapama Düzeneği: Hareketli kontakların açma kapama için gerek duyduğu hareketi sağlayan düzenektir.



Görsel 12.6: Ayırıcının yapısı

12.3.2. Ayırıcı Çeşitleri

Monte Edildikleri Yerlere Göre Ayırıcılar

- **Dâhilî Tip Ayırıcılar:** Kapalı alanlarda çalışan ayırıcılardır. Bina içi ve kapalı hücrelerde kullanılır.
- **Haricî Tip Ayırıcılar:** Açık hava şartlarında çalışan ayırıcılardır. Açık şalt sahalarında kullanılır.

Kumanda Şekillerine Göre Ayırıcılar

- **Elle Kumandalı Ayırıcılar:** Açma kapama işleminin elle yapıldığı ayırıcılardır.
- **Elektrik Motoruyla Kumandalı Ayırıcılar:** Açma kapama işleminin elektrik motoruyla yapıldığı ayırıcılardır. Motorun hareketi özel bir dişli sistemiyle çıkış miline iletilir. Kullanılan motorlar AC veya DC motor olabilir. Enerji kesilmelerinde elle kumanda edilir.
- **Basınçlı Havaıyla Kumandalı Ayırıcılar:** Pnömatik sistemli ayırıcılardır.

Yapısına Göre Ayırıcılar

- **Bıçaklı Ayırıcılar:** Hareketli kontakları bıçak şekline benzeyen ayırıcılardır. Dâhilî ve haricî çeşitleri vardır. Genellikle orta gerilimde kullanılır. En çok kullanılan ayırıcı çeşididir. Genel teknik özellikleri Tablo 12.2'de verilmiştir.

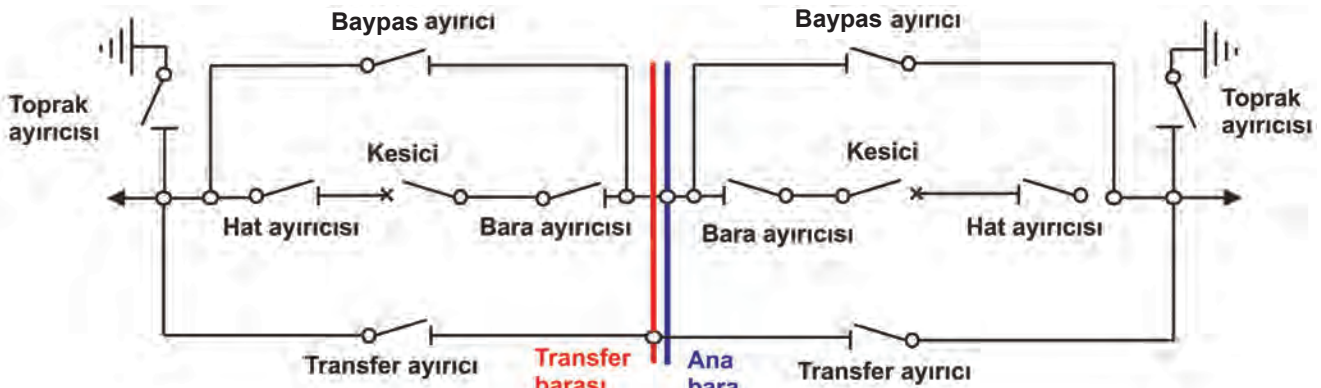
Tablo 12.2: Bıçaklı Ayırıcı Teknik Özellikleri

Anma gerilimi (kV)	12-17,5-24-36 kV
Anma akımı (A)	630-1250-1600 A
Kısa devre dayanımı (kA)	16-25 kA

- **Döner İzolatörlü Ayırıcılar:** Hareketli kontaklara bağlı izolatörleri kendi ekseninde dönebilen ayırıcılardır. Genelde haricî tipte yapılır. Yüksek gerilimli trafo merkezlerinde kullanılır.
- **Yük Ayırıcıları:** Diğer ayırıcılardan farklı olarak normal yüklü devrelerde açma kapama yapabilen ayırıcılardır. Kesicilerden tasarruf etmek amacıyla kullanılır.

Görevlerine Göre Ayırıcılar

- **Hat Ayırıcısı:** Enerji hatlarının girişinde veya çıkışında, kesici ile hat arasına bağlanan ayırıcılardır.
- **Bara Ayırıcısı:** İletim ve dağıtım hatlarının baralara girişinde ve baralardan çıkışında, kesici ile bara arasına bağlanan ayırıcılardır.
- **Topraklama Ayırıcısı:** Enerjisi kesilmiş devre veya şebekelerin üzerinde kalan artık enerjiyi toprağa aktarmaya yarayan ayırıcılardır.
- **Baypas Ayırıcısı:** Tek bara sisteminde, kesiciye paralel bağlanan ve yük altında açma kapama yapılabilen ayırıcılardır. Kesicinin arıza yaptığı veya bakıma alındığı durumlarda baraya enerji vermek amacıyla kullanılır.
- **Transfer Ayırıcısı:** Çift bara sisteminde, ana bara ile transfer barayı (yedek bara) birleştirmeye yarayan ayırıcılardır.
- **Yük Ayırıcısı:** Diğer ayırıcılardan farklı olarak normal yüklü devrelerde açma kapama yapabilen ayırıcılardır. Kesicilerden tasarruf etmek amacıyla kullanılır.
- **Bara Bölümleyici Ayırıcısı:** Aynı gerilimli baraların birleştirilmesinde veya ayrılmasında kullanılan ayırıcılardır.



Görsel 12.7: Görevlerine göre ayırıcılar

12.3.3. Ayırıcı Montaj Aşamaları

Ayırıcıların şalt sahalarına montajında, betondan veya metalden uygun platform hazırlanır. Modüler hücre sistemlerinde ise monte edilmiş şekilde üretilmektedir. Direk üzerine montajında genellikle direk dikilmeden yerde monte edilir. Genel olarak ayırıcı montaj işlem basamakları aşağıda verilmiştir.

- Ayırıcı, monte edileceği yere dikkatlice yerleştirilir.
- Montaj delikleri hizalanarak cıvataları takılır.
- Su terazisiyle ayırıcının yere paralelliği sağlanarak somunlar sıkılır.
- Ayırıcı açma kapama mekanizması yerine monte edilir.
- Mafsal açma kapama mekanizmasının tam ortasına yerleştirilir.
- Ayırıcının kontakları kapatılarak metal boru mafsala monte edilir.
- Mafsalın diğer tarafı da kol düzeneğine monte edilir ve cıvataları sıkılır.
- Mekanik kol düzeneği kullanılarak ayırıcının açılıp kapanması test edilir.

12.3.4. Ayırıcı Bakım ve Onarım İşlemleri

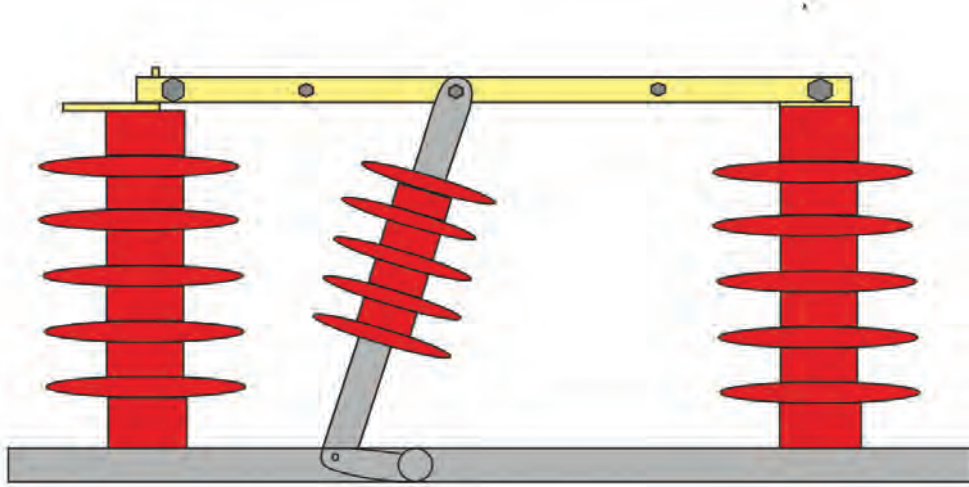
Tesislerde kullanılan ayırıcıların, üretici firma tarafından belirtilen periyotlarda bakım ve gerektiğinde onarım işlemleri yapılmalıdır. Ayırıcının bakım ve onarım işlemleri şunlardır:

- Ayırıcı hareket düzeneği düzenli olarak yağlanmalıdır.
- Sabit ve hareketli kontak yüzeyleri belli aralıklarla temizlenmelidir.
- Döner izolatörlü ayırıcılarda, izolatörlerin serbestçe dönebilmesi için yağlama yapılmalıdır.
- Ayırıcı yayları kontrol edilerek deforme olanlar değiştirilmelidir.
- Mesnet izolatörleri kontrol edilerek kırık ve çatlak olanlar varsa yenisiyle değiştirilmelidir.

12.4. AYIRICI MANEVRALARI

Devrede kesici olup olmamasına göre ayırıcı manevraları değişiklik gösterir. Devreden çıkarma işlemlerinde önce kesici sonra ayırıcı açılır. Devreye alırken de önce ayırıcı sonra kesici kapatılır. Devrede kesici yoksa alıcılar devreden çıkarıldıktan sonra ayırıcı açılır. Açma kapama işlemleri ayırıcı hareket düzenine göre elle, elektrik motoruyla veya pnömatik sistemle yapılır.

AMAÇ: Ayırıcıları monte etmek.



Görsel 12.8: Ayırıcının montajı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Ayırıcı	Bıçaklı, dâhilî tip, elle kumandalı	1 adet
Cıvata, somun, rondela	Montaja uygun çaplarda	
Faz bağlantı kablosu	Ayırıcı özelliğine uygun kesitte	
Topraklama kablosu	Ayırıcı özelliğine uygun kesitte	
El aletleri	Pense, yan keski, kargaburnu, tornavida vb.	
Anahtar takımları	Açıkağızlı, alyen	

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Montaj işlemine başlamadan önce ayırıcının sisteme uygunluğunu kontrol ediniz.
2. Ayırıcı montaj alanının çalışma şartlarına uygun olduğunu kontrol ediniz.
3. Bağlantı ayaklarını uygun cıvata, somun ve rondela yardımıyla yerine sabitleyiniz.
4. Uygun cıvata ve somunlarla faz terminal bağlantılarını gerçekleştiriniz.
5. Şase üzerinde bulunan topraklama cıvatasına uygun somun ve rondelalarla topraklama bağlantısını gerçekleştiriniz.



SORU

1. Ayırıcı ile kesici arasındaki farkı belirtiniz.



KOD=19675

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Ayırıcı elemanlarının kontrolü ve durum tespiti	25	
Numarası :	2	Ayırıcının yerine sabitlenmesi	25	
ÖĞRETMEN	3	Faz terminal bağlantıları	25	
Adı-Soyadı :	4	Topraklama bağlantısı	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

12.5. PARAFUDRLARIN MONTAJI VE BAĞLANTILARI

Enerji iletim hatlarında zaman zaman meydana gelen aşırı gerilimler, enerji kesintilerine ve işletme araçlarında hasara yol açar. Bu bakımdan aşırı gerilimlere karşı enerji sistemlerinin korunması gerekmektedir.

Gerilim Yükselmeleri: Genel olarak iletim sırasında ortaya çıkan toprak arızaları, yük atmaları ve rezonans gibi durumlardan kaynaklanır.

İç Aşırı Gerilimler: Devre açma kapama, toprak ve faz kısa devreleri gibi olaylar sonucu oluşur.

Dış Aşırı Gerilimler: Atmosferik olaylardan kaynaklanan, sisteme doğrudan ya da sistem yakınlarına yıldırım düşmesi sonucu ortaya çıkan gerilimlerdir.

12.5.1. Parafudrun Yapısı ve Çalışması

Yüksek gerilim sistemlerinde oluşan aşırı gerilimlere karşı koruma sağlayan cihazlara **parafudr** denir. Gövde, metal oksit bloklar, dengeleme yayı ve bağlantı terminallerinden oluşur. **Gövde**, parafudr içindeki elemanları bir arada tutan, parafudru dış etkilere karşı koruyan, aynı zamanda yalıtkanlığı sağlayan kısımdır. Porselen veya polimer malzemeden üretilir. Polimer gövdeli parafudrların kullanımı artmıştır (Görsel 12.9).



Görsel 12.9: Polimer gövdeli parafudr

Metal oksit bloklar parafudrun en önemli unsurudur ve tüm elektriksel karakteristiklerini sağlar. Bu bloklar değişken direnç yani varistördür. Belli bir gerilim seviyesinin altında yalıtkan olup anma gerilim seviyesinin üstünde iletken hâle geçer. Bu sebeple parafudrların, normal şartlarda direnci yüksektir. Aşırı gerilim oluşması hâlinde direnç değeri hızla azalarak en kısa yoldan gerilimi topraklar. Böylece devre elemanlarının zarar görmesi önlenir.

Parafudrlar şalt sahalarında, trafo merkezlerinde, hat ve trafo direklerinde, enerji nakil havai iletkenlerinin iki ucunda ve dağıtım panolarında kullanılır.

12.5.2. Parafudr Çeşitleri

- **Alçak Gerilim Parafudrları:** 1 kV'a kadar olan parafudrlardır. Ana ve yardımcı panolarda kullanılır.
- **Yüksek Gerilim Parafudrları:** 1 kV'tan büyük gerilimlerde kullanılan parafudrlardır (Tablo 12.3).

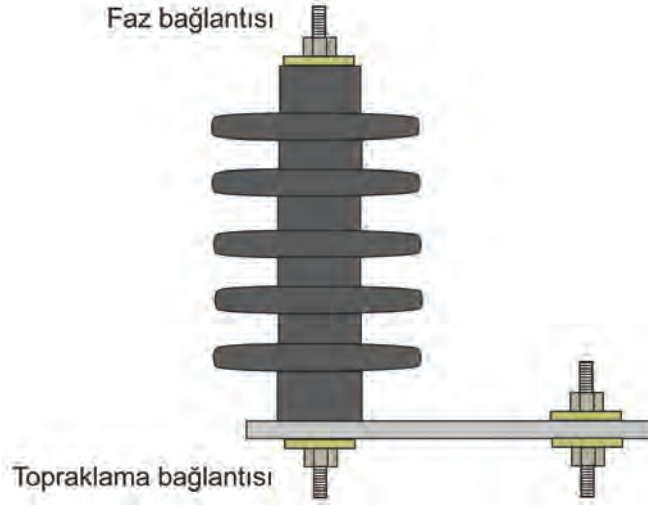
Tablo 12.3: Yüksek Gerilim Parafudrlarının Teknik Özellikleri

En yüksek sistem gerilimi (kV)	7,2	12	17,5	36
Anma sistem gerilimi (kV)	6,3	10,5	15,8	34,5
Parafudr anma gerilimi (kV)	6	10	15	30
Parafudr sürekli çalışma gerilimi (kV)	5	8	12	24
Anma boşalma akımı (kA)	5-10			

12.5.3. Parafudr Montaj İşlemleri

- Montaj alanı incelenerek parafudrların bağlanacağı yerler belirlenir.
- Parafudrların monte edileceği demir lama yerine monte edilir.
- Parafudr montaj delikleri hizalanır ve montaj vidaları uygun şekilde sıkılır.
- Bağlantı bara veya iletkeni hazırlanır.
- Parafudrun şebeke tarafı (faz) bağlanır.
- Topraklama iletkeni topraklama hattına bağlanır. Bağlantıların köşe yapmadan ve olabildiğince kısa, tercihen dikdörtgen kesitli (yassı) iletkenlerle yapılması gerekir.

AMAÇ: Parafudru monte ederek bağlantılarını yapmak.



Görsel 12.10: Parafudr montajı

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Parafudr	5 kA	1 adet
Faz bağlantı kablosu	Uygun kesitte	
Topraklama kablosu	Uygun kesitte	-
Cıvata, somun ve rondela		-
El takımları	Pense, yan keski, kargaburnu, tornavida	-
Anahtar takımları	Açıkağızlı	-
Parafudr montaj kılavuzu		-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Monte edilecek parafudrun montaj kılavuzunu inceleyiniz.
2. Montaj deliklerini hizalayınız.
3. Uygun cıvata ve somunlarla parafudru yerine sabitleyiniz.
4. Şebeke (faz) bağlantısını yapınız.
5. Topraklama bağlantısını yapınız.



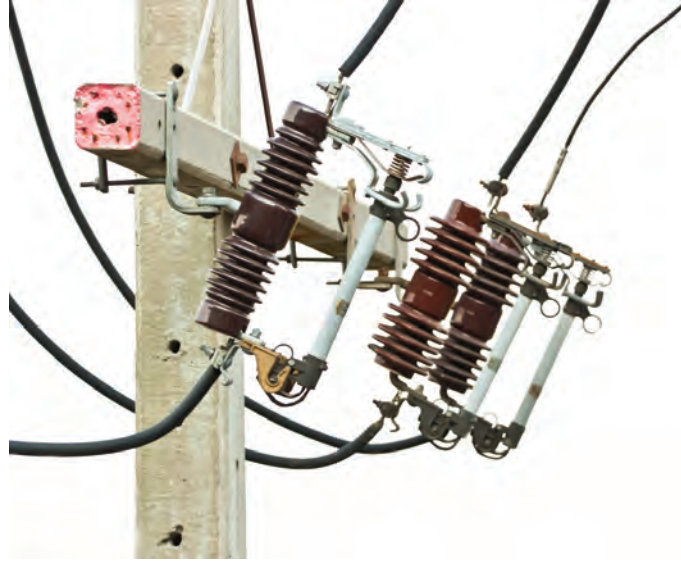
SORU

1. Parafudr nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	Parafudrun yerine montajı	25	
Numarası :	2	Şebeke bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	3	Topraklama bağlantısı	25	
Adı-Soyadı :	4	Somunların uygun sıkılması	25	
İmza :	TOPLAM PUAN		100	

12.6. YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

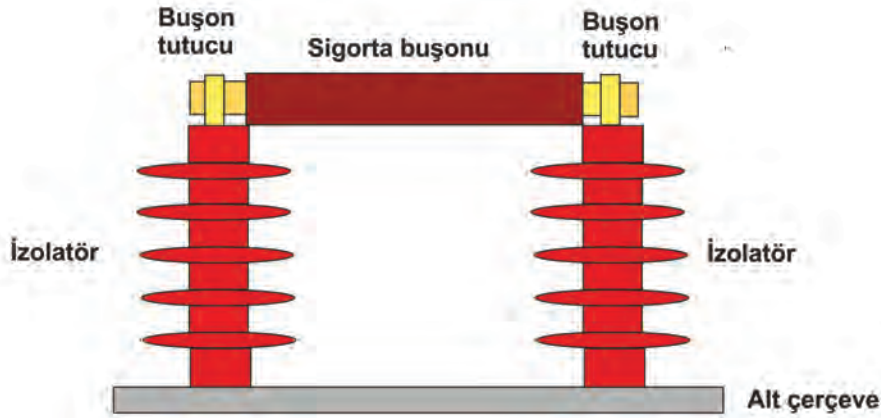
Yüksek gerilim tesislerinde hatlarda oluşan kısa devreler, dengesiz yüklenmeler, yıldırım düşmesi gibi atmosferik olaylar ve hatlarda oluşan salınımlardan dolayı aşırı akımlar çekilir. Bu akımların hat elemanlarına zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılan koruma elemanlarına **yüksek gerilim (YG) sigortası** denir. Kesici, ayırıcı, dağıtım trafoları ve enerji nakil hatlarının korunmasında kullanılır (Görsel 12.11).



Görsel 12.11: Yüksek gerilim sigortaları

Yüksek gerilim sigortaları eriyen telli, doldurulmuş kartuşlu ve pimli olmak üzere üç çeşittir. Sigortalar genel olarak sigorta buşonu ve buşon tutucu olmak üzere iki ana parçadan oluşur. Sigorta buşonu, silindirik yapıda olup yüksek ısıya ve atmosferik şartlara dayanıklı porselenden yapılır. Buşon içinde gövde boyunca sarılan erime telleri bulunur. İç kısımda ark söndürme ortamı olarak nemsiz kuartz kumu vardır.

Buşon tutucular, her iki uçta porselen boruya sabitlenmiş ve yüksek gerilimin toprağa kaçmasını önlemek için metal alt çerçeveye izolatörle tutturulmuştur (Görsel 12.12).



Görsel 12.12: Yüksek gerilim sigortasının yapısı ve bağlantısı

12.6.1. Yüksek Gerilim Sigorta Standartları

Sigortaların üretimi ulusal ve uluslararası belirli standartlara göre yapılmaktadır. Bu standartlarda sigortaların çalışma gerilim ve akımları gibi teknik özellikler yer almaktadır (Tablo 12.4).

Tablo 12.4: Anma Değerlerine Göre Sigorta Boyutları

AKIM (A)	ÇAP (mm)	BOY (mm)			
		7,2 kV	12 kV	17,5 kV	36 kV
2-4-6-10	45	390	390	540	635
16-20-25	45	390	390	540	635
30	45	390	390	540	635
40	45	390	390	540	635
63	45	390	390	540	635
75	45	390	390	540	635
100	45	390	390	540	635

12.6.2. Yüksek Gerilim Sigortası Seçimi

Sigortalar koruma yapacağı alıcı akımlarına göre seçilir. Tablo 12.5'te transformatör değerlerine göre sigorta akımları verilmiştir.

Tablo 12.5: Trafo Anma Değerlerine Göre Sigorta Akımları

TRAFO GÜCÜ (kVA)	TRAFO SEK. AKIMI (A)	7,2 kV		12 kV		17,5 kV		36 kV	
		TRAFO PR. AKIMI (A)	SİGORTA AKIMI(A)	TRAFO PR. AKIMI (A)	SİGORTA AKIMI (A)	TRAFO PR. AKIMI (A)	SİGORTA AKIMI (A)	TRAFO PR. AKIMI (A)	SİGORTA AKIMI (A)
25	36	2,4	6,3	1,45	4	1	4	0,5	2
50	72	4,8	10	2,9	6,3	2	6,3	1	4
75	108	7,2	16	4,3	10	3	10	1,5	6,3
100	144	9,6	20	5,8	16	4	10	2	6,3
125	180	12	25	7,2	16	5	16	2,4	6,3
160	230	15	32	9,2	20	6	16	3	10
200	290	19	40	11,5	25	8	20	3,8	10
250	360	24	50	14,4	32	10	25	4,8	16
315	455	30	63	18,2	40	12	25	6,1	16
400	576	38	80	23	50	15	25	8	16
500	720	48	100	30	63	20	32	10	25
630	910	60,6	125	36	80	25	40	12	32
800	1160	77	160	46	100	31	63	15	40
1000	1440	96,2	200	56	125	40	80	20	40

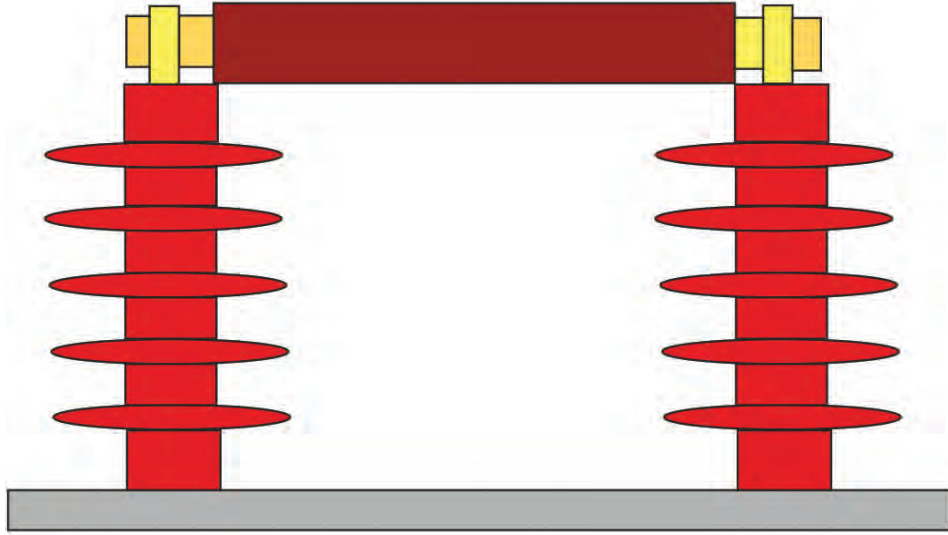
12.6.3. Yüksek Gerilim Sigortası Montajı

Sigorta montajı ve değişimleri sırasında en çok dikkat edilecek husus, enerjinin kesilmiş olmasıdır. Enerji kesilmeden sigorta değiştirilecek ortama girilmemelidir. Hat sigortası değiştirilecekse enerji kesildikten sonra hattın üzerinde biriken artık enerji topraklanmalıdır. Sigorta değişimi yüksekte yapılacaksa mutlaka emniyet kemeri kullanılmalıdır. Atan sigorta, hemen değil 5-10 dakika sonra değiştirilmelidir. Sigorta değişiminde mutlaka yüksek gerilim eldiveni kullanılmalıdır.

Sigorta montajı işlem basamakları şunlardır:

- İzolatörler metal alt çerçeveye tutturulur.
- Buşon tutucu başlıklar izolatörlere monte edilir.
- Metal çerçeve yerine takılır.
- Montaj vidaları uygun şekilde sıkılır.
- Buşon başlıklara yerleştirilir.
- Buşonun gövdeye tam olarak oturduğu kontrol edilir.

AMAÇ: Yüksek gerilim sigortasını monte ederek bağlantılarını yapmak.



Görsel 12.13: Sigorta montajı

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Yüksek gerilim sigortası	Buşonlu	3 adet
Metal çerçeve		3 adet
İzolatör		6 adet
Buşon tutucu başlıklar		6 adet
Sabitleme elemanları	Cıvata, somun, rondela	-
Anahtar takımı	Açıkağızlı	1 adet
El takımları	Pense, kargaburnu, tornavida	-
Montaj kılavuzu		-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Monte edilecek sigortanın montaj kılavuzunu inceleyiniz.
2. İzolatörleri metal çerçeveye monte ediniz.
3. Buşon tutucu başlıkları izolatörlere tutturunuz.
4. Metal çerçeveyi yerine sabitleyiniz.
5. Buşonu, buşon tutuculara yerleştiriniz.
6. Her faz için aynı bağlantıları gerçekleştiriniz.



SORULAR

1. Yüksek gerilim sigortası nedir? Açıklayınız.
2. Sigorta montajında dikkat edilecek hususları yazınız.



KOD=19679

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı :	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı :	1	İzolatörlerin çerçeveye montajı	20	
Numarası :	2	Buşon başlıklarının montajı	20	
ÖĞRETMEN	3	Çerçevenin yerine sabitlenmesi	20	
Adı-Soyadı :	4	Buşonun yerine takılması	20	
İmza :	5	Montajın genel kontrolü	20	
		TOPLAM PUAN	100	

12.7. DAĞITIM TRAFOLARININ BAKIMI VE ONARIMI

AC gerilimi düşüren ya da yükselten makinelere **transformatör** denir. AC gerilim, üretildiği yerden uzak noktalara taşınırken gerilimin düşürülmesi veya yükseltilmesi transformatörler ile sağlanır. Yüksek gerilim hatlarında kullanılan transformatörlere **güç transformatörü** denir. Orta ve alçak gerilimlerde kullanılan transformatörlere de **dağıtım transformatörü** denir. Uygulamada genellikle her ikisi için de güç transformatörü ifadesi kullanılır (Görsel 12.14).



Görsel 12.14: Dağıtım transformatörü

Dağıtım transformatörleri 400 kVA'e kadar direk tipi olarak yapılır. Bu gücün üzerindeki trafolar bina ya da köşk içine monte edilir. Abonelerin ihtiyacı doğrultusunda orta ve alçak gerilim dağıtım hatlarında, genel olarak fabrika, hastane, ev vb. yerlerde kullanılır. Fabrika ve hastane gibi elektrik tüketimi yüksek olan yerlerin kendi kullanımına tahsis edilmiş dağıtım transformatörleri bulunurken ev ve küçük iş yerlerinde bir dağıtım transformatörü birden fazla abonenin elektrik tüketimini karşılayabilir.

12.7.1. Dağıtım Transformatörlerinin Çeşitleri

Dağıtım transformatörleri soğutma şekline göre üç tiptir.

Yağlı Tip Transformatörler: Soğutma için yağ kullanılan transformatörlerdir. Orta ve büyük güçler için üretilir. Nüve, içi yağ dolu bir tank içindedir. Soğutma tipi doğal veya cebri olabilir. Transformatörün içindeki yağın kendiliğinden tank duvarlarına temasıyla transformatörü soğutması doğal soğutmadır. Yağın bir pompa ile basılarak soğutma yapılması ise cebri soğutmadır. Soğutma gücünü artırmak için radyatör kullanılarak yüzey genişletilir. Bu soğutma gücü de yeterli olmazsa radyatörü soğutmak için de vantilatör kullanılır.

Hermetik (Tam Kapalı) Tip Transformatörler: Hermetik dağıtım transformatörleri yağlı ve tabii soğutmalı olarak 36 kV'e kadar standart tiplerde üretilir. Bu transformatörlerin en önemli özelliği izolasyon yağının hava ile temasının önlenmiş olmasıdır. Bu durum izolasyon yağının özelliğinin bozulması hâlinde oluşacak arızaların önüne geçilmesini sağlar. Kazanlarında bulunan dalga duvarları, gerekli ısıyı atabilecek, yağ genişlemelerini ve büzüşmelerini karşılayabilecek elastiki yapıya sahiptir.

Kuru Tip Transformatörler: Soğutma yağının bulunmadığı ve tabii soğutmanın kullanıldığı transformatörlerdir. Sargılar arası izolasyon için epoksi reçine kullanılır. Bu transformatörler küçük güçlüdür ve bina içinde kullanılır. Avantajları; az yer kaplaması, bakım gerektirmemesi, sargılarının kolaylıkla değiştirilebilmesi, yangına ve patlamaya karşı daha güvenli olmasıdır.

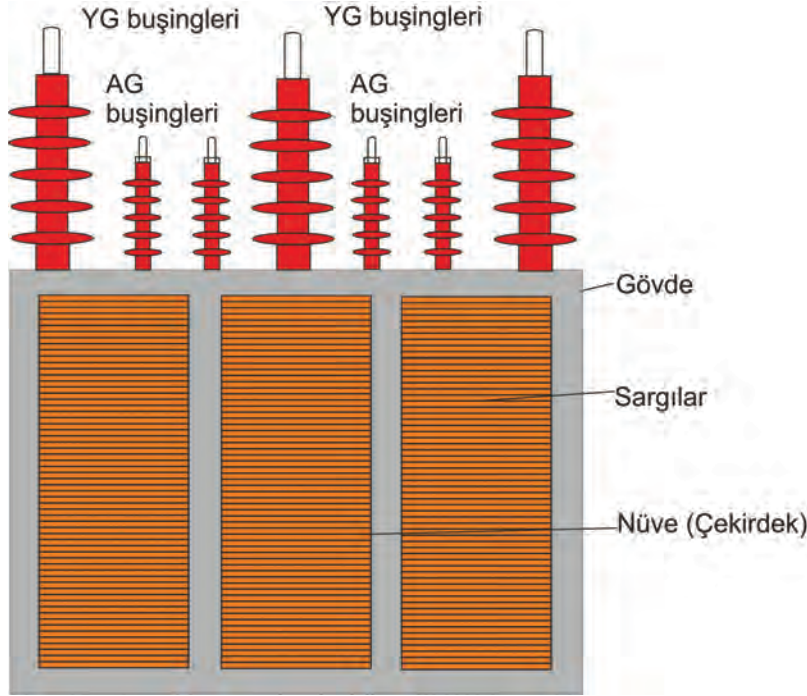
Tablo 12.6: Kuru Tip Transformatörlerin Teknik Özellikleri

Anma güçleri (kVA)	400-630-800-1000-1250-1600-2000-2500			
Anma frekansı (Hz)	50			
En yüksek sistem gerilimi (kV)	7,2	12	17,5	36
Anma sistem gerilimi OG sargısı (kV)	6,3	10,5	15,8	34,5
Anma sistem gerilimi AG sargısı (V)	400/231			
Kısa devre gerilimi (%U _k)	6			

12.7.2. Dağıtım Transformatörlerinin Yapısı ve Çalışması

Transformatörler genel olarak primer-sekonder sargılar ile sargıların sarıldığı nüve, sargı uçlarının dış devreye alındığı buşingler ve diğer elemanlardan oluşur. Bir transformatörün girişine uygulanan gerilime bağlı olarak çıkışında oluşan gerilim, tamamen primer ve sekonderdeki sargı sayılarına bağlıdır. Kullanılan iletkenlerin kalınlığı ve sac nüvenin göbek kesiti, transformatörün gücü ile ilgilidir. Yüksek güçlü transformatörlerde sac nüvenin göbek kesiti daha büyük ve iletkenler daha kalın olur. Bu durumda transformatörün boyutları da büyür.

Primer ve sekonder sargı uçları, gövde üzerinde bulunan alçak ve yüksek gerilim buşinglerine bağlanır. Buşing içerisine yerleştirilen bağlantı teli (tij) yardımıyla sargı uçları trafo kapağı üzerine çıkarılır. Porselenden imal edilen buşinglerin ebatları transformatörün gücü ile orantılıdır (Görsel 12.15).



Görsel 12.15: Dağıtım transformatörlerinin yapısı

Dağıtım transformatörleri genelde düşürücü transformatörlerdir yani primer sargıya uygulanan yüksek gerilim düşürülerek sekonder sargıdan alçak gerilim alınır. Primer sargıya gerilim uygulandığında sargı etrafında manyetik alan oluşur. Manyetik alan kuvvet çizgileri sekonder sargıyı keserek gerilim indükler. Sargılar arasındaki sargı farkından dolayı sekonder gerilimi, primer geriliminden daha düşüktür. Böylece gerilim istenen seviyeye düşürülür.

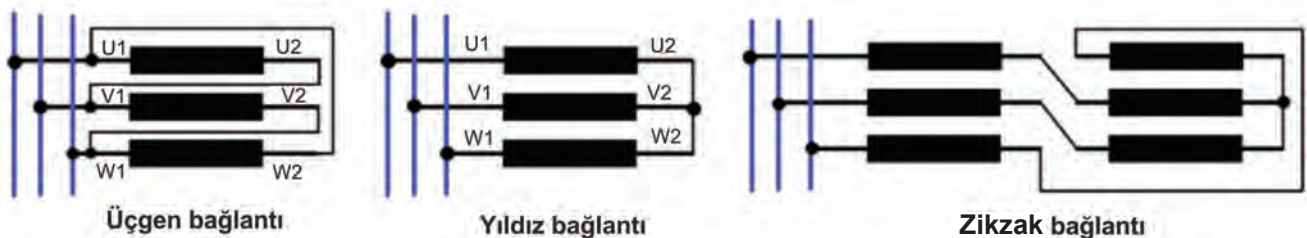
12.7.3. Dağıtım Transformatörlerinin Bağlantıları

Dağıtım transformatörü primer ve sekonder sargıları farklı şekillerde bağlanır. Bağlantı şekilleri aşağıda verilmiştir (Görsel 12.16).

Yıldız Bağlantı: Transformatör faz sargısı çıkış uçlarının birbirine bağlanmasıdır. Çıkış uçlarının oluşturduğu noktaya **yıldız noktası** denir. Giriş uçları üç fazlı gerilim hattına bağlanır. Yıldız bağlantı (Y) ile gösterilir. Transformatörün hem primer hem de sekonder sargıları yıldız olarak bağlanabilir. Bu bağlantıda nötr hattı vardır.

Üçgen Bağlantı: Transformatör faz sargısı çıkış uçlarının, çıkış girişe gelecek şekilde bağlanmasıdır. Üçgen bağlantı (D) ile gösterilir. Transformatörün hem primer hem de sekonder sargıları üçgen olarak bağlanabilir. Bu bağlantıda nötr hattı yoktur.

Zikzak Bağlantı: Bu bağlantı transformatörün sekonder sargılarında uygulanır. Sargı grupları birbirleriyle çıkış girişe bağlanır. Sekonder sargılar ikiye ayrılarak gerçekleştirilir. Zikzak bağlantı (Z) ile gösterilir. Transformatörün dengeli yüklenmesi için uygulanır.



Görsel 12.16: Transformatör bağlantıları

Transformatörün primer sargılarının bir fazında gerilim indüklendiğinde aynı fazın sekonder sargılarında da gerilim indüklenir. Bu fazın primer ve sekonder sargılarında indüklenen gerilimler arasında oluşan faz farkına **grup açısı** denir. Grup açısı 30°'ye bölünerek bir sabit elde edilir. Sargıların bağlantı şekli ve sabit sayısı bağlantı grubunu oluşturur. Türkiye'de orta gerilim şebekelerinde genellikle Dyn11 bağlantı grubuna sahip dağıtım transformatörleri kullanılmaktadır.

Dyn11: Primer sargıları üçgen, sekonder sargıları yıldız (nötr mevcut) bağlı, grup açısı $30 \times 11 = 330^\circ$ olan bağlantı grubudur.

12.7.4. Dağıtım Transformatörlerinin Etiket Değerleri

Transformatör etiketinde genel olarak aşağıdaki bilgiler bulunur.

- Anma görünür gücü
- Anma akımı, gerilim ve frekansı
- Bağlantı şekli ve yalıtkan sınıfı
- Bağlı anma kısa devre gerilimi
- Transformatör türü
- Soğutma türü
- Uyulan standartlar
- İmalat yılı, tip ve numarası

12.7.5. Dağıtım Transformatörlerinde Verim

Dağıtım transformatörlerinin verimi güç transformatörlerine göre düşüktür. Güç transformatörleri %100'e yakın verimde çalışırken dağıtım transformatörleri %50-%70 seviyesinde verimle çalışır. Transformatörlerde verim, alınan gücün verilen güce oranıdır.

$$\% \eta = (P_A / P_V) \times 100$$

Formüle göre

- η : Verim
 P_A : Transformatörden alınan güç (W)
 P_V : Transformatöre verilen güç (W)

Trafo ların güçleri büyüdükçe verimleri de artar. Demir kayıpları boşta ve her çeşit yükte aynı kalmasına rağmen bakır kayıpları yüke göre değiştiğinden trafonun verimi de yüke göre değişmektedir. Trafonun verimi, yaf o tam yük veya tam yüke yakın yüklerde çalıştığı zaman büyük olur.

Örnek: Bir dağıtım transformatöründen alınan güç 10 kW, verilen güç ise 10,5 kW'tır. Transformatörün verimini bulunuz.

Çözüm: $P_A = 10 \text{ kW}$ ve $P_V = 10,5 \text{ kW}$ ise;

$$\% \eta = (P_A / P_V) \times 100 \quad \% \eta = (10 / 10,5) \times 100 \quad \% \eta = 95 \quad \eta = \%95$$

12.7.6. Dağıtım Trafosformatörlerinin Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi

Transformatörün sargıları arası ve sargı-toprak arasındaki yalıtım durumunun belirlenmesi için yalıtım testi yapılır. Bu test, tamir işleminden önce ve sonra ya da bakım yapılırken anma geriliminde gerçekleştirilir. Testin amacı, toprağa giden veya sargılar arasında yalıtımın bozulmasından kaynaklı düşük direnç yollarının olup olmadığını belirlemektir.

Sonraki ölçümlere referans oluşturması amacı ile test sonuçları kaydedilir. Periyodik aralıklarla yapılan ölçümlerin karşılaştırılmasıyla transformatörün yalıtım durumu değerlendirilir. Ölçülen değerlerin birbirine yakın olması istenen bir durumdur. Sargı kontrol işlem basamakları aşağıda verilmiştir.

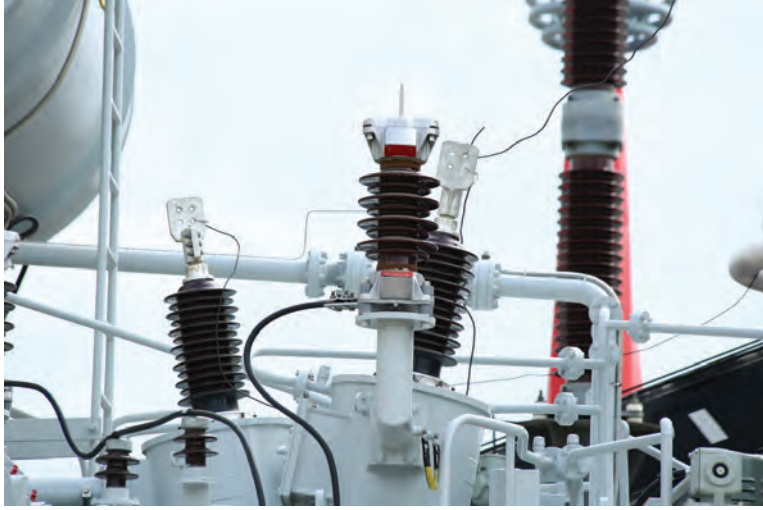
- Buşing bağlantı uçları, tekrar bağlarken yanlışığa meydan vermemek için işaretlenerek sökülür.
- Yalıtım megeri ile sargılar arası ve sargılarla tank arası yalıtım direnci ölçülür.
- Primer-sekonder sargılarının hem normal direnci hem yalıtım direnci ölçülür.
- Ölçülen değerler transformatör kataloğunda olması gereken değerler ile karşılaştırılır.

12.7.7. Dağıtım Transformatörlerinin Bakım İşlemleri

Transformatörlerin mekanik ve elektrik bakımları belirli aralıklarla yapılmalıdır.

- Buşingler gözle kontrol edilerek kırık veya çatlak olanlar değiştirilir, gevşek bağlantılar sıkılır.
- Temas etmeyen paslı, oksitli kısımlar temizlenir.
- Buşinglerin conta ve civatalarında yağ kaçakları veya sızıntı varsa giderilir.
- Tank ve radyatörler gözle kontrol edilerek yağ kaçağı ve sızıntı bulunmadığından emin olunur.
- Soğutma yağı kontrol edilerek alınan numuneler test merkezlerine gönderilir ve gelen değerlere göre transformatörün yağı değiştirilir.

AMAÇ: Dağıtım transformatörünün buşing bakımını yapmak.



Görsel 12.19: Transformatör buşingleri

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI
Dağıtım transformatörü	Yüksek gerilim	1 adet
Anahtar takımı	Açıkağızlı	1 adet
El takımları	Pense, kargaburnu, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Bakımı yapılacak dağıtım transformatörünü gözle kontrol ediniz.
2. Buşingleri kontrol ederek buşinglerin kırık veya çatlak olup olmadığını tespit ediniz.
3. Buşingleri sökünüz.
4. Bütün buşinglerin terminal ve topraklama bağlantılarını kontrol ederek iyi temas etmeyen paslı, oksitli kısımları temizleyiniz.
5. Buşinglerin conta ve civatalarında yağ kaçaqları veya sızıntı olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Buşingleri tekrar takınız.
7. Buşing terminal bağlantıları sıkılırken buşinglerin kırılmamasına ve buşing tijlerinin sökülmemesine özen gösteriniz.

SORULAR



1. Dağıtım transformatörü nedir?
2. Buşing nedir? Açıklayınız.



KOD=19684

ÖĞRENCİ		DEĞERLENDİRME			
Adı-Soyadı	:	No.	Değerlendirme Ölçütleri	Verilen	Alınan
Sınıfı	:	1	Buşinglerin sökülmesi	20	
Numarası	:	2	Buşinglerin temizlenmesi	20	
ÖĞRETMEN		3	Faz iletkenlerinin bakımı	20	
Adı-Soyadı	:	4	Topraklama bakımı	20	
İmza	:	5	Buşinglerin takılması	20	
TOPLAM PUAN				100	

GÜÇ SİSTEMİ ELEMAN SEMBOLLERİNİN ÇİZİLMESİ VE DEVREDE KULLANILACAK ELEMANLARIN BELİRLENMESİ

AMAÇ: Uygulamada belirtilen güç sisteminde kullanılacak elemanları belirlemek ve devre eleman sembollerini çizmek.

UYGULAMA: 400 kVA gücünde ve 34,5 / 0,4-0,220 kV'luk bir transformatör için kullanılacak kesici, ayırıcı, parafudr ve sigorta özelliklerini belirleyiniz. Devre eleman sembollerini çiziniz.

MALZEME LİSTESİ

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ	MİKTARI

DEĞERLENDİRME

NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN DEĞERLERİ	
		Verilen	Alınan
1	Devre sembollerinin çizilmesi	40	
2	Kesici özelliklerinin belirlenmesi	15	
3	Ayırıcı özelliklerinin belirlenmesi	15	
4	Parafudr özelliklerinin belirlenmesi	15	
5	Sigorta özelliklerinin belirlenmesi	15	
TOPLAM PUAN		100	

ÖĞRENCİNİN

Adı-Soyadı :
Sınıfı-No. :
İmza :

ÖĞRETMENİN

Adı-Soyadı :
İmza :
Tarih :

A) Aşağıdaki önermeleri dikkatle okuyunuz ve başındaki boşluğa ifade doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

- (...) Tüm ayırıcılar yük altında açma yapar.
- (...) Temelde parafudr, terminalleri arasındaki gerilime göre değerini değiştirebilen bir dirençtir.
- (...) Sigorta montajı ve değişimleri sırasında enerjinin kesilmiş olmasına dikkat edilmeli, enerjiyi kesmeden sigorta değiştirilecek ortama girilmemelidir.
- (...) Transformatörlerin güçleri büyüdükçe verimleri azalır.
- (...) Kuru tip transformatörler küçük güçlüdür ve bina içinde kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

- Dağıtım transformatörü giriş sargısına denir.
- Enerji nakil hatlarının girişine veya çıkışına bağlanan ayırıcılara ayırıcısı denir.
- Dağıtım trafosu faz bağlantı terminallerine denir.
- Her faz sargısının çıkış uçlarının birbirine bağlandığı bağlantı tipine denir.
- Transformatörün sargıları arası ve sargı-toprak arasındaki yalıtım durumunun belirlenmesi için yapılan teste denir.

C) Aşağıdaki ilk sütunda ifadeler, diğer sütunda ise kavramlar verilmiştir. İfadelerin önündeki parantezlerin içine kavramların önündeki harflerden uygun olanları her harfi bir defa kullanarak yazınız.

İFADELER			KAVRAMLAR	
11.	()	Yük altında açma kapama yapan yüksek gerilim devre elemanıdır.	A	Parafudr
12.	()	Yüksüz açma kapama yapan yüksek gerilim devre elemanıdır.	B	Yüksek gerilim sigortası
13.	()	Yüksek gerilim tesislerinde oluşan arızalar sonucu meydana gelen aşırı ve zararlı gerilim şoklarını önleyen koruma elemanıdır.	C	Dağıtım transformatörü
14.	()	Yüksek gerilim şebekelerinde oluşan arızaların, diğer kısımlardaki elemanlara zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılan koruma elemanıdır.	D	Kesici
15.	()	OG ve AG şebekelerinde genellikle gerilimin düşürülmesinde kullanılan makinedir.	E	Ayırıcı
			F	İzolatör

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Gazlı kesicilerde kullanılan gaz aşağıdakilerden hangisidir?

- A) SS6 B) FS6 C) SF6 D) FF6 E) FSF6

17. Aşağıdakilerden hangisi ayırıcı yapısını oluşturan parçalardan değildir?

- A) Şase B) Kontaklar C) Mekanik düzen D) Kutup E) Mesnet izolatörleri

18. Aşağıdakilerden hangisi YG sigorta çeşididir?

- A) Dâhilî tip B) Bara C) Az yağlı D) Vakumlu E) Eriyen telli

19. Aşağıdakilerden hangisi dağıtım trafosu elemanı değildir?

- A) Ana tank B) Sabit kontak
C) Radyatör D) Nüve
E) Sekonder sargı

20. Aşağıdakilerden hangisi dağıtım trafosu etiket değeri değildir?

- A) Sipir sayısı B) Anma akımı
C) Anma gerilimi D) Anma frekansı
E) Anma görünür gücü

KAYNAKÇA

MEB Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<https://www.eba.gov.tr/c?q=EBA8828>
<https://www.123rf.com>
<https://www.shutterstock.com>
sozluk.gov.tr
tdk.gov.tr

GÖRSEL KAYNAKÇASI

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1679>



KAREKOD KAYNAKÇASI

(1. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Kumanda Devre Elemanlarının Ölçü Aleti ile Kontaklarının Tespiti	36	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19511
Çeşitli Buton Uygulamaları	45-46	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19514
Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik Çalıştırılması	47-48	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19515
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	49- 50	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19516
Üç Fazlı Asenkron Motorun Kesik ve Sürekli Çalıştırılması	51-52	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19517
Üç Fazlı Asenkron Motorun Farklı Kumanda Merkezlerinden Kontrolü	53-54	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19518
Aç-Kapa Paket Şalterle Lamba ve Motor Kontrolü	55-56	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19519
Üç Fazlı Asenkron Motorun Elektriksel Kilitlemeli Devir Yönünün Değiştirilmesi	57-58	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19520
Üç Fazlı Asenkron Motorun Butonsal Kilitlemeli Devir Yönünün Değiştirilmesi	59-60	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19521
Üç Fazlı Asenkron Motorun Paket Şalter ile Devir Yönünün Değiştirilmesi	61-62	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19522
Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesi ile Durdurulması	63-64	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19523
Üç Fazlı Asenkron Motorun Ters Zaman Rölesi ile Durdurulması	65-66	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19524
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sınır Anahtarı ile Devir Yönünün Değiştirilmesi	67-68	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19525
Üç Fazlı Asenkron Motorun Bir Butonla Çalıştırılıp Durdurulması	69-70	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19526
Üç Fazlı Asenkron Motorun Koruma Röleleriyle Çalıştırılması	71-73	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19527
Üç Fazlı Asenkron Motorun Sağ-Sol Rölesi ile Çalıştırılması	74-75	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19528

KAREKOD KAYNAKÇASI

(1. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	76-77	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19529
Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi	78-79	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19530
Bir Fazlı Asenkron Motorun Enversör Paket Şalterle Devir Yönünün Değiştirilmesi	80-81	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19531

(2. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Paket Şalter ile Yol Verilmesi	95-96	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19537
Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız-Üçgen Rölesi ile Yol Verilmesi	97-98	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19538
Üç Fazlı Asenkron Motora Otomatik Yıldız-Üçgen Yol Verilmesi	99-100	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19539
Üç Fazlı Asenkron Motora Yumuşak Yol Verici (Soft Starter) ile Yol Verilmesi	101-102	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19540
Temel Operatör Paneliyle (BOP) Kontrol (Cn001 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	116-119	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19545
Sabit Frekanslarla Kontrol (Cn003 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	120-123	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19546
Harici Butonlarla Kontrol (Cn006 Kontrol Makrosu Kullanılarak)	124-127	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19547
Potansiyometre ile Hız Kontrolü	128-131	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19548
Kalıcı Tip Butonla Devir Yönünün Değiştirilmesi	132-135	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19549
Butonlarla Çalıştırıp Durdurma Yön Değiştirme ve Potansiyometre ile Hız Kontrolü	136-139	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19550
Dahlender Motora Düşük ve Yüksek Devirde Yol Verilmesi	141-142	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19552

(3. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Balatalı Frenleme ile Üç Fazlı Asenkron Motorun Durdurulması	153-154	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19557
Üç Fazlı Asenkron Motorun Düz Zaman Rölesiyle Dinamik Frenlenmesi	157-158	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19560

(4. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Tek Etkili Silindirin Doğrudan ve Dolaylı Kontrolü	184	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19571
Çift Etkili Silindirin Doğrudan ve Dolaylı Kontrolü	185	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19572
Tek ve Çift Etkili Silindirlerde Hız Kontrolü	186	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19573
Çift Etkili Silindirin VE Valfiyle Kontrolü	187	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19574
Çift Etkili Silindirin VEYA Valfiyle Kontrolü	188	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19575
Çift Etkili Silindirin Makaralı Valfle Kontrolü	189	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19576
Çift Etkili Silindirin Zamana Bağlı Kontrolü	190	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19577

KAREKOD KAYNAKÇASI

(5. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Tek Etkili Silindirin Doğrudan ve Dolaylı Kontrolü	210	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19584
Tek Etkili Silindirin İsteğe Bağlı Kontrolü	211	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19585
Çift Etkili Silindirin Doğrudan ve Dolaylı Kontrolü	212	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19586
Çift Etkili Silindirlerde VE Fonksiyonun Uygulanması	213	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19587
Çift Etkili Silindirlerde VEYA Fonksiyonun Uygulanması	214	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19588
Çift Etkili Silindirlerin İmpuls Valfi ile Kontrolü	215	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19589
Çift Etkili Silindirin Sınır Anahtarı ile Kontrolü	216	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19590
Çift Etkili Silindirin Temassız Algılayıcı ile Kontrolü	217	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19591
Çift Etkili Silindirin Zamana Bağlı Kontrolü	218	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19592

(6. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Tek Etkili Silindirin Kontrolü	236	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19601
Çift Etkili Silindirin Kontrolü	237	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19602
Tek Etkili Silindirin VE Valfiyle Kontrolü	238	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19603
Tek Etkili Silindirin VEYA Valfiyle Kontrolü	239	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19604

(7. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Çift Etkili Silindirin 4/2 Valfle Kontrolü	249	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19609
Elektrohidrolik VE Devresi	250	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19610
Elektrohidrolik VEYA Devresi	251	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19611
Çift Etkili Silindirin 4/3 Valfle Kontrolü	252	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19612

(8. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Pano İçi Kablo Kanallarının, Raylarının ve Devre Elemanlarının Montajı	268-269	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19625
Pano Kablolarına Pabuç Takılması ve Kablo Bağlantıları	270-272	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19626
Pano İzolasyon Testleri	273	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19627
Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalıştırılması	274-275	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19628

KAREKOD KAYNAKÇASI

(9. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Endüstriyel Sayaçlar/ Endüstriyel Sayaç Çeşitleri	284	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19633
Üç Fazlı Aktif Sayacın Direkt Bağlantısı	286-287	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19634
Üç Fazlı Aktif Sayaç Endekslerinin Okunması	288	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19636
Kombi Sayacın Direkt Bağlantısı	289-290	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19637
X5 Kombi Sayacın Akım Trafolu Bağlantısı	291-292	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19638

(10. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Panonun Montaja Hazırlanması	307-308	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19649
Pano Elemanlarının Montajı	309-310	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19650
Beş Kolon Hat Çıkışlı Dağıtım Panosu Elemanlarının Kablo Bağlantıları	311-312	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19651

(11. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Yedi Kademeli ve Reaktörlü Kompanzasyon Panosunun Montajı ve Bağlantıları	337-338	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19667

(12. ÖĞRENME BİRİMİ) UYGULAMA ADI	SAYFA NO.	KİTAPTA KULLANILAN KAREKOD LİNKİ
Kesici Montajı	345	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19671
Kesicilerin Açılıp Kapatılması	346	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19672
Ayırıcı Montajı	350	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19675
Parafudr Montajı ve Bağlantıları	352	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19677
Yüksek Gerilim Sigortası Montajı ve Bağlantıları	355	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19679
Dağıtım Transformatörünün Buşing Bakımı	360	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=19684

CEVAP ANAHTARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	Y	11	D	21	sınır anahtarı	31	A
2	D	12	D	22	zaman rölesi	32	B
3	D	13	Y	23	kontaktör	33	D
4	Y	14	D	24	bobin	34	D
5	Y	15	asenكرون motor	25	bıçaklı	35	B
6	Y	16	döner manyetik alan	26	motor koruma şalteri	36	B
7	D	17	herhangi iki faz	27	U-V-W	37	C
8	Y	18	kayma	28	Santrifüj anahtar	38	A
9	D	19	paket şalter	29	E		
10	Y	20	durdurma	30	B		

2. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	4 kW	11	D	16	C
2	Y	7	yol verme	12	A	17	A
3	Y	8	invertör	13	E	18	B
4	D	9	380-400	14	B	19	E
5	D	10	devir yönünü	15	C	20	D

3. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	verimi	11	G	16	D
2	Y	7	ani durdurma	12	D	17	E
3	D	8	balatalı	13	A	18	A
4	Y	9	kısalır	14	B	19	B
5	D	10	omik direnci	15	C	20	C

4. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	Y	6	yol-konum	11	C	16	A
2	D	7	silindir	12	G	17	E
3	Y	8	eşit	13	F	18	B
4	Y	9	doğrudan	14	A	19	D
5	D	10	basıncılı havanın	15	B	20	C

5. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	Y	6	doğrudan kontrol	11	B	16	E
2	Y	7	endüktif	12	G	17	C
3	D	8	röle	13	A	18	E
4	D	9	sol	14	F	19	B
5	Y	10	mavi kalın, mavi ince	15	D	20	D

6. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	soğutulmasını da	11	E	16	C
2	Y	7	hidrolik depo veya tank	12	D	17	A
3	Y	8	akışkanlar	13	F	18	D
4	D	9	çift	14	C	19	B
5	D	10	iş	15	A	20	E

CEVAP ANAHTARI

7. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	fren	11	E	16	D
2	Y	7	iki	12	A	17	B
3	D	8	potansiyometre	13	F	18	A
4	Y	9	kabloları	14	B	19	C
5	Y	10	açık	15	C	20	E

8. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	2-3 mm	11	G	16	E
2	D	7	kablo kanalı	12	E	17	A
3	Y	8	30 mA	13	A	18	C
4	D	9	AC3	14	F	19	D
5	Y	10	akım	15	C	20	B

9. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	reaktif	11	F	16	B
2	Y	7	tek	12	E	17	E
3	D	8	demand	13	A	18	D
4	Y	9	topraklanarak	14	B	19	C
5	Y	10	alınmaz	15	D	20	A

10. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	Y	6	50 mm	11	D	16	E
2	D	7	kısa devre	12	G	17	D
3	Y	8	yangın koruma veya toroid röle	13	A	18	B
4	D	9	kesitine	14	B	19	A
5	D	10	50 cm	15	C	20	C

11. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	D	6	kompanzasyon sistemi	11	C	16	C
2	D	7	aktif güç	12	G	17	B
3	Y	8	reaktif güç	13	A	18	E
4	Y	9	görünür güç	14	B	19	B
5	D	10	kVAR	15	E	20	D

12. ÖĞRENME BİRİMİ							
1	Y	6	primer sargı	11	D	16	C
2	D	7	hat	12	E	17	D
3	D	8	buşing	13	A	18	E
4	Y	9	yıldız bağlantı	14	B	19	B
5	D	10	yalıtım testi	15	C	20	A