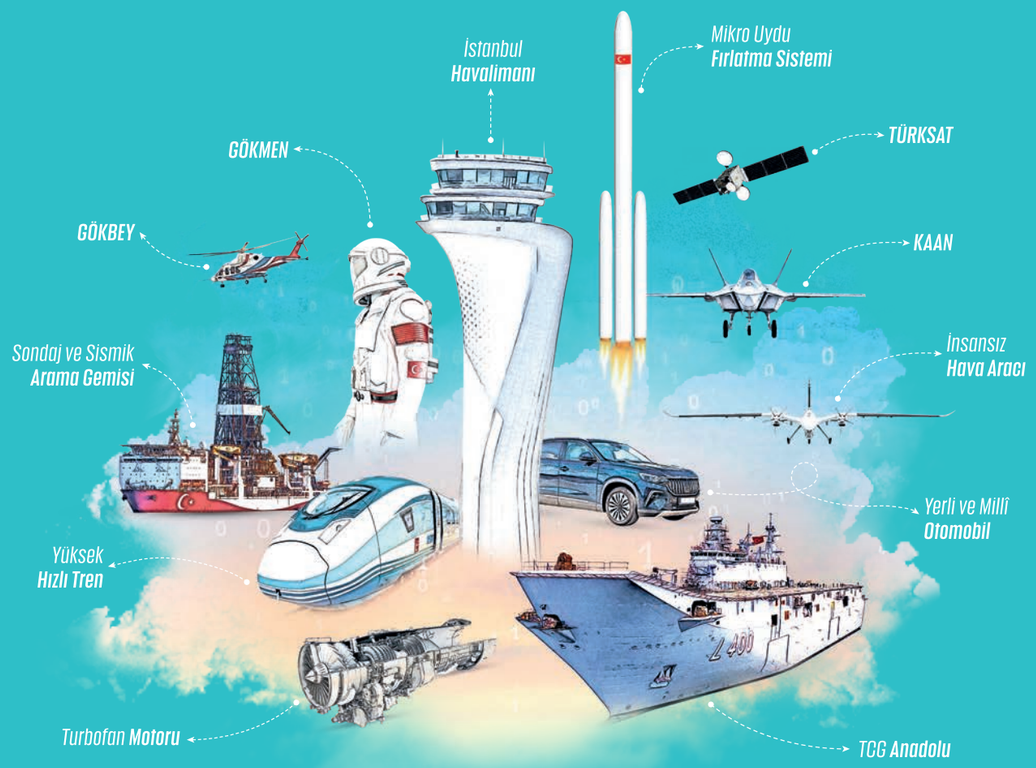
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-6359-2

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

UÇAK BAKIM ALANI | ANALOG ELEKTRONİK ATÖLYESİ 10 | DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

UÇAK BAKIM ALANI

ANALOG ELEKTRONİK ATÖLYESİ

10 DERS MATERYALİ

MEB__205280__ANALOG ELEKTRONİK ATÖLYESİ 10 (Uçak Bakım)__KAPAK+.pdf__19,3X27,5

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

UÇAK BAKIM ALANI

ANALOG ELEKTRONİK ATÖLYESİ 10

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ali ŞAHİN
Ufuk ERDOĞAN
Yalçın TIRAŞ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 7891
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 1819

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

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI
Mehmet ÖNER

REHBERLİK UZMANI
Elif BAYRAK

GÖRSEL TASARIM UZMANI
Seyfullah YENİ

ISBN
978-975-11-6359-2

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

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599

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,
Medeniyyet 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 cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan 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

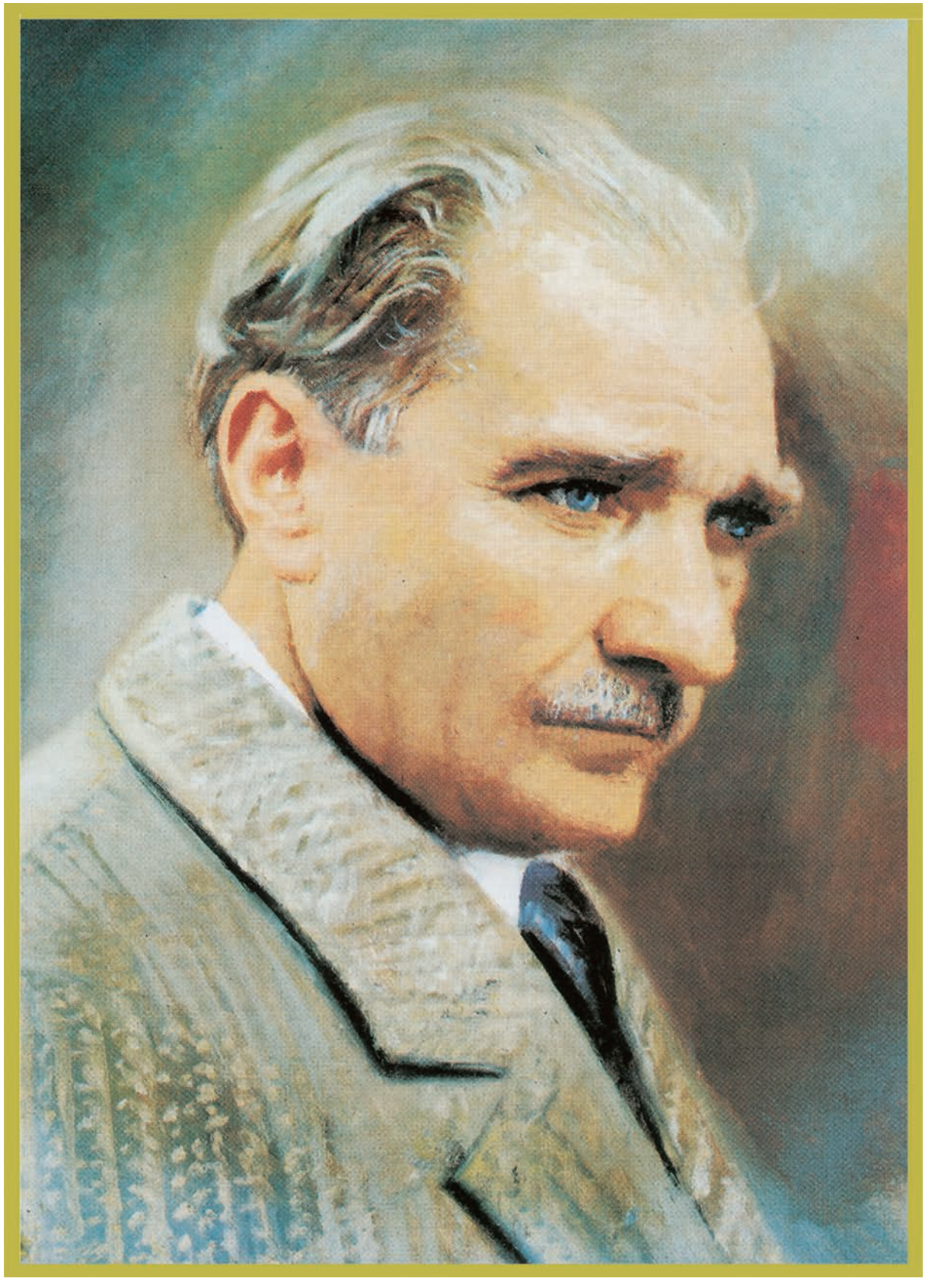
GENÇLİĞE HİTABE

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 8

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1.1. TEMEL YARI İLETKEN BAĞLANTILARINI YAPARAK ÖLÇME 18
1.1.1. Çeşitli Yarı iletken Tiplerine Ait Elektron Dağılımları 18
1.1.2. Doğru Polarmalı ve Ters Polarmalı PN Bağlantısı 19
1.1. UYGULAMA: 1N4001 DİYODUN DOĞRU POLARMALANDIRILMASI 21
1.2. UYGULAMA: 1N4001 DİYODUN TERS POLARMALANDIRILMASI 23
1.2. ÇEŞİTLİ DİYOT DEVRELERİNİ ÇALIŞTIRMA 25
1.2.1. Doğrultucu Diyot Sağlamlık Testi 25
1.2.2. Diyotların Özellikleri 26
1.3. UYGULAMA: KRİSTAL DİYOT UYGULAMASI 30
1.4. UYGULAMA: ZENER DİYOT UYGULAMASI 32
1.5. UYGULAMA: LED UYGULAMASI 34
1.6. UYGULAMA: FOTO DİYOT UYGULAMASI 37
1.2.3. Doğrultma Devreleri 39
1.7. UYGULAMA: YARIM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ 41
1.8. UYGULAMA: TAM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ 43
1.9. UYGULAMA: KÖPRÜ TİPİ TAM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ 45
1.2.4. Diyotlu Devrelerin Testi 47
1.10. UYGULAMA: REGÜLELİ TAM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ 51
1.11. UYGULAMA: GERİLİM İKİLEYİCİ DEVRESİ 53
1.12. UYGULAMA: GERİLİM ÜÇLEYİCİ DEVRESİ 55
1.13. UYGULAMA: LİMİTÖR DEVRESİ 57
1.14. UYGULAMA: POZİTİF KENETLEME DEVRESİ 59
1.15. UYGULAMA: NEGATİF KENETLEME DEVRESİ 61
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 63

2. ÖĞRENME BİRİMİ

2.1. TRANSİSTÖRLERİ TEST EDEREK TRANSİSTÖRLÜ YÜKSELTEÇ DEVRELERİNİ KURMA 68

2.1.1. PNP ve NPN Transistörlerin Yapısı 68

2.1.2. PNP ve NPN Transistörlerin Sağlamlık Kontrolü 69

2.1. UYGULAMA: DİJİTAL AVOMETRE İLE PNP VE NPN TRANSİSTÖRLERİN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE BACAK TESPİTİ 73

2.2. UYGULAMA: ANALOG AVOMETRE İLE PNP VE NPN TRANSİSTÖRLERİN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE BACAK TESPİTİ 75

2.1.3. Transistörlü Yükselteçler 77

2.3. UYGULAMA: SABİT BEYZ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ 85

2.4. UYGULAMA: EMİTERİ DENGELENMİŞ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ 88

2.5. UYGULAMA: GERİLİM BÖLÜCÜLÜ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ 91

2.6. UYGULAMA: KOLEKTÖR GERİ BESLEMELİ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ 94

2.7. UYGULAMA: EMİTERİ ORTAK YÜKSELTEÇ DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 103

2.8. UYGULAMA: BEYZİ ORTAK YÜKSELTEÇ DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 105

2.9. UYGULAMA: KOLEKTÖRÜ ORTAK YÜKSELTEÇ DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 107

2.2. TRANSİSTÖRLÜ OSİLATÖR DEVRELERİ KURMA 109

2.2.1. Kristal Osilatör 109

2.2.2. RC Osilatör 111

2.2.3. Transistörlü LC Osilatör 112

2.2.4. Multivibratör 115

2.10. UYGULAMA: KRİSTAL OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 119

2.11. UYGULAMA: RC OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 121

2.12. UYGULAMA: HARTLEY OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 123

2.13. UYGULAMA: COLPİTS OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 125

2.14. UYGULAMA: ASTABLE MULTİVİBRATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 127

2.14. UYGULAMA: BISTABLE MULTİVİBRATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 129

2.16. UYGULAMA: MONOSTABLE MULTİVİBRATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ 131

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 133

3. ÖĞRENME BİRİMİ

3.1. İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ PARAMETRELERİNİ ÖLÇEREK KATALOG DEĞERLERİNİ KARŞILAŞTIRMA 138

3.1.1. İşlemsel Yükselteç Entegre Tipleri 138

3.1.2. Genel Op-amp'ın Özellikleri 140

3.1.3. Op-amp Entegre Çeşitleri 141

3.1.4. Op-amp Entegresi Katalog Okuma 142

3.1. UYGULAMA: OP-AMP ENTEGRESİNE ENERJİ VEREREK ÇALIŞTIRMA 1 143

3.2. UYGULAMA: OP-AMP ENTEGRESİNE ENERJİ VEREREK ÇALIŞTIRMA 2 145

3.2. İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ DEVRELERİ TASARLAMA 147

3.2.1. Op-amp'ta Geri Besleme 147

3.2.2. Op-amp Uygulama Devreleri 149

3.3. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 1 154

3.4. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 2 156

3.5. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 3 158

3.6. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 4 161

3.3. ENTEGRE DEVRE UYGULAMALARI YAPMA 163

3.3.1. İntegratör Devre (İntegral Alıcı Devre) 163

3.3.2. Diferansiyatör Devre (Türev Alıcı Devre) 165

3.7. UYGULAMA: OP-AMP İLE İNTEGRATÖR DEVRE YAPIMI 168

3.8. UYGULAMA: OP-AMP İLE DİFERANSİYATÖR DEVRE YAPIMI 170

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 172

4. ÖĞRENME BİRİMİ

4.1. GENLİK MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA 176
4.1.1. Modülasyonla İlgili Temel Kavramlar 176
4.1.2. Genlik Modülasyonu 178
4.1.3. Genlik Modülasyonlu Sinyal 179
4.1. UYGULAMA: GENLİK MODÜLASYONLU VERİCİ DEVRE (GM VERİCİ) 182
4.2. UYGULAMA: GENLİK MODÜLASYONLU VERİCİ DEVRE KURMAK 1 184
4.3. UYGULAMA: GENLİK MODÜLASYONLU VERİCİ DEVRE KURMAK 2 186
4.2.FREKANS MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA 189
4.2.1. Frekans Modülasyonun Elde Edilmesi 189
4.2.2. Faz Modülasyonu 190
4.4. UYGULAMA: TÜREV ALICI DEVRE KURMAK 191
4.5. UYGULAMA: FM VERİCİ DEVRE KURMAK 1 194
4.6. UYGULAMA: FM VERİCİ DEVRE KURMAK 2 196
4.3. DARBE MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA 199
4.3.1. Darbe Genlik Modülasyonu 199
4.3.2. Darbe Genişlik Modülasyonu 200
4.3.3. Delta Modülasyonu 203
4.7. UYGULAMA: DARBE MODÜLASYONLU DEVRE KURMAK 1 204
4.8. UYGULAMA: DARBE MODÜLASYONLU DEVRE KURMAK 2 206
4.9. UYGULAMA: PWM DEVRESİ KURMAK 209
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 212

EK 216
KAYNAKÇA 217
CEVAP ANAHTARI 218

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

* Bu ders materyalindeki kısaltmalar uluslararası ölçü birimleri dikkate alınarak kullanılmıştır.

Ders materyalinin alanını gösterir.

Etkileşimli ders materyali, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğniz karekodu gösterir.

Ders materyali adını gösterir.

Öğrenme birimi numarasını gösterir.

Öğrenme birimi görselini içerir.

Öğrenme birimi temel kavramlarını içeririr.

Öğrenme birimi konularını içerir.

Öğrenme birimi adını içerir.

Öğrenme birimi açıklamasını içeririr.

Öğrenme birimi hazırlık çalışmasını içeririr.

Öğrenme birimi konu başlığını içerir.

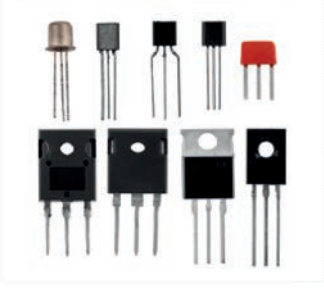
Öğrenme birimi konu anlatımını içerir.

Öğrenme birimi ölçme ve değerlendirme sorularını içerir.

2.1. TRANSİSTÖRLERİ TEST EDEREK TRANSİSTÖRLÜ YÜKSELTEÇ DEVRELERİNİ KURMA

Transistör, N tipi ve P tipi yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle elde edilir. NPN ve PNP şeklinde yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle BJT (bipolar cankşın transistör) elde edilir.

Transistör, girişine uygulanan zayıf sinyalleri yükselterek akım ve gerilim kazancı sağlayan ayrıca anahtarlama elemanı olarak kullanılan elektronik devre elemanıdır. Transistörün kolektör (C), beyz (B) ve emiter (E) olmak üzere üç bacağı vardır. Görsel 2.1'de çeşitli transistör örnekleri görülmektedir.



Görsel 2.1: Çeşitli transistör görünüşleri

2.1.1. PNP ve NPN Transistörlerin Yapısı

PNP tipi transistör, iki adet P tipi yarı iletken madde arasına ince bir katman hâlinde N tipi yarı iletken madde eklenmesiyle elde edilmiştir. N tipi yarı iletken madde beyz (B), P tipi yarı iletken maddeler kolektör (C) ve emiter (E) bacaklarını oluşturmaktadır. Şekil 2.1'de PNP transistörün yarı iletken yapısı, sembolü ve diyot eş değeri görülmektedir.

NPN tipi transistör, iki adet N tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde P tipi yarı iletken madde eklenmesiyle elde edilmiştir. P tipi yarı iletken madde beyz (B), N tipi yarı iletken maddeler kolektör (C) ve emiter (E) bacaklarını oluşturmaktadır. Şekil 2.2'de NPN transistörün yarı iletken yapısı, sembolü ve diyot eş değeri görülmektedir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (...) Son yörüngesinde (valans) dört elektron bulunduran maddelere yarı iletken denir.
2. (...) P ve N birleşimine dışarıdan gerilim uygulanmasına polarmalandırma denir.
3. (...) Diyotlarda geyt ve beyz olmak üzere iki uç vardır.
4. (...) Doğrultma devreleri temel olarak yarım dalga doğrultma ve tam dalga doğrultma olmak üzere ikiye ayrılırlar.
5. (...) Yarım dalga doğrultma devresi DC sinyalin bir alternansını iletir.
6. (...) Köprü tipi tam dalga doğrultma devrelerinde orta uçlu transformatör kullanmak gerekir.
7. (...) Filtre devrelerinde kapasitesi büyük elektrolitik kondansatörler ve büyük endüktanslı bobinler kullanılır.
8. (...) Regülatör devrelerinde, zener diyot, transistör veya gerilim regülatör entegresi kullanılır.
9. (...) 7805 regüle entegresinin çıkış gerilimi 12 Volt dur.
10. (...) Gerilim çoklayıcılar küçük akım gerektiren devrelerde kullanılır.

B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

11. **Germanyum atomunun son yörüngesinde kaç tane valans elektronu vardır?**
    A) 1
    B) 2
    C) 3
    D) 4
    E) 5

12. **Kristal diyotların sağlamlığını ölçmek için multimetre konumu aşağıdakilerden hangisidir?**
    A) Akım kademesi
    B) Yarı iletken ölçüm kademesi
    C) Volt kademesi
    D) Güç kademesi
    E) Bobin kademesi

Ders materyalinin adını gösterir.

Öğrenme birimi adını içerir.

Öğrenme birimi bilgi sayfasını gösterir.

Ders materyali alanını gösterir.

Öğrenme birimi konu anlatımını destekleyen şekil ve görselleri içerir.

Öğrenme birimi uygulama süresini gösterir.

uçak bakım alanı

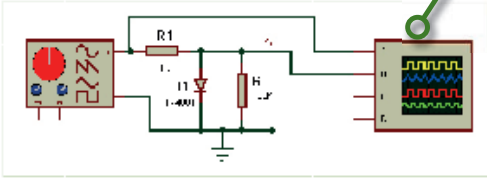
http://kitap.eba.gov.tr/kodGoruntuleme/32912

Ders 2 ders saati

1.3 UYGULAMA: KRİSTAL DİYOT UYGULAMASI

Amaç: Kristal diyotlu kırpıcı devresini breadboard veya deney seti üzerine kurup çalıştırmak ve giriş-çıkış dalga şekillerini osiloskopta görüp incelemek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.8: Kristal diyot ile yapılan kırpıcı uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Dijital Avometre	Dijital	1 Adet
Diyot	1N4001	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 100 KΩ	2 Adet
Sinyal Jenaratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereçleri hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.8'deki tepe kırpıcı devresini breadboard veya deney seti üzerine kurunuz.
3. Osiloskobun 1. kanalını devrenin girişine, 2. kanalını devrenin çıkışına bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörünü 10 Vpp /1 KHz sinüs dalga üretecek şekilde ayarlayınız.

Uygulama sayfası

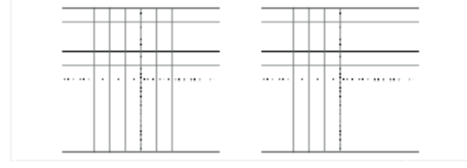
30 analog elektronik atölyesi | diyotlu devreler

uçak bakım alanı

http://kitap.eba.gov.tr/kodGoruntuleme/32912

Ders 2 ders saati

5. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
6. Giriş-çıkış dalga şeklini ölçtünüz ve ölçülü olarak Şekil 1.9 üzerine çiziniz.
7. D1 diyodunun yönünü değiştirip ölçümlerinizi tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sinyal şekillerini bir önceki sinyal şekilleri ile karşılaştırınız.
8. Alınan sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Enerji tasarrufu için sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.



Şekil 1.9: Osiloskop ekran görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Girişe uygulanan sinyal ile çıkış sinyali arasında genlik bakımından fark var mıdır? Varsa nedeni nedir?
2. Göç diyodu ne demektir?
3. D1 diyodunun yönü değiştirildiğinde çıkış sinyali değişiyor mu? Değişiyorsa nedenini tartışınız.
4. Dijital avometre ile diyodun sağlamlık kontrolü nasıl yapılır?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	İş Güvenliği	Bilgi	Becerı	Temizlik Düzen	Sınıf Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /	Alınılar ve Puanlar	10	30	40	10	10	100	..../.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı	Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....								.....

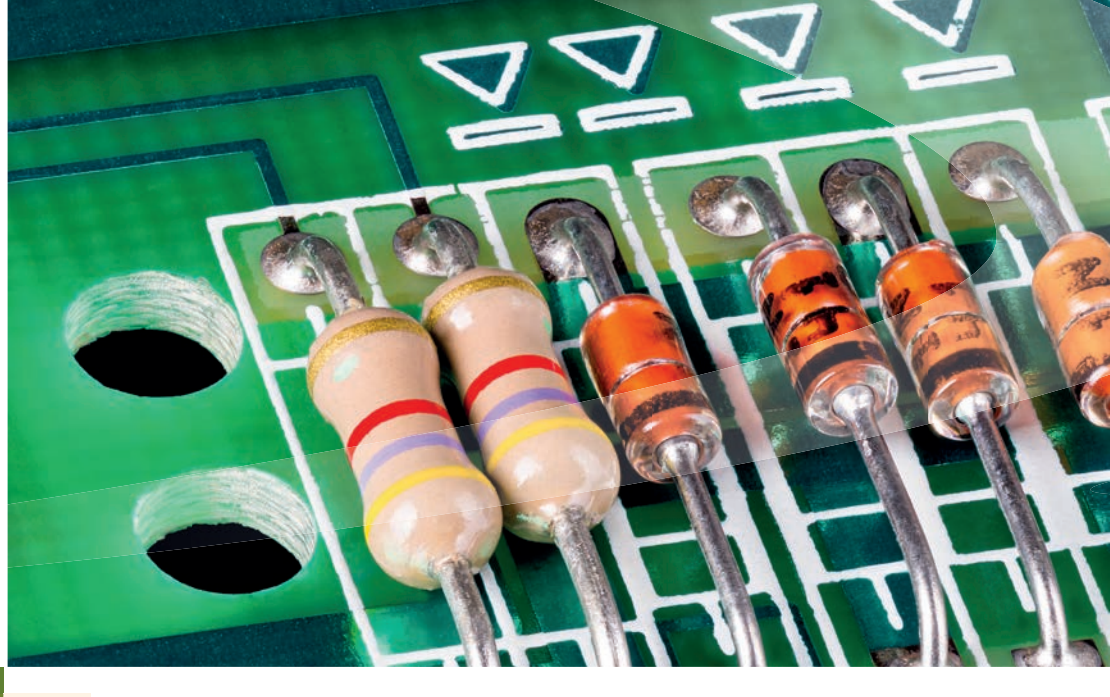
Uygulama sayfası

diyotlu devreler | analog elektronik atölyesi 31

Öğrenme birimi uygulama sayfasını gösterir.

Uygulama değerlendirme ve puan tablosunu içerir.
Bu tablo EK-1
Uygulama Gözlem Formundaki ölçütlere göre doldurulur.

Sayfa numarasını gösterir.



uçak bakım alanı

1. ÖĞRENME BİRİMİ

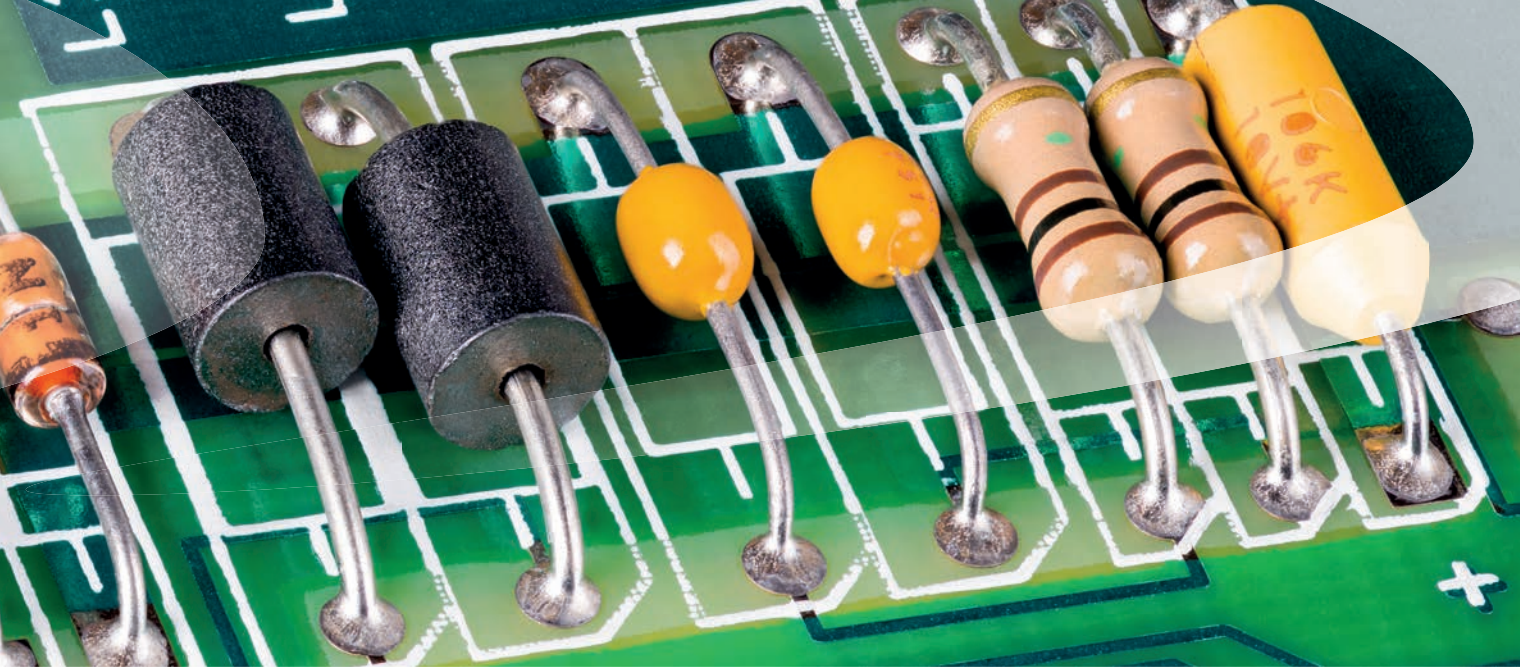
DİYOTLU DEVRELER

analog elektronik atölyesi

Konular

1.1. TEMEL YARI İLETKEN BAĞLANTILARINI YAPARAK ÖLÇME

1.2. ÇEŞİTLİ DİYOT DEVRELERİ ÇALIŞTIRMA



Temel Kavramlar ve Terimler

Transistör, DC (doğru akım) polarma, yükselteç, osilatör, kristal, bobin.

Öğrenme Birimi Açıklaması

Bu öğrenme birimi; yarı iletken elektronik devre elemanlarının yapıları, sembolleri, çalışmaları ve bağlantıları ile ilgili konuları ve uygulamaları içermektedir. Ayrıca bu öğrenme biriminde diyot, diyot çeşitleri ve diyotlu devreler ile ilgili bilgiler verilecektir.

Hazırlık Çalışmaları

1. **Bir maddenin elektriği hem iletip hem de iletmemesinin nedeni ne olabilir? Düşüncelerinizi paylaşınız.**
2. **LED'ler; cep telefonları, reklam panoları, televizyon ekranları, araba farları, şehir içi sinyalizasyon lambaları, evlerdeki aydınlatmalar vb. her alanda kullanılmaktadır. LED'lerin bu kadar yoğun kullanılmasının nedeni ne olabilir?**

1.1. TEMEL YARI İLETKEN BAĞLANTILARINI YAPARAK ÖLÇME

Bilim insanları maddeleri, **iletkenler** ve **yalıtkanlar** şeklinde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre elektriği ileten maddelere **iletken maddeler**, elektriği iletmeyen maddelere ise **yalıtkan maddeler** denmektedir.

Atomlarının son yörüngesinde beş ve daha fazla elektron bulunduran maddelere **yalıtkan maddeler** denir. Lastik, cam, tahta, hava, porselen, kauçuk, silgi, kâğıt, saf su, alkol, ebonit, mika, teflon, bakalit yalıtkan maddelere örnektir.

Atomlarının son yörüngesinde üç ya da daha az elektron bulunduran maddelere **iletken maddeler** denir. Metaller (altın, gümüş, bakır, demir, çinko, alüminyum, çivi vb.), alüminyum folyo, tuzlu su, asitli su, sirke ve insan vücudu iletken maddelere örnektir.

1.1.1. Çeşitli Yarı iletken Tiplerine Ait Elektron Dağılımları

Son yörüngesinde (valans) dört elektron bulunduran maddelere **yarı iletken maddeler** denir. Elektronikte kullanılan yarı iletkenlerin bazıları germanyum (Ge), silisyum (Si), selenyum (Se), bakır oksit (CuO), galyum-arsenit (GaAs) ve kurşun sülfürdür (PbS). Elektronik sistemlerde en yaygın kullanılan yarı iletkenler ise silisyum ve germanyumdur. Normalde yalıtkan olan bu iki element; ısı, ışık veya gerilim uygulandığında iletken hâle geçer.

1.1.1.1. Silisyum Atomuna Ait Elektron Dağılımı

Silisyum, atom numarası 14 olan ve yeryüzünde en çok bulunan yarı metal bir elementtir. İlk katmanında 2, ikinci katmanında 8 ve üçüncü katmanında 4 adet elektron bulundurur. Şekil 1.1'de silisyum atomunun elektron dağılımı görülmektedir.

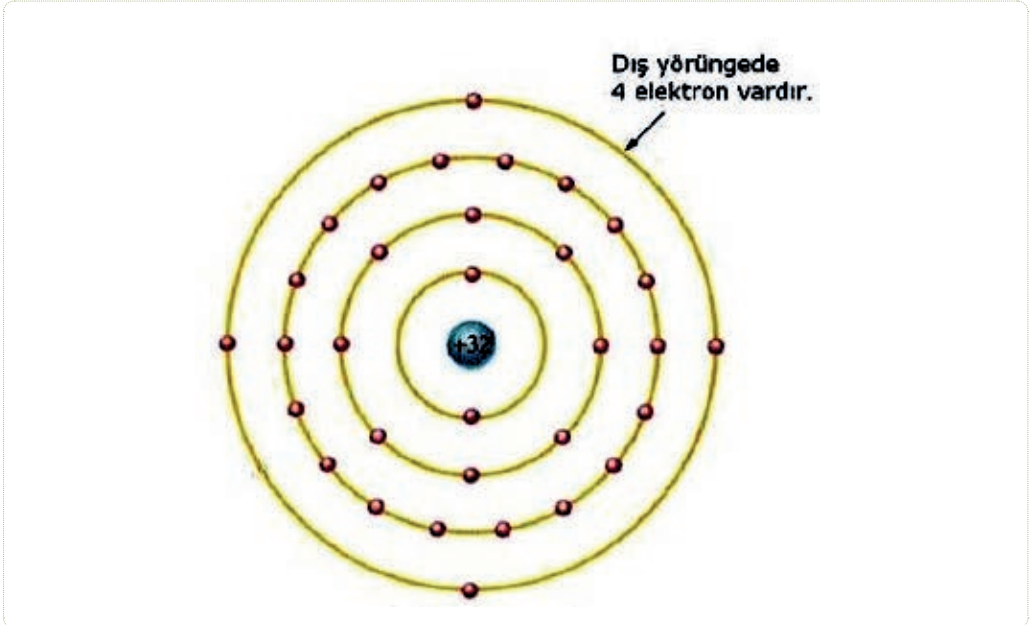
Şekil 1.1
Silisyum atomunun elektron dağılımı

Arsenik maddesinin atomlarının valans yörüngelerinde, beş adet elektron bulunur. Silisyum ile arsenik maddeleri birleştirildiğinde, arsenik ile silisyum atomlarının kurduğu kovalent bağdan arsenik atomunun bir elektronu açıkta kalır. Böylece birleşimde milyonlarca elektron serbest kalmış olur. Bu da birleşime negatif madde (**N tipi madde**) özelliği kazandırır.

Bor maddesinin valans yörüngesinde, üç adet elektron bulunur. Silisyum maddesine bor maddesi enjekte edildiğinde, atomların kurduğu kovalent bağlardan bir elektronluk eksiklik kalır. Bu eksikliğe oyuk adı verilir. Bu elektron eksikliği, karışıma **pozitif madde (P tipi madde) özelliği** kazandırır.

1.1.1.2. Germanyum Atomuna Ait Elektron Dağılımı

Atom çekirdeğinde 32 proton, 41 nötron vardır. Çekirdek etrafındaki yörüngede, toplam 32 elektron bulunur. Germanyum atomunun son yörüngesinde, 4 valans elektronu vardır. Silisyum kadar olmasa da elektronik uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Şekil 1.2'de germanyum atomunun elektron dağılımı görülmektedir.



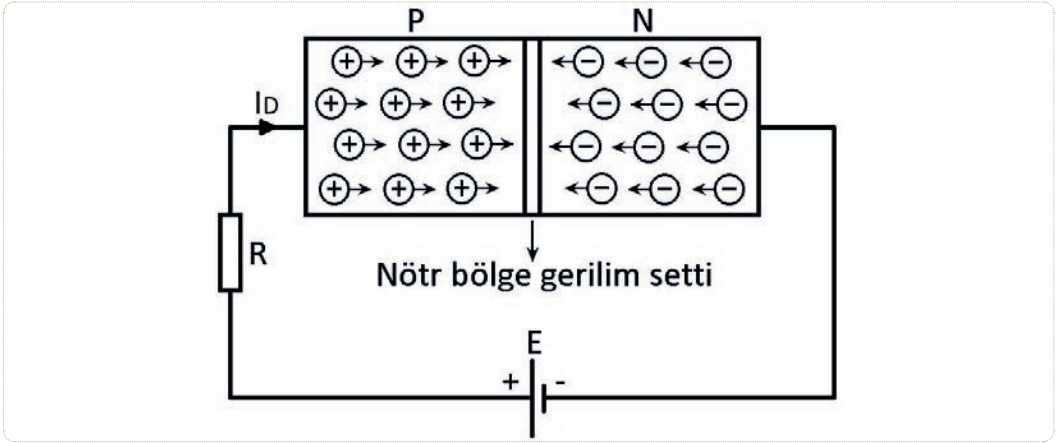
Şekil 1.2
Germanyum atomunun elektron dağılımı

1.1.2. Doğru Polarmalı ve Ters Polarmalı PN Bağlantısı

P ve N birleşimine dışarıdan gerilim uygulanmasına **polarma (kutuplama)** denir. Doğru polarma ve ters polarma olmak üzere iki çeşit polarma vardır.

1.1.2.1. Doğru Polarmalı PN Bağlantısı

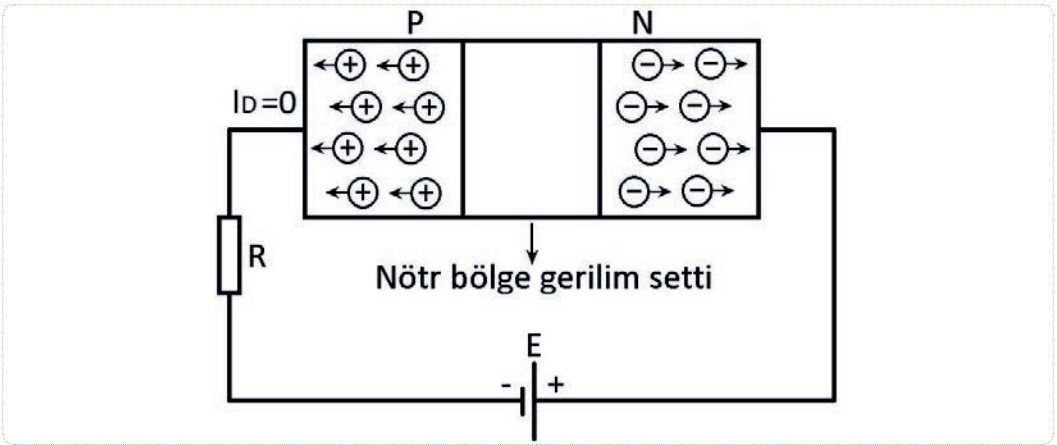
Doğru polarma, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbunun P bölgesine ve gerilim kaynağının negatif (-) kutbunun N bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Doğru polarmada gerilim kaynağının voltajı, P ve N birleşiminin nötr bölgesinde oluşan gerilim seti değerini aşınca yarı iletken madde iletken hâle gelir. Şekil 1.3'te doğru polarmalı PN bağlantısı görülmektedir.



Şekil 1.3: Doğru polarmalı PN bağlantısı

1.1.2.2. Ters Polarmalı PN Bağlantısı

Ters polarma, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbunun N bölgesine ve gerilim kaynağının negatif (-) kutbunun P bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Ters polarmada, gerilim kaynağının voltajı P ve N birleşiminin nötr bölgesini daha da genişleteceğinden yarı iletken madde yalıtkan hâle gelir. Şekil 1.4'te ters polarmalı PN bağlantısı görülmektedir.



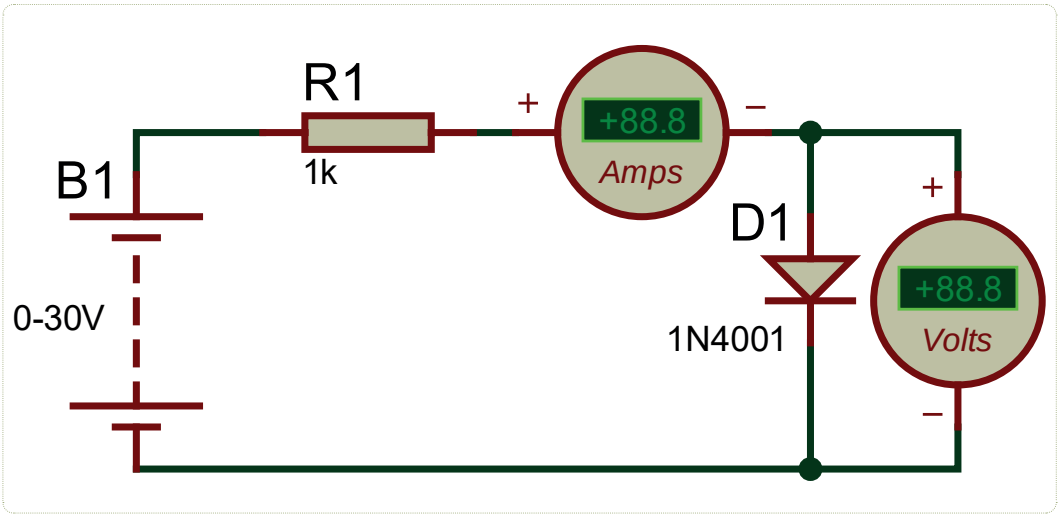
Şekil 1.4: Ters polarmalı PN bağlantısı

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23680

1.1. UYGULAMA: 1N4001 DİYODUN DOĞRU POLARMALANDIRILMASI

Amaç: 1N4001 diyodu devrede doğru polarmalandırarak üzerinde ölçümler yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.5: 1N4001 diyodunun doğru kutuplandırılması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/0-30 volt	1Adet
Diyot	1N4001	1Adet
Direnç	1 KΩ	1Adet
Ampermetre	Dijital	1Adet
Voltmetre	Dijital	1Adet
Breadboard [biredbord, (devre bordu)]	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.5'teki devreyi breadboard veya deney seti üzerine kurunuz.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23680

3. Güç kaynağını 0,2 volta ayarlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
5. Voltmetrenin ve ampermetrenin gösterdiği değerleri Tablo 1.1 üzerine kaydediniz.
6. Güç kaynağını Tablo 1.1'deki değerlerine ayarlayarak ölçümlerinizi tekrarlayınız.
7. Voltmetrenin ve ampermetrenin gösterdiği değerleri tekrar Tablo 1.1 üzerine kaydediniz.
8. Alınan sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.

Tablo 1.1: Doğru Polarmalandırılmış Diyot Üzerine Düşen Gerilim ve Diyottan Geçen Akım Değerleri

Güç kaynağı (V)	0,2 V	0,4 V	0,6 V	0,8 V	2 V	4 V
Ampermetre (A)						
Voltmetre (V)						

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. İletken bir diyot üzerine kaç volt düşmüştür?

2. Kaynak gerilimini azaltınca diyot üzerindeki gerilim değişiyor mu?

3. R1 direncinin görevi nedir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

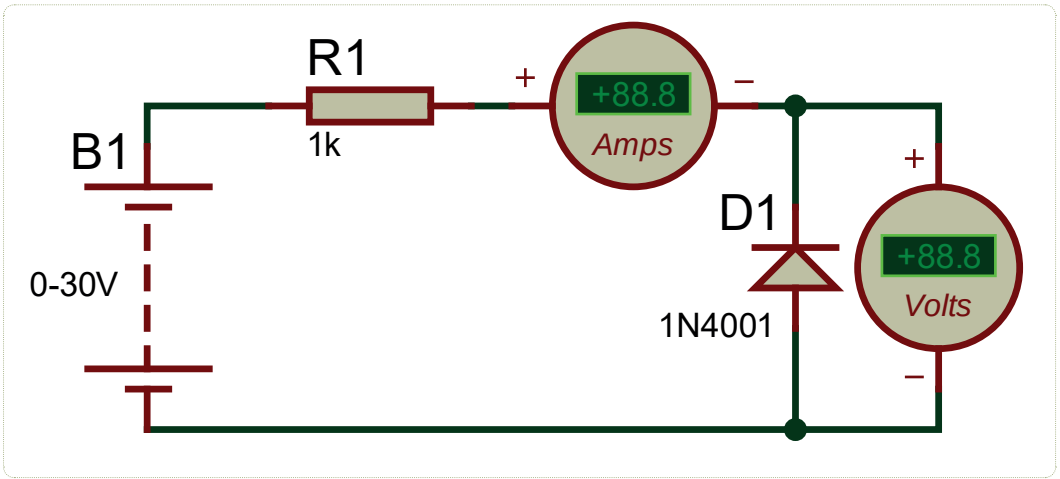
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23681

süre: 2 ders saati

1.2. UYGULAMA: 1N4001 DİYODUN TERS POLARMALANDIRILMASI

Amaç: 1N4001 Diyodunu devreye ters kutuplandırarak bağlayıp üzerinde ölçümler yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.6: 1N4001 diyodunun ters polarmalandırılması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/0-30 volt	1Adet
Diyot	1N4001	1Adet
Direnç	1 KΩ	1Adet
Ampermetre	Dijital	1Adet
Voltmetre	Dijital	1Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.6'daki devreyi breadboard veya deney seti üzerine kurunuz.
3. Güç kaynağını 12 volta ayarlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
5. Voltmetrenin ve ampermetrenin gösterdiği değerleri Tablo 1.2 üzerine kaydediniz.

uygulama sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23681

6. Güç kaynağını 6 volta sonra da 3 volta ayarlayınız.
7. Voltmetrenin ve ampermetrenin gösterdiği değerleri tekrar Tablo 1.2 üzerine kaydediniz.
8. Alınan sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.

Tablo 1.2: Ters Polarmalandırılmış Diyot Üzerine Düşen Gerilim ve Diyottan Geçen Akım Değerleri

Güç kaynağı (V)	Ampermetre (A)	Voltmetre (V)
12 V		
6 V		
3 V		

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Yalıtkan bir diyot üzerine kaç volt düşmüştür?

2. Kaynak gerilimini azaltınca diyot üzerindeki gerilim değişiyor mu?

3. 1N4001 diyodun ters polarmadaki akımı kaç amperdir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

1.2. ÇEŞİTLİ DİYOT DEVRELERİNİ ÇALIŞTIRMA

Diyotlar **P** tipi ve **N** tipi olmak üzere iki farklı yarı iletken malzemenin birleştirilmesi ile elde edilir. Yarı iletken maddeler normal durumda elektrik akımını iletmez. **P** tipi ve **N** tipi yarı iletken maddeler bir araya getirildiğinde iki kutuplu yarı iletken diyotlar ortaya çıkar.

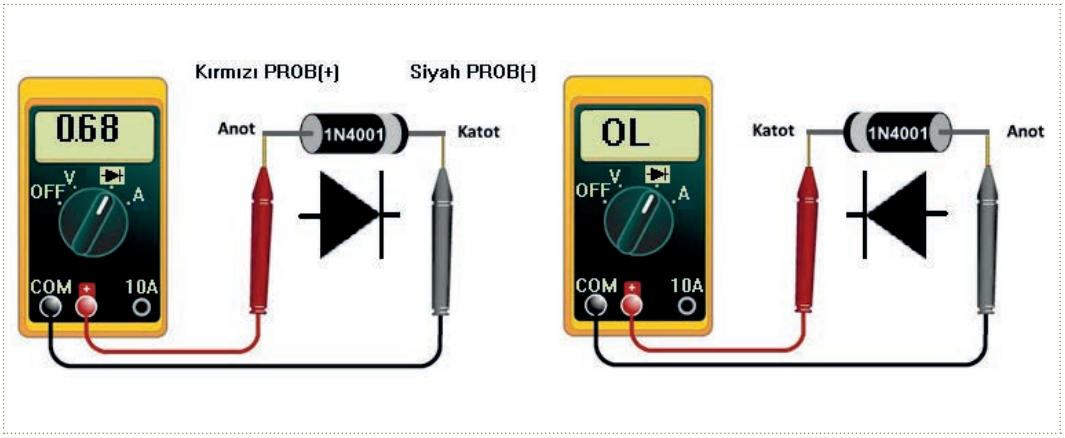
1.2.1. Doğrultucu Diyot Sağlamlık Testi

Diyotlarda anot (+) ve katot (-) olmak üzere iki uç vardır. Sağlam bir diyot, sadece anottan katoda doğru elektrik akımı geçişi sağlar. Diyotların sağlamlık testi analog veya dijital ölçü aletleriyle yapılır.

1.2.1.1. Dijital Avometre ile Kristal Diyodun Sağlamlık Kontrolü

Avometre yarı iletken ölçümü kademesine alınır. Ölçü aletinin probları diyot uçlarına değdirilir. Ölçü aletinin değer gösterip göstermediğine bakılır. Uçlar yer değiştirilip işlem tekrarlanır. Ölçü aleti, işlemlerin sadece birinde değer gösteriyorsa diyot sağlamdır. Değer gösterdiği durumda dijital ölçü aletinin pozitif (+) probuna bağlı diyot ucu anot, negatif (-) probuna bağlı uç katottur. Ölçü aletinde okunan değer diyodun eşik gerilimidir.

Diyot ölçümü her iki durumda da değer gösteriyorsa diyot kısa devredir. Değer göstermiyorsa diyot açık devredir ve bozuktur. Şekil 1.7'de diyodun dijital avometre ile sağlamlık kontrolü gösterilmiştir.



Şekil 1.7: Diyotların dijital avometre ile sağlamlık kontrolü

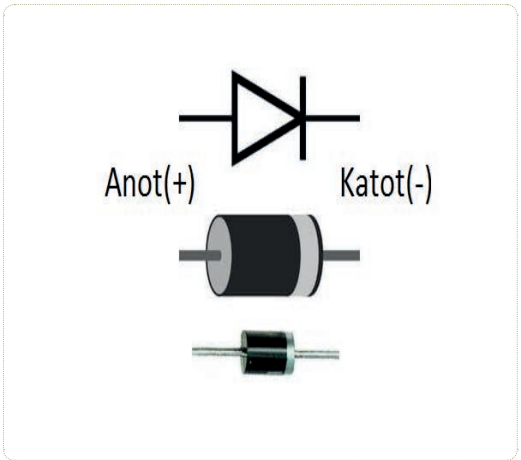
1.2.1.2. Analog Avometre ile Kristal Diyodun Sağlamlık Kontrolü

Sağlam bir diyot, tek yönlü polarmada iletimdedir. Analog avometrelerde direnç ölçerken kırmızı ucun negatif (-), siyah ucun pozitif (+) olduğu unutulmamalıdır. Kırmızı ucu diyodun katoduna ve siyah ucu anoduna bağlandığında diyot iletimdedir. Bu durumda ölçü aletinin ibresi sapar. Uçları ters çevrildiğinde ise ölçü aletinin ibresinde bir sapma olmamalıdır. Eğer diyot her iki durumda da iletimdeyse yani ölçü aletinin ibresinde sapma oluyorsa diyot kısa devredir. Her iki durumda da ibrede bir hareket yoksa diyot açık devredir.

1.2.2. Diyotların Özellikleri

Diyotlar, karakteristik özellikleri sayesinde elektrik ve elektronik devrelerde farklı amaçlarda kullanılır.

1.2.2.1. Kristal Diyotlar



Görsel 1.1: Kristal diyot ve sembolü

Kristal diyot, doğru polarma altında çalışan yani anot ucuna pozitif (+), katot ucuna negatif (-) geldiğinde anottan katoda akım geçiren bir diyot çeşididir. Kristal diyotlar, genellikle alternatif gerilimi doğrultmak, elektronik devrelerde anahtarlama yapmak ve elektronik devreleri ters akımlardan korumak gibi amaçlar için kullanılır. Değişik çalışma gerilimi ve akımlarına sahiptir. 1N4xxx ve 1N5xxx serisi elektronik uygulamalarda sıkça kullanılan diyotlardır. Genellikle kristal diyotlarda, katodu gösteren gri veya siyah çizgi kullanılır. Kristal diyotlar elektronik devrelerde **D** harfiyle gösterilir. Doğrultucu diyotların boyutları akım değerlerine göre değişir. Büyük akımlı diyotların kesitleri büyük olur. Kristal diyotlarının yüksek akımlı olanlarına **güç diyotları** denir. Görsel 1.1'de kristal diyot sembolü ve çeşitli diyot görseli verilmiştir.

Görsel 1.2: Zener diyot ve sembolü

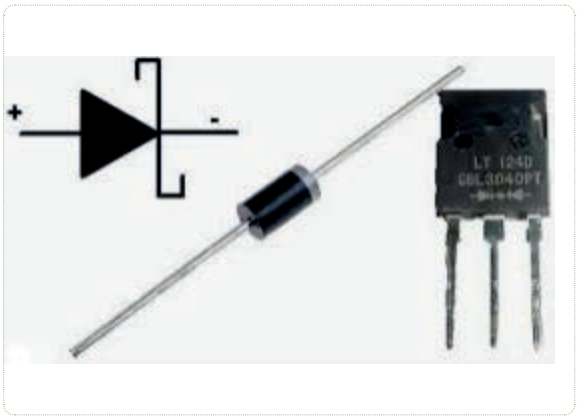
1.2.2.2. Zener Diyotlar

Zener diyot, devreye ters bağlandığında yani anoduna negatif (-), katoduna pozitif (+) gerilim uygulandığında **zener gerilimi** adı verilen seviyeye kadar akım geçirmez, bu gerilim aşıldığında uçlarından sabit zener gerilimi görülen diyotlardır.

Zener diyotlar; özellikle güç kaynaklarında, çıkışta sabit gerilim elde etmek için kullanıldığı gibi sabit gerilimde çalışması gereken hassas elektronik devrelerde de kullanılır.

Zener diyotlar uygulamada çalışma voltajlarıyla adlandırılır. Bunlar; 3,3 volt zener, 5,1 volt zener, 9,1 volt zener, 12 volt zener vb. dir.

Zener diyodun anoduna pozitif (+), katoduna negatif (-) gerilim uygulanırsa kristal diyot gibi çalışır. Görsel 1.2'de zener diyot sembolü ve görseli verilmiştir.



Görsel 1.3: Schottky (Şotki) diyot ve sembolü

1.2.2.3. Schottky (Şotki) Diyotlar

Schottky (şotki) diyot, yapısında az bir oranda katkılandırılmış N tipi silisyum (Si) ve bu yarı iletken malzemeye yüzey teması uygulayan bir metal bulunduran diyottur. Schottky diyot yüksek frekanslı devrelerde hızlı iletime geçme ve hızlı kesime gitme tepkisi gösterdiğinden anahtarlamalı güç kaynakları ve motor sürücü katları gibi elektronik devrelerde sıkça kullanılır. Silisyum diyotlarda, üzerinden **akım** geçerken diyot üzerine düşen gerilim **0,6 volt** ile **1,7 volt** arasında iken Schottky diyotlarda ise bu gerilim değeri yaklaşık olarak **0,15 volt** ile **0,45 volt** arasındadır. Bu sayede çok daha hızlı bir anahtarlama sağlanır. Görsel 1.3'te Schottky diyodun sembolü ve görseli verilmiştir.

Görsel 1.4: LED ve sembolü

1.2.2.4. LED (Işık Yayan Diyot)

LED, doğru polarma altında çalıştırıldığı zaman ışık yayan, elektriksel enerjiyi ışık enerjisi hâline dönüştüren özel katkı maddeli diyotlardır.

LED'lerde normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Uzun olan diyot bacağı **anot**, kısa olan **katottur**. LED'ler, elektronik devrelerde ön direnç bağlanarak kullanılır. LED'lere seri koruma dirençleri bağlanır.

LED'e bağlanacak seri koruma direnci aşağıdaki formülle bulunur:

Rs=(Vcc-Vd)/Id

Rs=LED'e seri bağlanacak minimum koruma direnç değeri (Ω)

Vcc=Besleme voltajı (volt)

Vd=LED'in katalog voltaj değeri (volt)

Id=LED'in katalog akım değeri (amper)

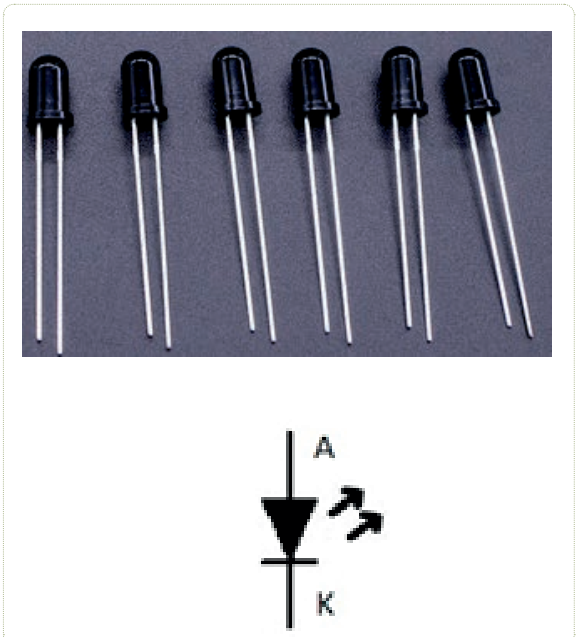
Görsel 1.4'te LED sembolü ve fotoğrafları görülmektedir.

Görsel 1.5: Foto diyot ve sembolü

1.2.2.5. Foto Diyotlar

Foto diyot, ters polarma gerilimi altında çalışan, üzerine düşen ışığın şiddetine bağlı olarak iletime geçen diyotlardır. Foto diyotlarda da normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Foto diyotlar ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır ve anoduna negatif (-), katoduna pozitif (+) gerilim gelecek şekilde devreye ters bağlanır.

Foto diyotlar uzaktan kumanda, alarm sistemi, sayma devreleri, yangın ihbar sistemleri, elektronik hesap makineleri gibi çeşitli elektronik devrelerde kullanılır. Görsel 1.5'te foto diyot sembolü ve görseli verilmiştir.



Görsel 1.6: IR diyot ve sembolü

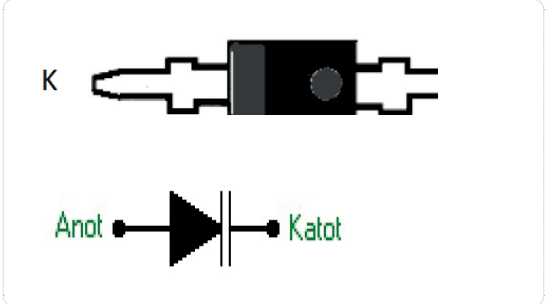
1.2.2.6. IR (Infrared) LED

Infrared [infıred (kızılötesi)] LED, LED'in birleşim yüzeyine galyum arsenid (GaAs) maddesi katılmamış hâlidir. Infrared LED , doğru polarma altında çalıştırıldığı zaman görünmez (morötesi, kızılötesi) ışık yayar. Sembolü LED'lerle aynıdır.

Infrared LED'lerde normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Uzun olan bacak anot kısa olan katottur. Infrared LED'ler ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır. Özellikle uzaktan kumanda yapımında ve kızılötesi haberleşmede kullanılır. Görsel 1.6'da IR diyot sembolü ve görseli verilmiştir.

1.2.2.7. Varikap Diyotlar

Varikap diyot, ters polarma gerilimi altında çalışan, üzerine uygulanan gerilimin şiddetine bağlı ters orantılı olarak kapasite değeri azalan diyotlardır. Varikap diyotlar osilatörler, radyo alıcıları ve telekomünikasyon gibi alanlarda kullanılır. Varikap diyot **varaktör** olarak da bilinir**.** Kapasitesi 3-100 pF arasında değişebilir. 0-100 volt arası gerilim altında çalışabilir. Görsel 1.7'de varikap diyot sembolü ve görseli verilmiştir.



Görsel 1.7: Varikap diyot ve sembolü

1.2.2.8. Tunel Diyotlar

Tunel diyot, saf germanyum veya saf silisyum maddesine diğer diyotlardan daha fazla katkı maddesi eklenerek elde edilen yüksek hıza sahip diyottur. Tunel diyotlar, çalışma aralıklarında negatif direnç gösterdiğinden amplifikatör, osilatör ve yüksek frekanslı anahtarlama devrelerinde kullanılır. Güç sarfiyatı çok düşük olup 1 mW'ı geçmemektedir. Görsel 1.8'de tunel diyot sembolü ve görseli verilmiştir.

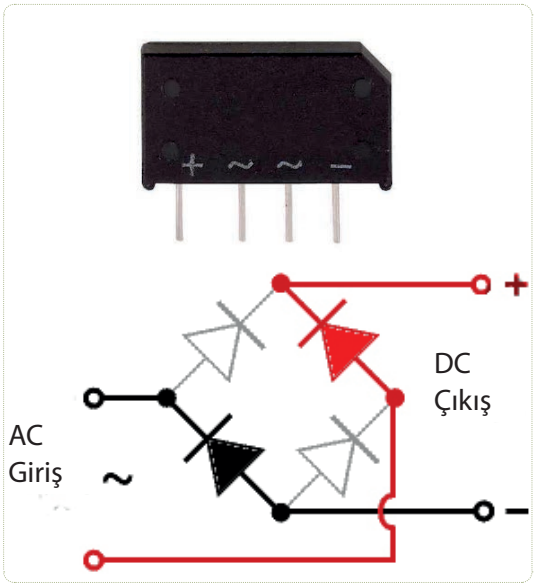
Görsel 1.8: Tunel diyot ve sembolü

1.2.2.9. Köprü Diyotlar

Köprü diyot, dört adet normal diyodun aynı kılıf içinde tam dalga doğrultma yapacak şekilde bağlanması ile elde edilen diyottur. Çok farklı şekillerde imal edilir.

Köprü diyotlar, iki bacağı AC giriş diğer iki bacağı da DC çıkış olmak üzere dört bacaklıdır. Genellikle besleme devrelerinin doğrultma katında kullanılır.

Köprü diyot ölçümü yapılırken avometre yarı iletken ölçüm konumuna alınır. Alternatif akım uygulanan uçlara temas ettirildiğinde her iki yönde de açık devre ölçülür. DC çıkış uçlarına (+,-) temas ettirildiğinde bir yönde açık devre, diğer yönde ise bir değer gösterecektir. Bu durumda köprü diyot sağlamdır. Görsel 1.9'da köprü diyot sembolü ve görseli verilmiştir.



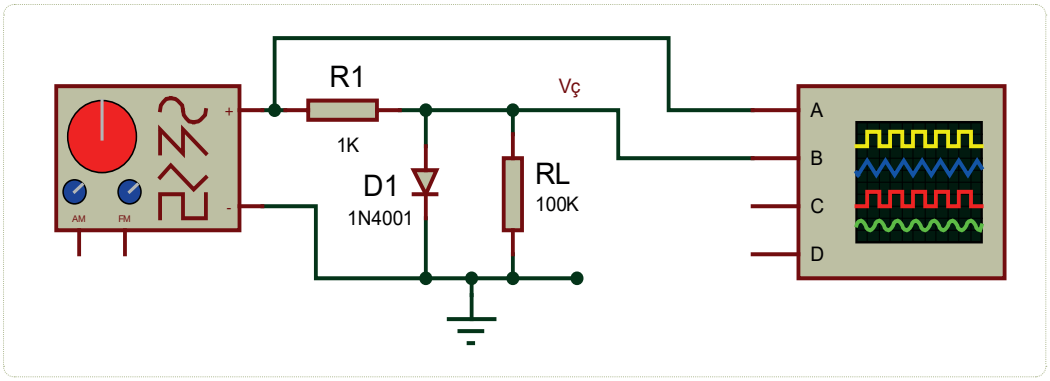
Görsel 1.9: Köprü diyot ve sembolü

1.3. UYGULAMA: KRİSTAL DİYOT UYGULAMASI

Amaç: Kristal diyotlu kırpıcı devresini breadboard veya deney seti üzerine kurup çalıştırmak ve giriş-çıkış dalga şekillerini osiloskopta görüp incelemek.

süre: 2 ders saati

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.8: Kristal diyot ile yapılan kırpıcı uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

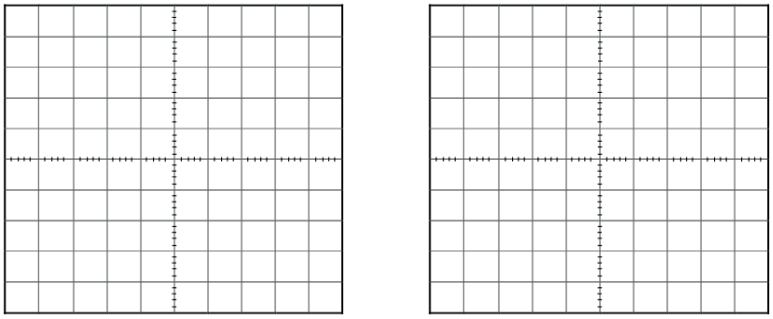
Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Dijital Avometre	Dijital	1 Adet
Diyot	1N4001	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 100 KΩ	2 Adet
Sinyal Jenaratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereçleri hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.8'deki tepe kırpıcı devresini breadboard veya deney seti üzerine kurunuz.
3. Osiloskobun 1. kanalını devrenin girişine, 2. kanalını devrenin çıkışına bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörünü 10 Vpp /1 KHz sinüs dalga üretecek şekilde ayarlayınız.

uygulama sayfası

5. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
6. Giriş-çıkış dalga şeklini ölçünüz ve ölçülü olarak Şekil 1.9 üzerine çiziniz.
7. D1 diyodunun yönünü değiştirip ölçümlerinizi tekrarlayınız. Elde ettiğiniz sinyal şekillerini bir önceki sinyal şekilleri ile karşılaştırınız.
8. Alınan sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Enerji tasarrufu için sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.



Şekil 1.9: Osiloskop ekran görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Girişe uygulanan sinyal ile çıkış sinyali arasında genlik bakımından fark var mıdır? Varsa nedeni nedir?

2. Güç diyodu ne demektir?

3. D1 diyodunun yönü değiştirildiğinde çıkış sinyali değişiyor mu? Değişiyorsa nedenini tartışınız.

4. Dijital avometre ile diyodun sağlamlık kontrolü nasıl yapılır?

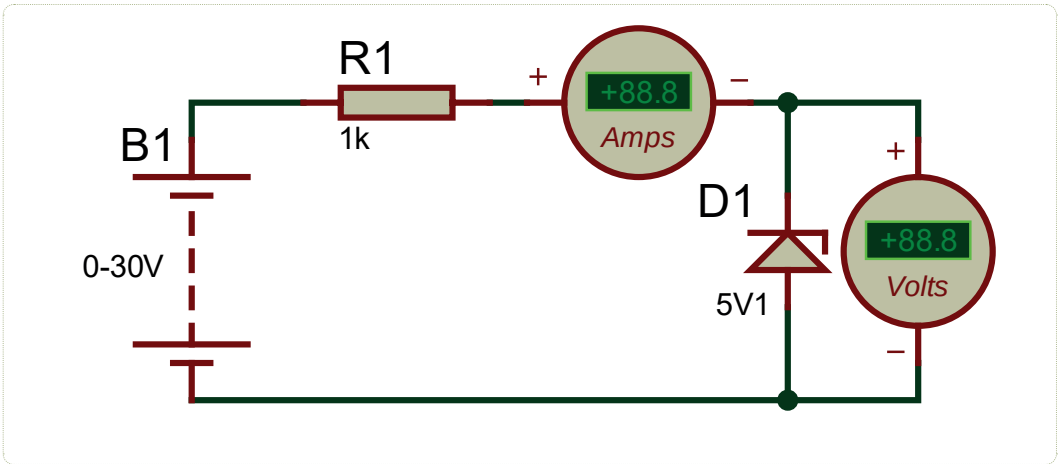
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23683

1.4. UYGULAMA: ZENER DİYOT UYGULAMASI

Amaç: Zener diyot sembolü ve devrelerini çizerek hesaplamalarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.10: Zener diyot uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/0-30 volt	1 Adet
Diyot	5.1 V Zener	1 Adet
Direnç	1 KΩ	1 Adet
Ampermetre	DC	1 Adet
Voltmetre	DC	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.10'daki devreyi breadboard veya deney seti üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23683

4. Ampermetrenin ve voltmetrenin gösterdiği değerleri Tablo 1.3 üzerine kaydediniz.
5. Zener diyodun yönünü ters çevirerek elde ettiğiniz sonuçları Tablo 1.4 üzerine yazınız.
6. Sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
7. Enerji tasarrufu için sinyal güç kaynağının enerjisini kesiniz.
8. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.

Tablo 1.3: Zener Diyot Uygulama Devresi Değerleri

Güç kaynağı (V)	2 V	4 V	6 V	8 V	10 V	12 V
Ampermetre (A)						
Voltmetre (V)						

Tablo 1.4: Zener Diyot Uygulama Devresi Değerleri

Güç kaynağı (V)	0,2 V	0,4 V	0,6 V	0,8 V	2 V	4 V
Ampermetre (A)						
Voltmetre (V)						

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. R1 direncinin görevi nedir?
2. Uygulama devresine 3,3 voltluk zener bağlanırsa sonuç nasıl olur? Tartışınız.
3. Zener diyotun yönü değiştirildiğinde çalışması hangi diyotun çalışmasına benzemektedir? Açıklayınız.
4. Zener diyodun sağlamlık kontrolü nasıl yapılır?

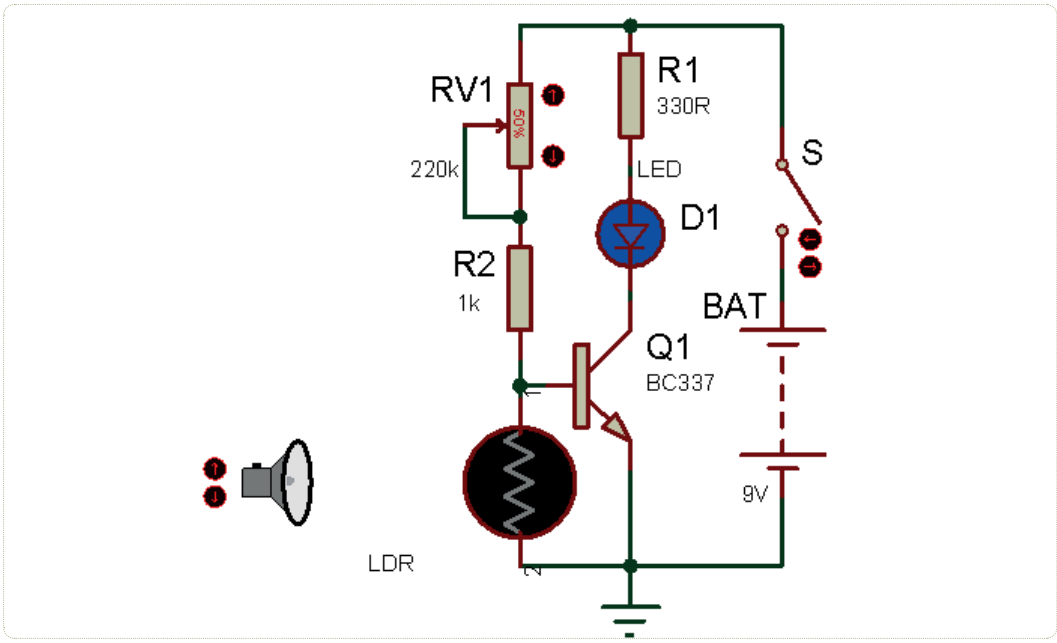
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23684

1.5. UYGULAMA: LED UYGULAMASI

Amaç: LED uygulamasını kurup devreyi çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.11: LED uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/9 V	1 Adet
Transistör	BC337	1 Adet
Direnç	330 Ω, 1 KΩ	2 Adet
LED	Beyaz	1 Adet
Avometre	Dijital	1 Adet
Trimpot	220 KΩ	1 Adet
Anahtar (S)	ON/OFF	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23684

Devrenin Çalışması

Bu devrede 330 Ω değerindeki direnç, LED üzerinden geçen akımı sınırlandırarak bozulmasını engeler. LDR beyz ile toprak arasına, 1 KΩ direnç ve 220 KΩ'luk trimpot ise güç kaynağı ile beyz arasına bağlanır.

Bu devrede LED'in yanabilmesi için beyz emiter arasındaki voltaj farkının yaklaşık 0,6 volt olması gerekir. Aydınlıkta LDR'nin iç direnci küçülür. Gerekli beyz gerilimini sağlayamaz. Transistör kesimdedir. LED yanmaz. Karanlıkta LDR iç direnci büyür, üzerine düşen gerilim artar, transistör iletime geçer ve LED yanar.

LED'in hangi ışık şiddetinde yanmaya başlayacağını ayarlamak için trimpotu ayarlamak yeterli olacaktır. Ortamın daha fazla aydınlanması için iki ya da üç LED paralel bağlanabilir. Paralel bağlı LED'lerin aynı renk olmasına dikkat edilmelidir. LED'lerin rengine göre uçlarına verilecek voltaj farklıdır. Örneğin kırmızı LED çalışma gerilimi yaklaşık 1,8 V, sarı LED 2 V, yeşil LED 2,2 V, LED akımı 20 mA'dır.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Devrenin girişine DC 9 voltluk güç kaynağını bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
5. LDR'nin karanlıkta kalmasını sağlayınız. LED'in ışık verip vermediğini kontrol ediniz.
6. LDR'nin ışık almasını sağlayınız. LED'in ışık verip vermediğini kontrol ediniz.
7. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
8. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
9. LDR'yi devreden çıkartarak karanlıkta ve aydınlıkta avometrenizin (Ω) kademesinde ölçünüz.
10. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1.4 üzerine kaydediniz.
11. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
12. Çalıştırdığınız devreyi atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23684

süre: 2 ders saati

Tablo 1.4: LDR'nin Karanlıkta ve Aydınlıkta Almış Olduğu Değerler

	Karanlıkta (Ω)	Aydınlıkta (Ω)
LDR		

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Şekil 1.11'deki devrede LED'in hangi ışık şiddetinde yanmaya başlayacağı ayarlanabilir mi? Açıklayınız

2. Şekil 1.11'deki devrede, devreye vereceğimiz gerilim 12 volt olsaydı LED'e seri bağlanacak minimum direnç değeri ne olur? Hesaplayınız.

3. Bu devreden gece lambası olur mu? Tartışınız.

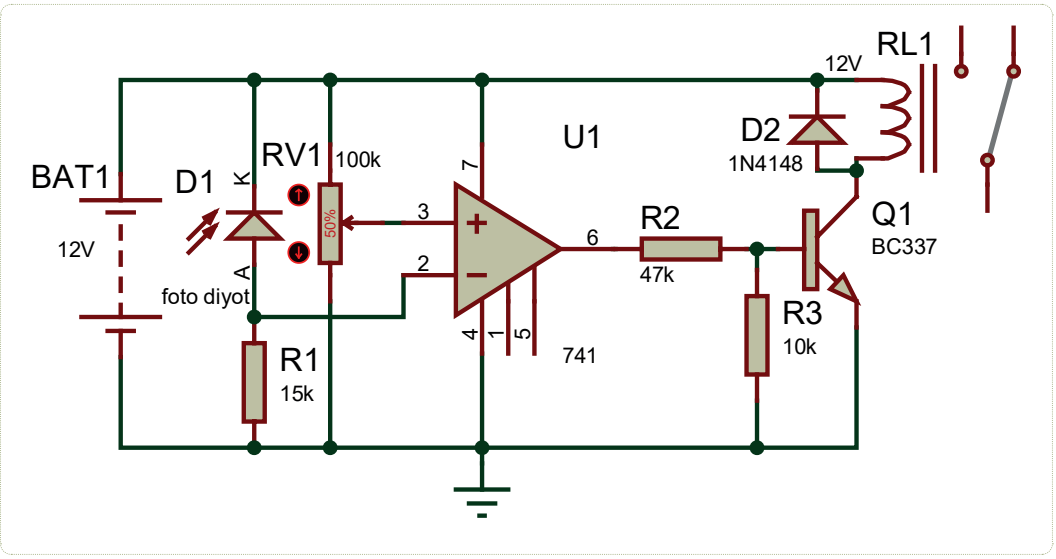
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

1.6. UYGULAMA: FOTO DİYOT UYGULAMASI

Amaç: Foto diyot uygulama devresini kurup devreyi çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.12: Foto diyot uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 V	1 Adet
Transistör	BC337	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 10 KΩ , 15 KΩ	3 Adet
Diyot	Foto	1 Adet
Trimpot	100 KΩ	1 Adet
741	Op-amp	1 Adet
Diyot	1N4148	1 Adet
Röle	12 V	1 Adet
Avometre	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.

2. Uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Devrenin girişine DC 12 voltluk güç kaynağını bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
5. 741'in 3 numaralı ayağına 100 KΩ'luk trimpot ile referans gerilimi uygulanır. Trimpotu ayarlayarak 741'in 3 numaralı bacağında 4 volt olmasını sağlayınız.
6. Foto diyodun üzerine ışık gelmesini engelleyiniz. 741 entegresinin 2 numaralı bacağı üzerine düşen gerilim 4 voltun altına düştüğünde entegrenin çıkışında 12 volt olacaktır. Transistör iletime geçip röle konumunu değiştirecektir.
7. Potansiyometre ile referans gerilimini değiştirerek rölenin çalışacağı ışık seviyesini ayarlayınız.
8. Enerji tasarrufu sağlamak için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
9. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Çalıştırdığınız devreyi atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Devrenin çalışması

Şekil 1.12'de işlemsel yükselteç entegresi ile birlikte kullanılmış foto diyot devresi görülmektedir. İşlemsel Yükselteç (Op-amp), devrede karşılaştırıcı olarak çalışır. LM741 entegresinin 3 numaralı ve 2 numaralı ayağındaki gerilimleri karşılaştırarak bir çıkış üretir. Entegrenin 3 numaralı ayağına 100 KΩ'luk trimpot ile referans gerilimi uygulanır. Bu gerilim örnek devrede 4 volt olarak ayarlanmıştır. Foto diyot üzerinde ışık varken iletimdedir. 15 KΩ'luk direnç üzerinde düşen gerilim yüksektir. Dolayısı ile 2 numaralı uçtaki gerilim, 3 numarlı uçtaki gerilimden yüksek olur. Entegre 0 volt çıkış üretir, transistör kesimdedir. Röle çekili değildir. Foto diyot üzerine gelen ışık kesildiği zaman, 15KΩ direnç üzerinde düşen gerilim düşüktür. Dolayısı ile 2 numarlı uçtaki gerilim, 3 numaralı uçtaki gerilimden düşük olur. Entegre 12 volta yakın çıkış gerilimi üretir ve transistör iletimdedir.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Foto diyotlar devreye nasıl bağlanır?
2. Şekil 1.12'deki devrede foto diyot yerine LDR (foto direnç) bağlanarak çalıştırılabilir mi? Tartışınız.
3. Foto diyotlar nerelerde kullanılır?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

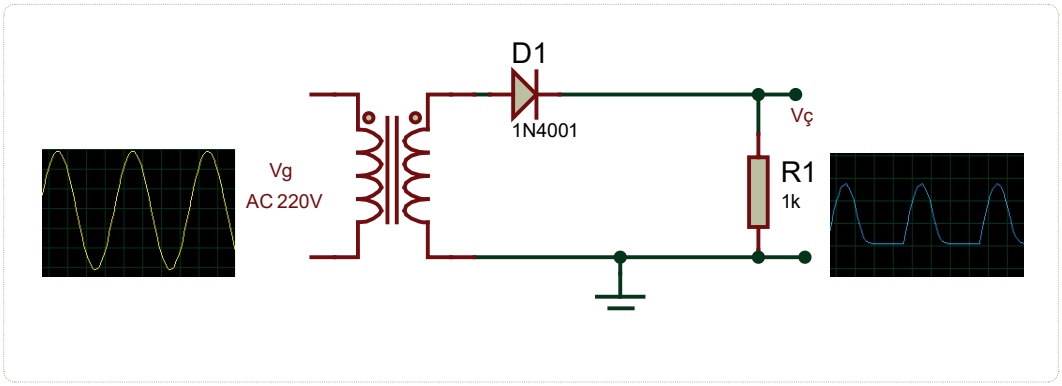
1.2.3. Doğrultma Devreleri

İki yönlü dalgalı akımı tek yönlü akıma çeviren elektronik devrelere **doğrultma (regülatör) devreleri** denir.

Günümüzde kullanılan elektronik cihazların birçoğu doğru akımla (DC) çalışmaktadır. Bu cihazları çalıştırabilmek için alternatif akımın (AC) doğru akıma (DC) çevrilmesi gerekir. Doğrultma devresi, diğer adı ile regülatör devresini yapmak oldukça kolaydır. Üç temel eleman yardımı ile AC'nin DC'ye dönüştürülerek elektronik devrelerde istenildiği gibi kullanılabilir. Bu elemanlar transformatör, diyot ve kondansatördür. Doğrultma devreleri temel olarak yarım dalga doğrultma ve tam dalga doğrultma olmak üzere ikiye ayrılır.

1.2.3.1. Yarım Dalga Doğrultucular

Şekil 1.13'te yarım dalga doğrultucu devresi ve giriş-çıkış sinyalleri görülmektedir. D1 diyoduna gelen alternatif sinyalin pozitif alternansı, D1 diyodunu iletken yaparak anottan katoda doğru akım geçmesini sağlar. Negatif alternansta ise diyot yalıtkandır, akım geçmez. Sadece pozitif alternans çıkışta görülür. Elde edilen bu gerilim, doğru gerilim olmasına karşılık kullanılabilecek özellikte değildir. Gerilim kesintili bir genliğe sahiptir. Bu kesinti, filtre devreleri kullanılarak ortadan kaldırılır.

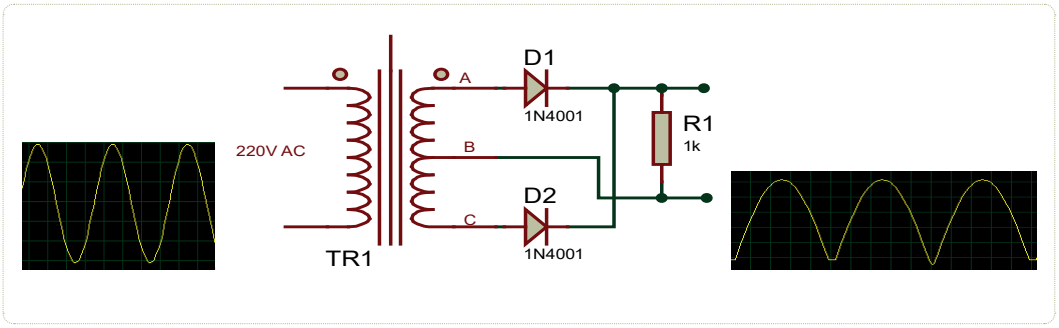


Şekil 1.13: Yarım dalga doğrultma devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

1.2.3.2. Tam Dalga Doğrultucular

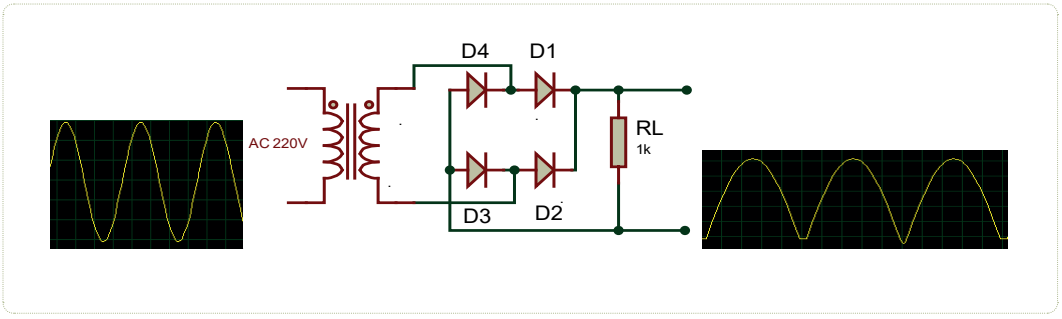
Yarım dalga doğrultma devreleri yalnız bir alternansta iletim yaptıklarından çıkışlarında istenen özellikte doğru gerilim elde edilemez. Elektronik cihazların birçoğu bu gerilimle çalışmaz. Bu sakınca, giriş işaretinin her iki alternansının kullanıldığı tam dalga doğrultucular yapılarak ortadan kaldırılmıştır. İki diyotla tam dalga doğrultucu yapabilmek için sekonderi üç uçlu bir transformatör kullanmak gerekir.

A ve C noktaları çalışma zamanı boyunca frekansa bağlı olarak işaretlerini değiştirmektedir. A noktasının pozitif (+), C noktasının negatif (-) olduğunu kabul edilirse D1 diyodunun anodunda pozitif (+) işaret olduğundan iletken, D2 diyodunun anodunda negatif (-) olduğundan yalıtkandır. İkinci alternansta A noktası negatif (-), C noktası pozitif (+) olacaktır. Bu anda D1 diyodunun anodunda negatif (-) işaret olduğundan yalıtkan, D2 diyodunun anodunda pozitif (+) işaret olduğundan iletkendir. Dikkat edilecek olursa her alternansta bir diyot iletkendir. Şekil 1.14'te tam dalga doğrultma devresi ve giriş-çıkış sinyalleri verilmiştir.



Şekil 1.14: Tam dalga doğrultma devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

Şekil 1.15'te, köprü tipi tam dalga doğrultma devresi görülmektedir. Bu tip doğrultma devresi orta uçlu transformatör gerektirmez. Şekil 1.15'te transformatörün üst ucu pozitif, alt ucu negatiftir. İletimde olan diyotlar D1ve D3 diyotlarıdır. Diğer diyotlar ters polarmada kaldıkları için yalıtkandır. Alternans değiştiğinde transformatörün üst ucu negatif, alt ucu pozitiftir. Bu alternansta D3, D4 diyotları iletken, diğer diyotlar ters polarmada kaldıkları için yalıtkandır. Her alternansta yük üzerinden aynı yönde akım geçmektedir. Yük üzerindeki işaret tam dalga doğrultma devresi ile aynıdır.

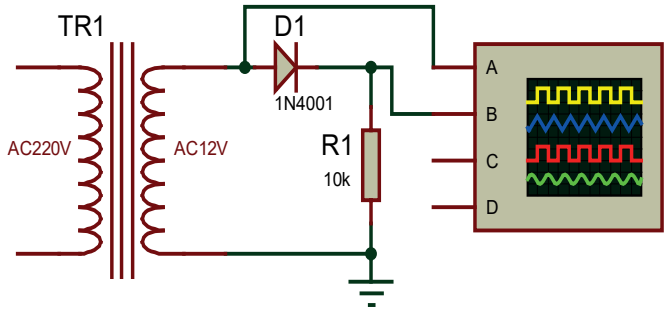


Şekil 1.15: Köprü tipi tam dalga doğrultma devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

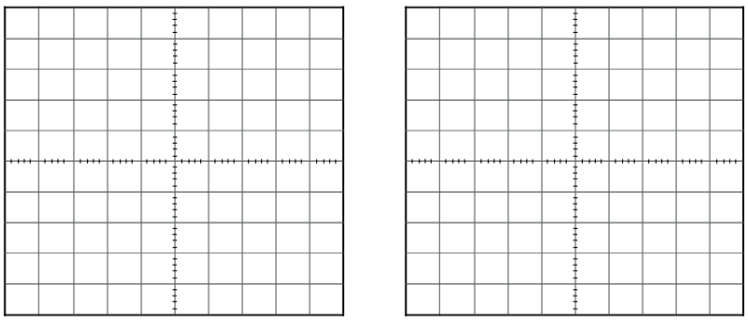
1.7. UYGULAMA: YARIM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ

Amaç: Yarım dalga doğrultma devresi yaparak sinyal şekillerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.16: Yarım dalga doğrultma devresi



Şekil 1.17: Osiloskop ekran görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Diyot	1N4001	1 Adet
Direnç	10 KΩ	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Transformatör	220V/12 V	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23687

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23687

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız
2. Şekil 1.16'daki yarım dalga doğrultma devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra transformatörü uygulama devresine bağlayınız.
4. Osiloskobun A kanalını D1'in anoduna, osiloskobun B kanalını da D1'in katoduna bağlayınız.
5. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 1.17 üzerine çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getirerek girişteki sinyal ile çıkıştaki sinyalin farkını gözlemleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için transformatörün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
9. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz şekilleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Çıkışta görülen sinyal ile giriş sinyali arasında fark var mıdır? Var ise sebebi nedir?
2. Doğrultucu devrelerin kullanım amacını açıklayınız.
3. Doğrultucularda, yarım dalga denmesinin nedeni nedir?
4. Yarım dalga doğrultucunun dezavantajı var mıdır?

uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

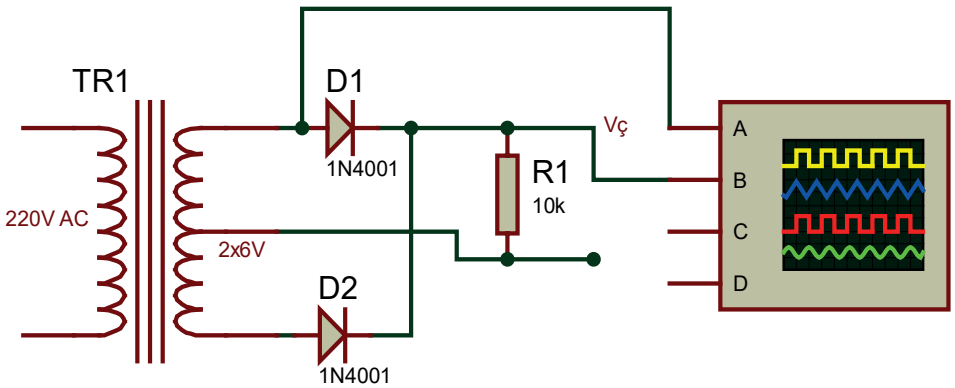
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23689

süre: 2 ders saati

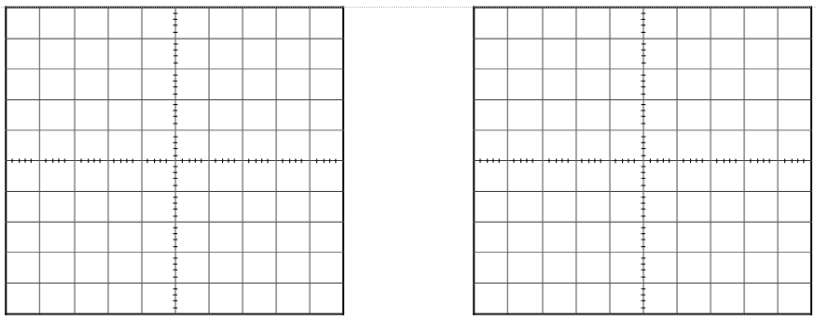
1.8. UYGULAMA: TAM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ

Amaç: Tam dalga doğrultma devresi yaparak sinyal şekillerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.18: Tam dalga doğrultma devresi



Şekil 1.19: Osiloskop ekran görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Diyot	1N4001	2 Adet
Direnç	10 KΩ	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Transformatör	220 V/10 V	1 Adet

uygulama sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23689

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.18'deki tam dalga doğrultma devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra transformatörü uygulama devresine bağlayınız.
4. Osiloskobun A kanalını D1'in anoduna, osiloskobun B kanalını da D1'in katoduna bağlayınız.
5. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 1.19 üzerine çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getirerek girişteki sinyal ile çıkıştaki sinyalin farkını gözlemleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için transformatörün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
9. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz şekilleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Kristal diyotlar nerelerde kullanılır?

2. Tam dalga doğrultma devresi ile yarım dalga doğrultma devresi arasındaki fark nedir?

3. İki diyot kullanarak tam dalga doğrultma devresi yapmak için transformatör sekonderinin üç uçlu olması gerekir mi?

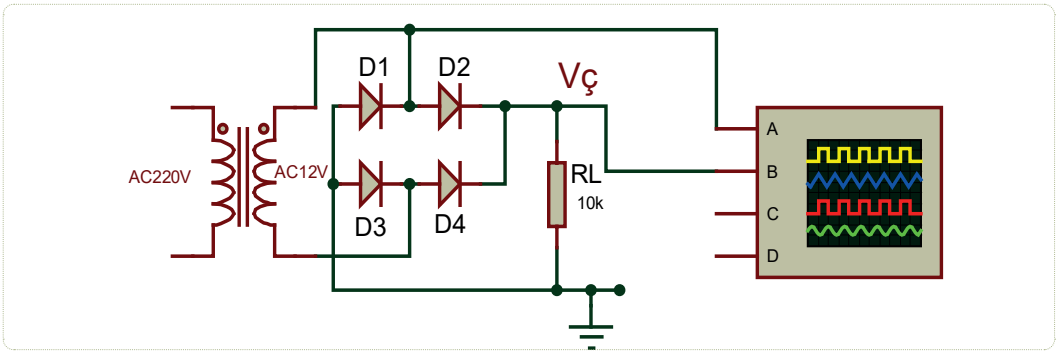
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

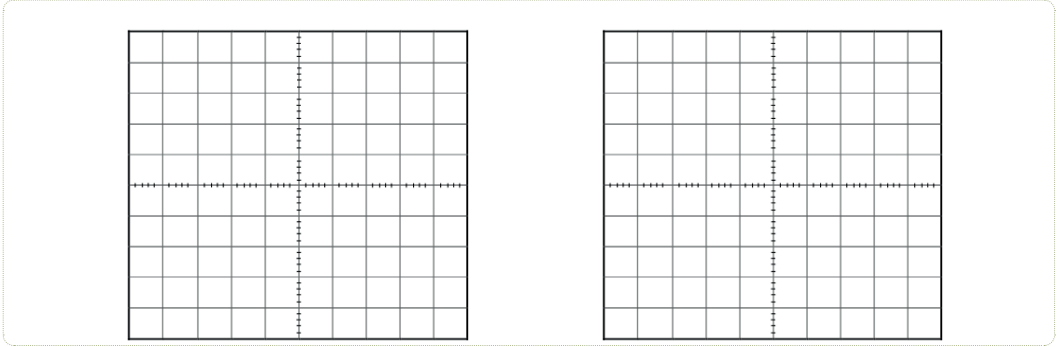
1.9. UYGULAMA: KÖPRÜ TİPİ TAM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ

Amaç: Köprü tipi tam dalga doğrultma devresi yaparak sinyal şekillerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.20: Köprü tipi tam dalga doğrultma devresi



Şekil 1.21: Osiloskop ekran görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Diyot	1N4001	4 Adet
Direnç	10 KΩ	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Transformatör	220V/12 V	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23692

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23692

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız
2. Şekil 1.20'deki köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra transformatörü uygulama devresine bağlayınız.
4. Osiloskobun A kanalını transformatörün sekonder ucuna, osiloskobun B kanalını da D2'nin katoduna bağlayınız.
5. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 1.21 üzerine çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getirerek girişteki sinyal ile çıkıştaki sinyalin farkını gözlemleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için transformatörün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
9. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz şekilleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Çıkışta görülen sinyal ile giriş sinyali birbirinden farklı ise sebebi nedir?

2. Köprü diyotların sağlamlık kontrolü nasıl yapılır?

uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

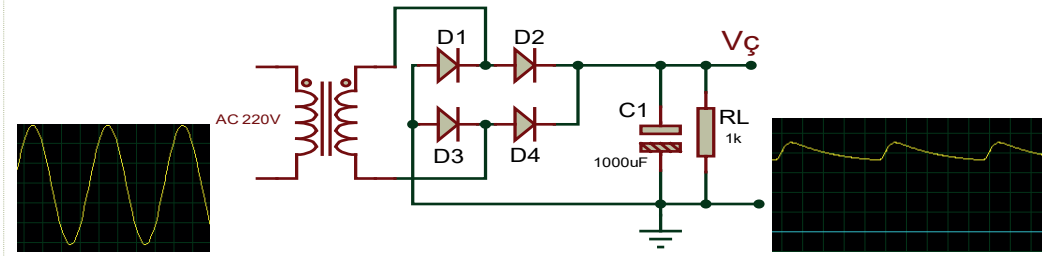
1.2.4. Diyotlu Devrelerin Testi

Yarım dalga ve tam dalga doğrultma devrelerinin çıkışlarından alınan doğrultulmuş sinyaller, ideal bir DC sinyalden çok uzaktır. Elektronik devre elemanlarının tasarımında ve günlük hayatta kullanılan DC sinyaller ise ideal veya ideale yakın olmalıdır. Şehir şebekesinden elde edilen doğrultulmuş sinyaller, çeşitli filtre devreleri kullanılarak ideal bir DC gerilim hâline dönüştürülebilir. Yarım dalga ve tam dalga doğrultma deneylerinde görüldüğü gibi doğrultma çıkışı, kesintili doğru gerilimdir. Bu kesinti nedeniyle elektronik cihazlar böyle bir gerilimle çalışamaz. Kesintiyi ortadan kaldırmak için filtre devreleri kullanılır.

1.2.4.1. Filtre Devreleri

Filtre devrelerinde de kapasitesi büyük elektrolitik kondansatörler ve büyük endüktanslı bobinler kullanılır. Kondansatörlü filtrede çıkış gerilimi giriş geriliminin 1,41 katıdır.

Şekil 1.22'de yük uçlarına paralel bir elektrolitik kondansatörün bağlandığı köprü tipi tam dalga doğrultma devresi görülmektedir. Kondansatör ne kadar büyükse DC'deki dalgalanma da [ripple, (ripıl)] o kadar az olur.



Şekil 1.22: Filtre kondansatörü kullanılmış köprü tipi regülesiz güç kaynağı

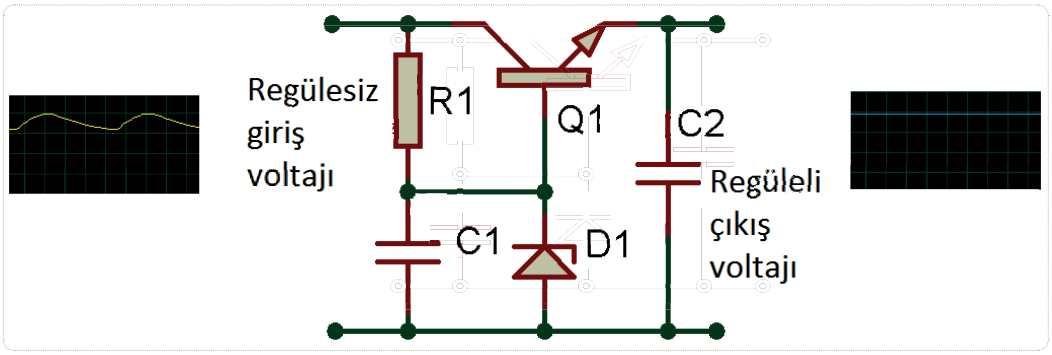
1.2.4.2. Seri Regülatör Devresi

Güç kaynaklarında çıkış geriliminin sabit kalması istenir. Bunun için regüleli güç kaynakları yapılarak değişken akımlara karşı çıkış geriliminin sabit kalması sağlanır. Güç kaynaklarının çıkış gerilimlerini sabit tutma işlemine **regülasyon** denir. Bu iş için kullanılan devrelere ise **regülatör devreleri** denir. Regülatör devrelerinde zener diyot, transistör veya entegre gerilim regülatörleri kullanılır. Zener diyotlu regülatörde, zener diyodun belirli bir ters gerilimden sonra iletime geçme özelliğinden yararlanılır.

Zener diyotların yapısı gereği uçlarına uygulanan gerilim zener geriliminden fazla olsa da zener uçlarında sabit bir gerilim meydana gelir. Zener diyodun regüle yapabilmesi için uçlarına, zener geriliminden daha fazla gerilim uygulanması gerekir.

Zener diyodun tek başına kullanıldığı regüle devresinden çekilen akım sınırlıdır. Bu sebeple daha fazla akım ihtiyacı olduğunda zener diyodun bir transistörün beyz (base) bacağına bağlanmasıyla çalışan seri regüle devreleri kullanılır (Şekil 1.23).

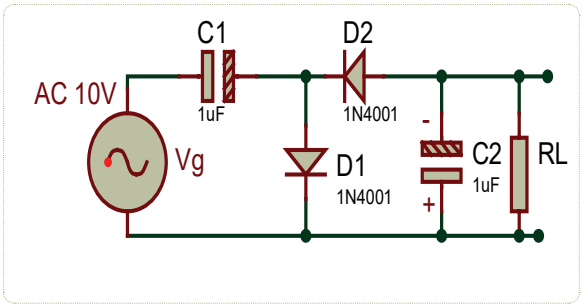
Regüleli güç kaynaklarında, entegre regülatör elemanları da yaygın olarak kullanılmaktadır. Entegre regülatörlerin en önemli özelliği küçük hacimli olmaları ve değişik giriş gerilimlerinde değişik çıkış gerilimi verebilmeleridir. Bu entegrelerin içinde referans kaynağı, hata yükselteci, kontrol elemanı ve aşırı yük koruma devreleri bulunmaktadır. Bunların en çok kullanılanları; 7805, 7812, 7905, 7912, LM317, LM337 vb. sayılabilir.



Şekil 1.23: Zener diyot ve transistörle yapılmış seri regüle devresi

1.2.4.3. Gerilim İkileyici

Gerilim çoğaltıcılar (katlayıcılar) girişine uygulanan gerilimi çıkışında birkaç kat büyük, doğru gerilim olarak veren devrelerdir. Gerilim çoklayıcılar, düşük akımlı devrelerin beslenmesinde kullanılır. En çok kullanılan gerilim çoğaltıcı devreler; ikileyici, üçleyici ve dörtleyicilerdir.



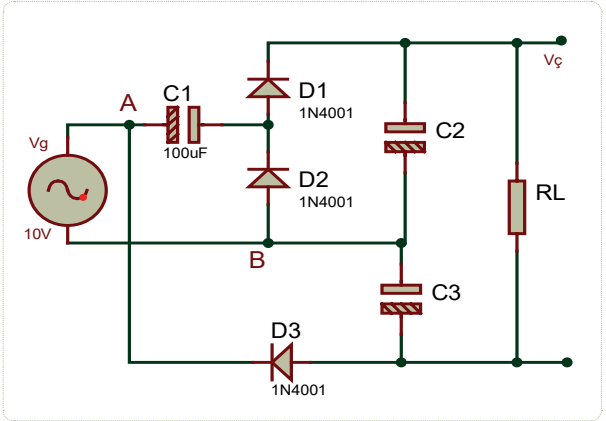
Şekil 1.24: Gerilim ikileyici devre ve giriş-çıkış sinyalleri

Gerilim ikileyiciler, girişlerine uygulanan alternatif gerilimin maksimum değerinin iki katına eşit doğrultulmuş gerilim verir. Şekil 1.24'teki devrede giriş sinyalinin pozitif alternansında D1 diyodu iletimde, D2 diyodu kesimdedir. Bu durumda C1 giriş sinyali ile şarj olacaktır. Negatif alternanstada D1 kesimde, D2 iletimdedir. Bu durumda C1 ve Vg birbirine seri bağlı pil gibi giriş voltajının 2 katı C2'yi şarj edecektir. Şekil 1.24'te gerilim ikileyici devre görülmektedir.

1.2.4.4. Gerilim Üçleyici

Gerilim üçleyiciler, yarım dalga doğrultma devresiyle gerilim ikileyici devrelerinin uygun olarak birleştirilmesinden oluşan bir devredir. Şekil 1.25'te gerilim üçleyici devre görülmektedir.

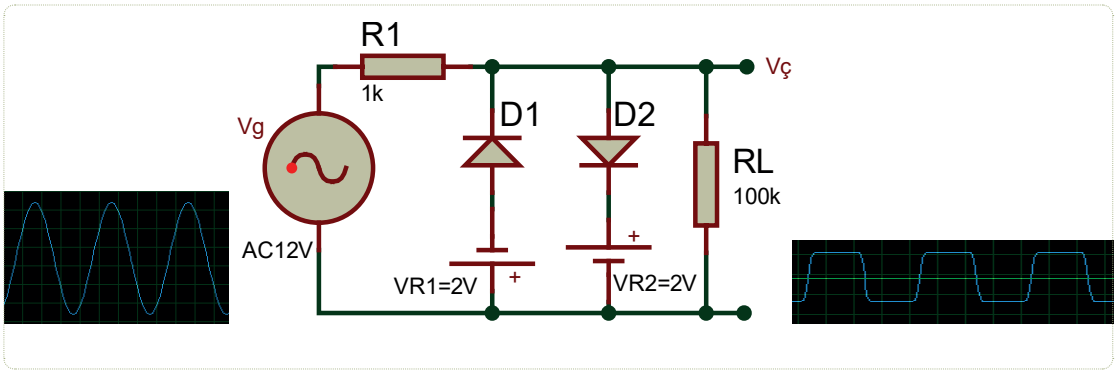
Bu çoklayıcılarda katlama sayısı arttırılarak dörtleyici, beşleyici gibi yüksek voltajlar elde edilebilir.



Şekil 1.25: Gerilim üçleyici devre

1.2.4.5. Limitör Devresi

Limitör devresi, giriş sinyalinin pozitif ve negatif kısmını kırpma işlemini gerçekleştirmektedir. Kullanılan diyot, silisyum tipi diyottur. Giriş sinyalinin pozitif alternansı 0,7 volt değerine ulaştığında D2 diyodu iletime geçer ve D1 kesimdedir. Çıkışta D2 diyodunun üzerindeki pozitif 0,7 voltluk değer ve D2 diyoduna bağlı VR=2 voltluk değerin toplamı yani (0,7+2) voltluk bir değer görülür. Giriş sinyalinin negatif alternansı 0,7 volt değerine ulaştığında D1 diyodu iletime geçer ve D2 kesimdedir. Çıkışta -(0,7+2) voltluk bir değer görülür. Sonuç olarak giriş sinyalinin 2,7 volttan sonraki kısımda negatif ve pozitif alternansları kırpılır. Şekil 1.26'da limitör devresi ve giriş-çıkış sinyalleri görülmektedir.



Şekil 1.26: Limitör devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

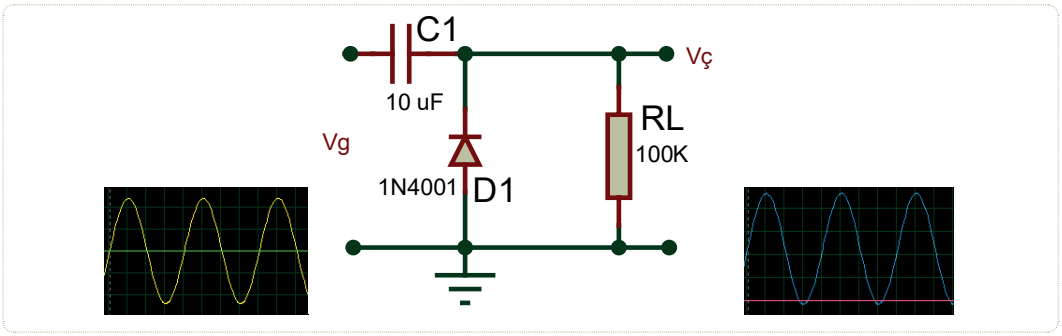
1.2.4.6. Pozitif Kenetleme Devresi

Girişine uygulanan sinüzoidal veya kare dalga sinyalinin şeklini bozmadan çıkışında farklı bir DC seviyesine sabitleyen devrelere **kenetleme (kilitleme) devresi** denir. Kullanılan diyodun yönüne göre çıkış sinyalinin seviyesi, pozitif veya negatif değer alabilir. Kenetleyici, çıkış dalga şeklinin pozitif yönde kaymasını sağlıyorsa **pozitif kenetleyici**, negatif yönde kaymasına sebep oluyorsa **negatif kenetleyici** olarak adlandırılır. Kenetleyici devrelerinde

bir kondansatör, bir diyot ve bir direnç elemanı bulunmak zorundadır. Bazı transistörlü yükselteçlerde küçük bir AC sinyal ile tetiklenmek istendiğinde, AC sinyali DC sinyalinin üzerine bindirilerek kullanılır. Bu durumda kenetleyici devrelerden yararlanılır.

Şekil 1.27'de pozitif kenetleme devresi görülmektedir. Pozitif kenetleme devresinin girişine 10 Vpp /1 KHz sinyal uygulanır. A noktasına negatif alternans geldiğinde, C1 kondansatörü (-C1+) olacak şekilde şarj olacaktır. A noktasına pozitif alternans geldiğinde ise D1 diyodu yalıtkan olacaktır. C1 kondansatörü üzerindeki gerilim ile kaynak gerilimi, seri bağlı iki batarya gibi çıkışta görülecektir. Çıkıştaki sinyalin genliği değişmeden sinyal DC seviyesine taşınmış olur.

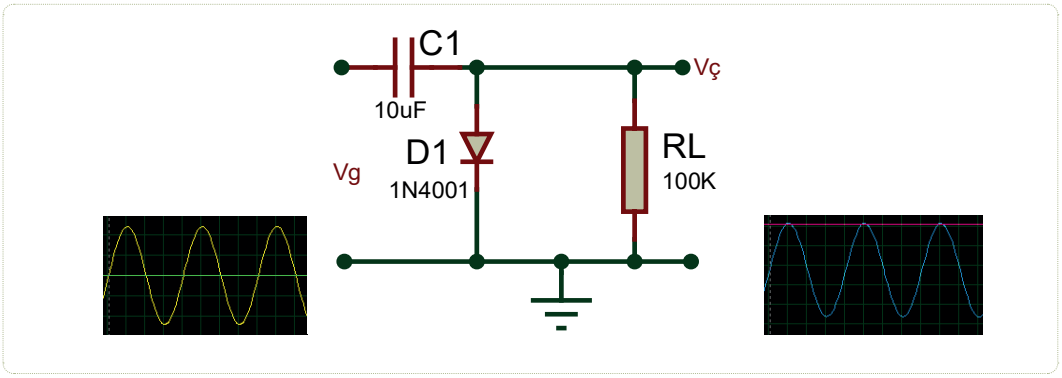
Kondansatördeki gerilim, çıkışa aktarıldığında tamamen boşalmayacak şekilde depolanmalıdır. Deşarj süresi çok uzun seçilmelidir. Kondansatör ve yük direncinden dolayı oluşan RC zaman sabiti, giriş geriliminin periyodundan çok daha büyük seçilirse kondansatör yük direnci üzerinden boşalma fırsatı bulamayacaktır.



Şekil 1.27: Pozitif kenetleme devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

1.2.4.7. Negatif Kenetleme Devresi

Şekil 1.28'de negatif kenetleme devresi görülmektedir. Bu devrelerde girişten gelen sinyalin en üst noktası bir DC değere sabitlenir. Pozitif kilitleyici devresindeki gibi kondansatörün deşarj süresi çok uzun seçilmelidir. Negatif kilitleme devresinde girişe pozitif gerilim uygulandığında diyot iletime geçer, bu gerilim çıkışa ulaşmadan kondansatör üzerinde depolanır. Giriş sinyali negatif olduğunda ise diyot kesime gider. Girişten gelen negatif gerilim ve kondansatör üzerindeki gerilim de çıkışa yansır. Böylece çıkışta girişteki sinyalin en üst tepe noktası negatif DC değere sabitlenmiş olur.

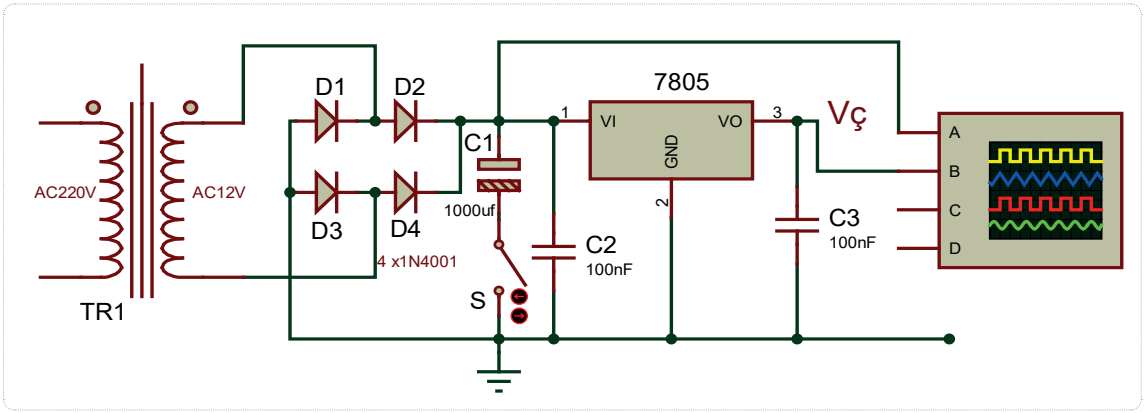


Şekil 1.28: Negatif kenetleme devresi ve devresi giriş-çıkış sinyalleri

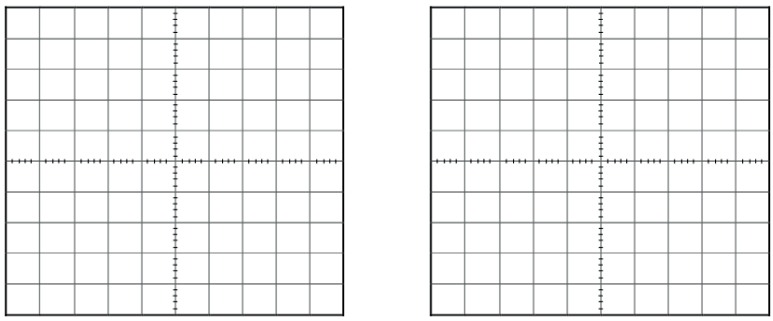
1.10. UYGULAMA: REGÜLELİ TAM DALGA DOĞRULTMA DEVRESİ

Amaç: Regüleli tam dalga doğrultma devresi yaparak sinyal şekillerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.29: Regüleli tam dalga doğrultma devresi



Şekil 1.30: Osiloskop görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Diyot	1N4001	4 Adet
Direnç	10 KΩ	1 Adet
Kondansatör	1000 uF, 2X100 nF	3 Adet
Regüle Entegresi	7805	1 Adet
Anahtar	ON/OFF	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Transformatör	220 V/12 V	1 Adet

süre: 2 ders saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27816

uygulama sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27816

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.29'daki regüleli tam dalga doğrultma devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra transformatörü uygulama devresine bağlayınız.
4. Bağlantıları kontrol ediniz.
5. Osiloskobun A kanalını C1 kondansatörün (+) pozitif ucuna, osiloskobun B kanalını da 7805'in 3 numaralı ucuna bağlayınız.
6. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
7. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 1.30'a çiziniz.
8. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getirerek diyot çıkışındaki sinyal ile regüle çıkışındaki sinyalin farkını gözlemleyiniz.
9. S anahtarını kapatarak osiloskobun A ve B kanalındaki sinyalleri tekrar gözlemleyip Şekil 1.30'daki tabloya çiziniz.
10. Enerjisi tasarrufu sağlamak için transformatörün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
11. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
12. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
13. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz şekilleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. S anahtarının açık olduğunda elde edilen sinyal ile kapalı olduğunda elde edilen sinyal farklıysa sebebi ne olabilir? Açıklayınız.
2. Dalgalanma (ripple) nedir? Açıklayınız.
3. Regülasyon nedir? Açıklayınız.
4. 7805 regüle entegresinden maksimum kaç amper çekilir?

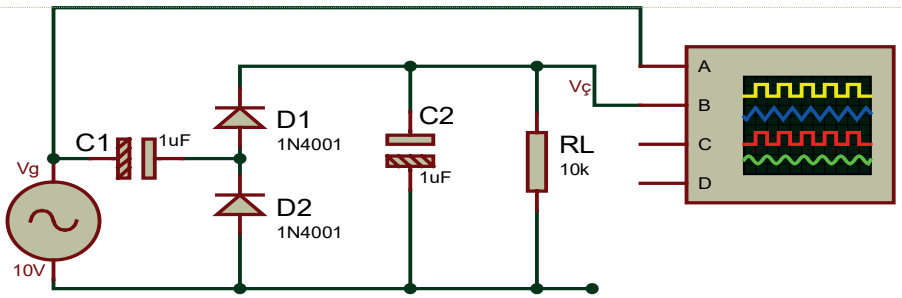
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

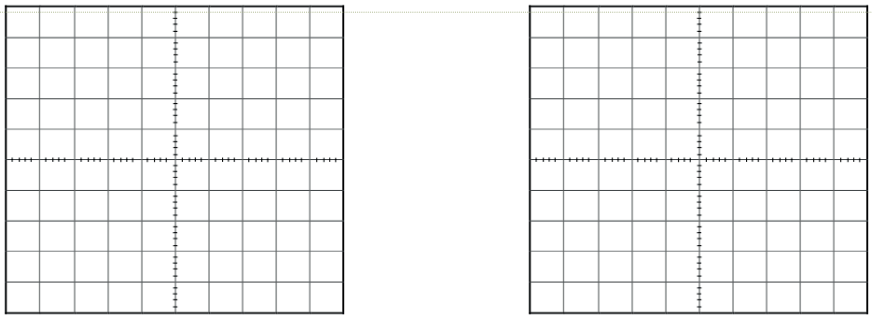
1.11. UYGULAMA: GERİLİM İKİLEYİCİ DEVRESİ

Amaç: Gerilim ikileyici devre kurup sinyal şekillerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.31: Gerilim ikileyici



Şekil 1.32: Osiloskop ekran görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç	10 KΩ	1 Adet
Diyot	1N4001	2 Adet
Kondansatör	1 uF	2 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Alternatör	10 V	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27817

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27817

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.31'deki gerilim ikileyici devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra alternatörü uygulama devresine bağlayınız.
4. Alternatörü 10 volt sinüzoidal sinyal değerine ayarlayınız veya 10 V/1 KHz çıkışa ayarladığınız sinyal jeneratörünü kullanınız.
5. Osiloskobun A kanalını C1 kondansatörün negatif (-) ucuna, osiloskobun B kanalını da C2 kondansatörünün pozitif (+) ucuna bağlayınız.
6. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
7. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 1.32 üzerine çiziniz.
8. Osiloskop ekranındaki sinyallerin genliğini ölçünüz.
9. Vg voltajını 5 volta düşürerek ölçümünüzü tekrarlayınız.
10. Enerji tasarrufu sağlamak için alternatörün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
11. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
12. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
13. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz şekilleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Gerilim çoklayıcı nedir?
2. Gerilim çoklanırken devre gücünde değişim olur mu? Değerlendiriniz.
3. Bu deney çalışmasında neler öğrendiniz? Kendi cümlelerinizle açıklayınız.

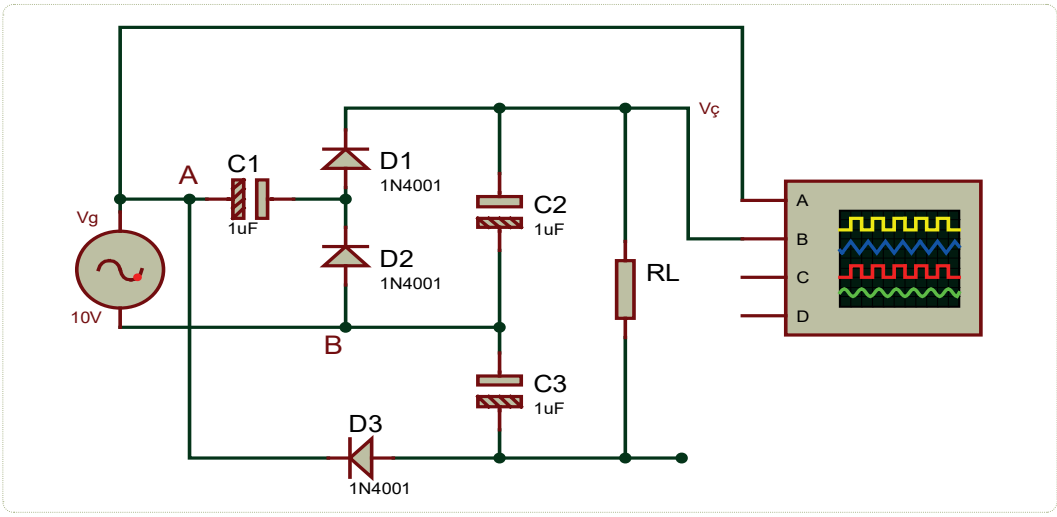
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

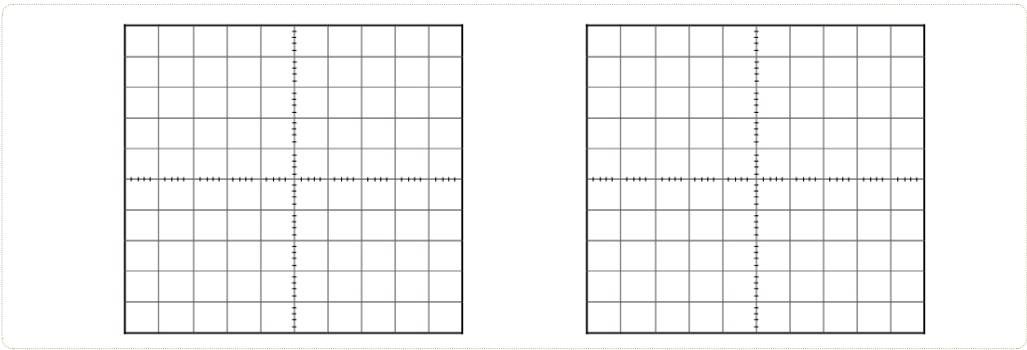
1.12. UYGULAMA: GERİLİM ÜÇLEYİCİ DEVRESİ

Amaç: Gerilim üçleyici devre kurup sinyal şekillerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.33: Gerilim üçleyici



Şekil 1.34: Osiloskop görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç	10 KΩ	1 Adet
Diyot	1N4001	3 Adet
Kondansatör	1 uF	3 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

süre: 2 ders saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27818

uygulama sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27818

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.33'teki gerilim üçleyici devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra alternatörü uygulama devresine bağlayınız.
4. Alternatörü 10 V sinüzoidal sinyal değerine ayarlayınız veya 10 V/1 KHz çıkışa ayarladığınız sinyal jeneratörünü kullanınız.
5. Osiloskobun A kanalını C1 kondansatörün negatif (-) ucuna, osiloskobun B kanalını da C2 kondansatörünün pozitif (+) ucuna bağlayınız.
6. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
7. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 1.34'e çiziniz.
8. Osiloskop ekranındaki sinyallerin genliğini hesaplayınız.
9. Vg voltajını 5 volta düşürerek ölçümünüzü tekrarlayınız.
10. Enerji tasarrufu sağlamak için alternatör ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
11. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
12. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
13. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz şekilleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Üçleyici çıkışındaki RL direnci değiştirilirse çıkış gerilimi değişir. Bu durumun sebebi nedir? Açıklayınız

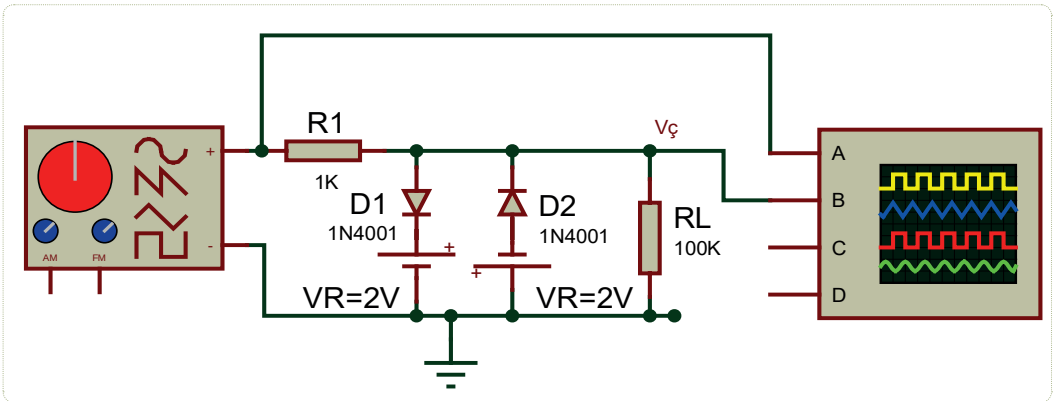
2. Gerilim çoklayıcılar, küçük akım ihtiyacı olan devrelerde neden kullanılır?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

1.13. UYGULAMA: LİMİTÖR DEVRESİ

Amaç: Limitör devresini breadboard üzerine kurarak, devreyi çalıştırıp giriş-çıkış dalga şekillerini osiloskopta incelemek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.35: Limitör devresi

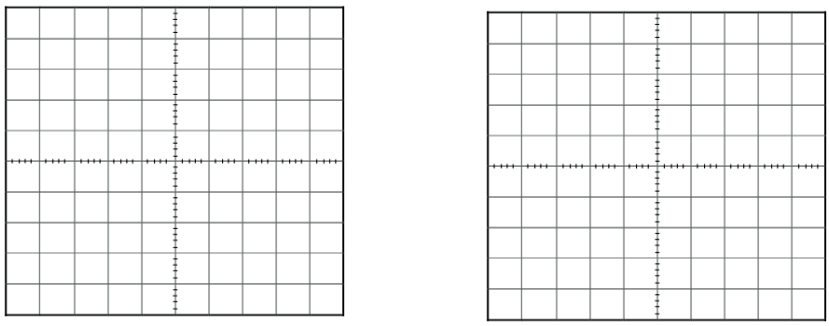
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Dijital Avometre	Dijital	1 Adet
Diyot	1N4001	2 Adet
Direnç	1 KΩ, 100 KΩ	2 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
DC Güç Kaynağı	0-30V ayarlı	2 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

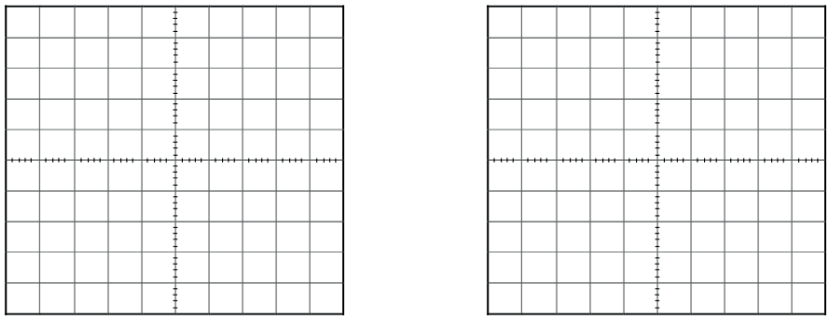
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.35'teki limitör devresini breadboard veya deney seti üzerine kurunuz.
3. Osiloskobun 1. kanalını devrenin girişine, 2. kanalını da devrenin çıkışına bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörünü 10 Vpp / 1 KHz sinüs dalga üretecek şekilde ayarlayınız. Sinyal jeneratörü yok ise çıkışı 10 volt olan transformatör kullanınız.

5. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
6. Giriş-çıkış dalga şeklini ölçünüz ve ölçülü olarak Şekil 1.36 üzerine çiziniz.
7. Alınan sonuçları atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. VR güç kaynaklarını 4 volt seviyesine çıkartınız. Çıkış dalga şeklini tekrar Şekil 1.37 üzerine çiziniz.
9. Boşta çalışmaması için sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
10. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.



Şekil 1.36: Osiloskop görüntüsü (VR=2V)



Şekil 1.37: Osiloskop görüntüsü (VR=4V)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

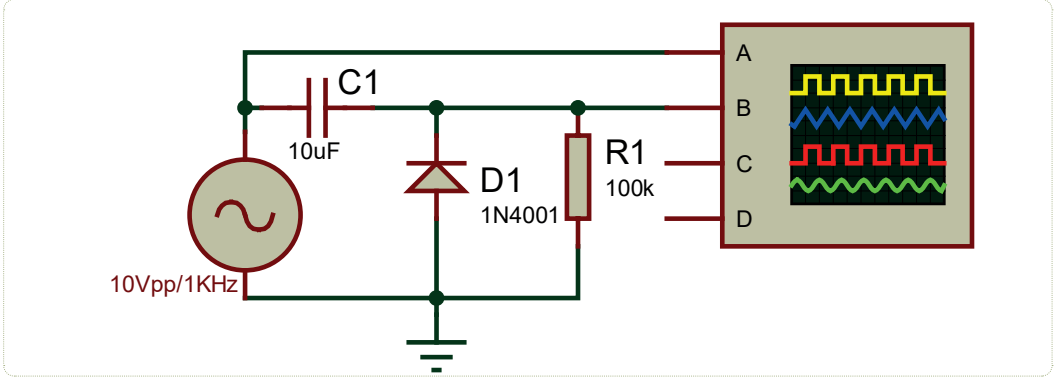
1. Girişe uygulanan sinyal ile çıkış sinyali arasında frekans bakımından fark var mıdır?
2. VR kaynaklarını 4 volta çıkarınca çıkış sinyalinin genliği değişiyor mu? Değişiyorsa nedeni nedir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

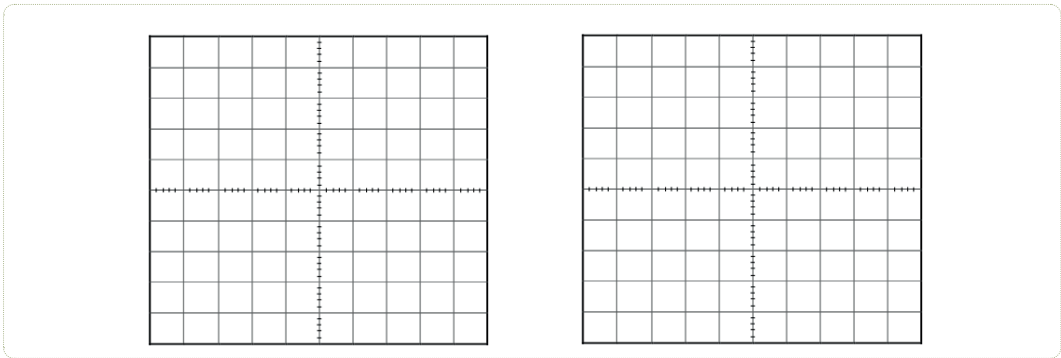
1.14. UYGULAMA: POZİTİF KENETLEME DEVRESİ

Amaç: Diyotlarla yapılan pozitif kenetleme devrelerini gerçekleştirmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.38: Pozitif kenetleme devresi



Şekil 1.39: Osiloskop görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	10 uF	1 Adet
Diyot	1N4001	1 Adet
Direnç	100 KΩ	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.38'deki pozitif kenetleme devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Sinyal jeneratörünü 10 Vpp, f=1 KHz'e ayarlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
5. Giriş ve çıkış sinyallerini osiloskopta gözlemleyiniz.
6. Giriş ve çıkış dalga şekillerini Şekil 1.39 üzerine çiziniz.
7. Boşta çalışmaması için sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
8. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
9. Ölçtüğünüz değerleri ve çizdiğiniz grafikleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Kenetleyici devrelerinin amacı nedir? Açıklayınız.

uygulama sayfası

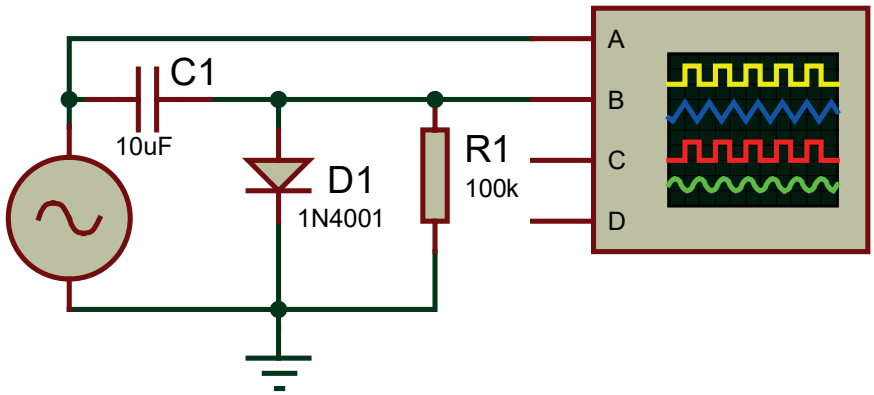
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

süre: 2 ders saati

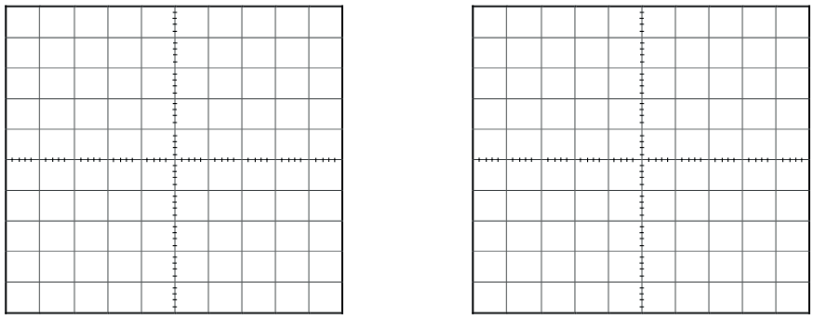
1.15. UYGULAMA: NEGATİF KENETLEME DEVRESİ

Amaç: Diyotlarla yapılan negatif kenetleme devrelerini kurarak devreyi çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 1.40: Negatif kenetleme devresi



Şekil 1.41: Osiloskop görüntüsü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	10 uF	1 Adet
Diyot	1N4001	1 Adet
Direnç	100 KΩ	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

uygulama sayfası

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız. Dijital avometre ile devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.
2. Şekil 1.40'taki negatif kenetleme devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Sinyal jeneratörünü 10 Vpp, f=1 KHz'e ayarlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra devreye enerji veriniz.
5. Giriş ve çıkış sinyalini osiloskopta gözlemleyip Şekil 1.41 üzerine çiziniz.
6. Boşta çalışmaması için sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz.
7. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
8. Ölçtüğünüz ve çizdiğiniz grafikleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Kondansatör olmadan kenetleyici devresi tasarlanabilir mi? Açıklayınız.

uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Son yörüngesinde (valans) dört elektron bulunduran maddelere yarı iletken denir.
2. (….) P ve N birleşimine dışarıdan gerilim uygulanmasına polarmalandırma denir.
3. (….) Diyotlarda geyt ve beyz olmak üzere iki uç vardır.
4. (….) Doğrultma devreleri temel olarak yarım dalga doğrultma ve tam dalga doğrultma olmak üzere ikiye ayrılırlar.
5. (….) Yarım dalga doğrultma devresi DC sinyalin bir alternansını iletir.
6. (….) Köprü tipi tam dalga doğrultma devrelerinde orta uçlu transformatör kullanmak gerekir.
7. (….) Filtre devrelerinde kapasitesi büyük elektrolitik kondansatörler ve büyük endüktanslı bobinler kullanılır.
8. (….) Regülatör devrelerinde, zener diyot, transistör veya gerilim regülatör entegresi kullanılır.
9. (….) 7805 regüle entegresinin çıkış gerilimi 12 Volt dur.
10. (….) Gerilim çoklayıcılar küçük akım gerektiren devrelerde kullanılır.

B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

11. **Germanyum atomunun son yörüngesinde kaç tane valans elektronu vardır?**

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

12. **Kristal diyotların sağlamlığını ölçmek için multimetre konumu aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Akım kademesi
B) Yarı iletken ölçüm kademesi
C) Volt kademesi
D) Güç kademesi
E) Bobin kademesi

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

13. Girişine uygulanan sinüzoidal ya da kare dalga sinyalin şeklini bozmadan çıkışta farklı bir DC seviyeye sabitleyen devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Doğrultucu
B) Filtre
C) Kenetleyici
D) Kırpıcı
E) Limitör

14. Girişe uygulanan AC sinyalinin temelini bozmadan hem negatif hem de pozitif alternanslarını kırpan devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Filtre
B) Kenetleyici
C) Limitör
D) Regüle
E) Tepe Kırpıcı

15. Sekonderi üç uçlu transformatörle tam dalga doğrultma yapılmak istendiğinde kullanılan diyot sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

16. İki yönlü dalgalı akımı tek yönlü akıma çeviren elektronik devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Filtre
B) Tepe kırpıcı
C) Limitör
D) Doğrultma
E) Regüle

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. Güç kaynaklarının çıkış gerilimlerini sabit tutma işlemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Doğrultma
B) Filtre
C) Gerilim tutucu
D) Limitör
E) Regüle

18. Aşağıdakilerden hangisi +5 volt çıkış gerilimi veren regüle entegresidir?

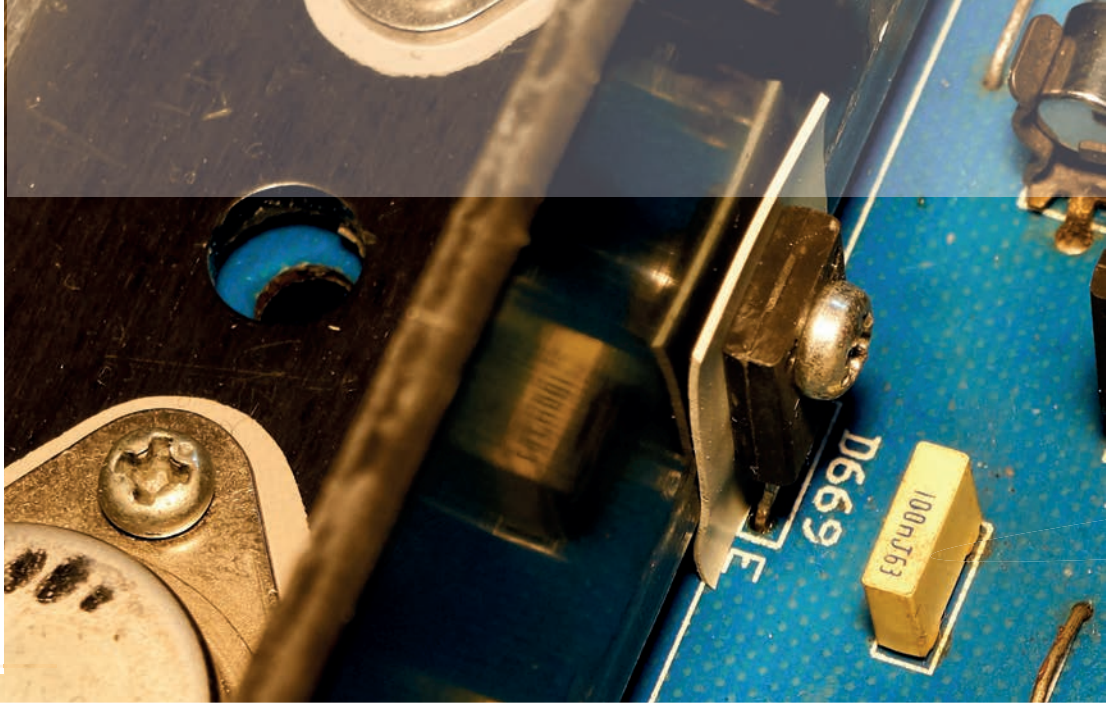
A) 7805
B) 7812
C) 7905
D) 7912
E) 7915

19. Ters polarma gerilimi altında çalışan üzerine düşen ışığın şiddetine bağlı olarak iletime geçen diyot aşağıdakilerden hangisidir?

A) Foto
B) LED
C) Tunel
D) Varikap
E) Zener

20. Girişine uygulanan alternatif gerilimi çıkışında birkaç katı daha büyük doğru gerilim olarak veren devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Güç kaynağı
B) Gerilim çoklayıcı
C) Gerilim doğrultucu
D) Regülatör
E) Transformatör



uçak bakım alanı

2. ÖĞRENME BİRİMİ

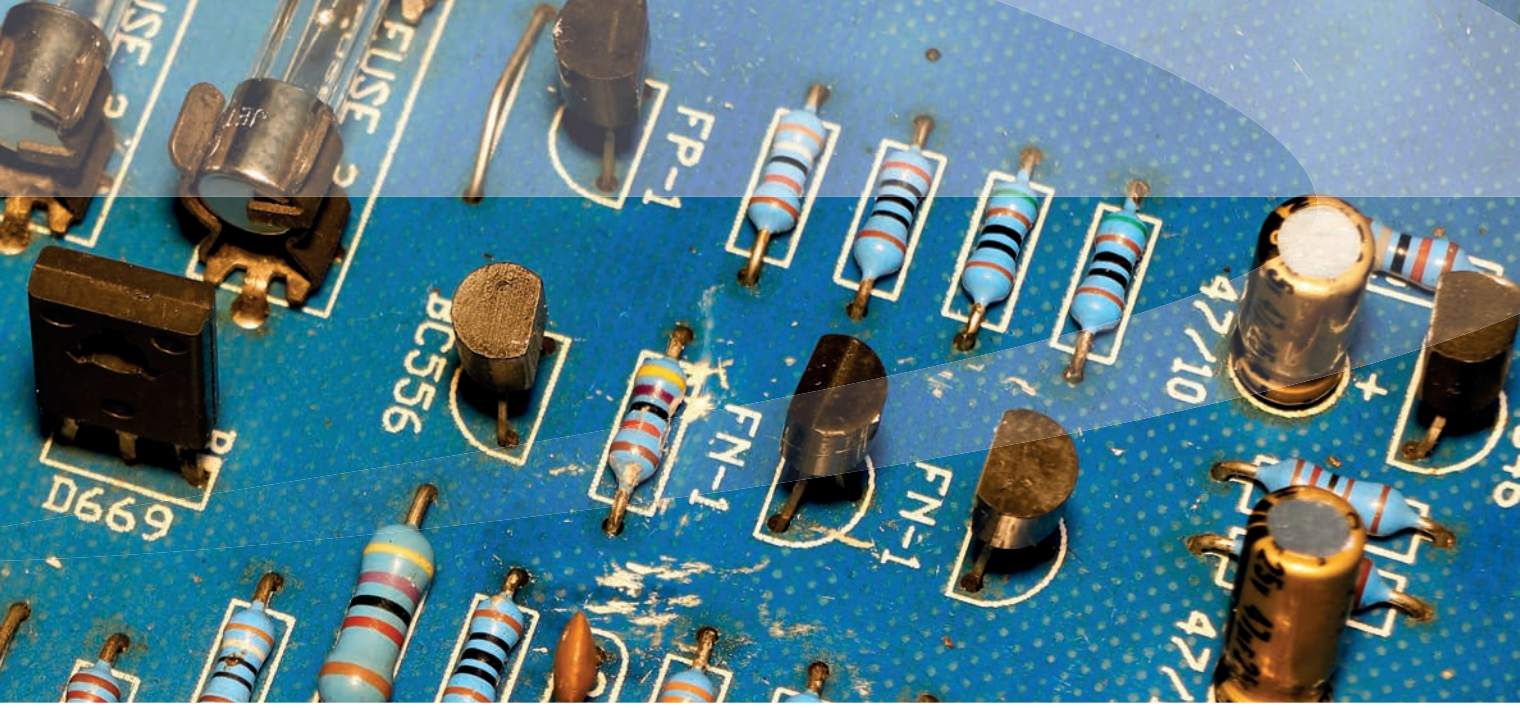
TRANSİSTÖRLÜ DEVRELER

analog elektronik atölyesi

Konular

2.1. TRANSİSTÖRLERİ TEST EDEREK TRANSİSTÖRLÜ YÜKSELTEÇ DEVRELERINI KURMA

2.2. TRANSİSTÖRLÜ OSİLATÖR DEVRELERİ KURMA



Temel Kavramlar ve Terimler

Transistör, DC (doğru akım) polarma, yükselteç, osilatör, kristal, bobin.

Öğrenme Birimi Açıklaması

Bu öğrenme biriminde, transistörler ile yapılan temel yükselteç devre çeşitleri ve transistörlü osilatörlerin devre çeşitleri üzerinde durulacaktır. Bu öğrenme birimi sonunda çeşitli yükselteç devreleri tasarımı ile transistörlü osilatör devre tasarımlarını yapabileceksiniz.

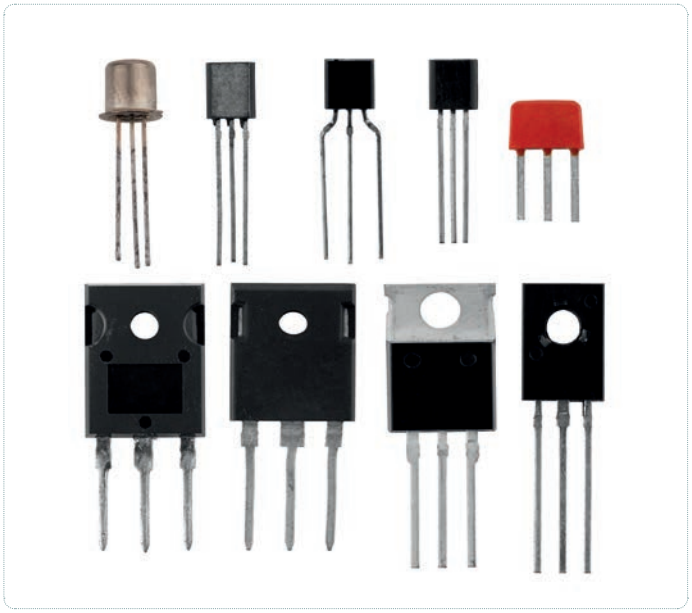
Hazırlık Çalışmaları

1. **Mikrofonla konuşan kişinin sesi nasıl yükseltiliyor olabilir?**
2. **Siren sesinde bulunan, çeşitli frekanstaki ses sinyalleri nasıl elde ediliyor olabilir?**
3. **Araç sinyal lambalarının belirli aralıklarla yanıp sönmesi nasıl sağlanıyor olabilir?**

2.1. TRANSİSTÖRLERİ TEST EDEREK TRANSİSTÖRLÜ YÜKSELTEÇ DEVRELERİNİ KURMA

Transistör, N tipi ve P tipi yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle elde edilir. NPN ve PNP şeklinde yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle BJT (bipolar cankşın transistör) elde edilir.

Transistör, girişine uygulanan zayıf sinyalleri yükselterek akım ve gerilim kazancı sağlayan ayrıca anahtarlama elemanı olarak kullanılan elektronik devre elemanıdır. Transistörün kolektör (C), beyz (B) ve emiter (E) olmak üzere üç bacağı vardır. Görsel 2.1'de çeşitli transistör örnekleri görülmektedir.



Görsel 2.1: Çeşitli transistör görünüşleri

2.1.1. PNP ve NPN Transistörlerin Yapısı

PNP tipi transistör, iki adet P tipi yarı iletken madde arasına ince bir katman hâlinde N tipi yarı iletken madde eklenmesiyle elde edilmiştir. N tipi yarı iletken madde beyz (B), P tipi yarı iletken maddeler kolektör (C) ve emiter (E) bacaklarını oluşturmaktadır. Şekil 2.1'de PNP transistörün yarı iletken yapısı, sembolü ve diyot eş değeri görülmektedir.

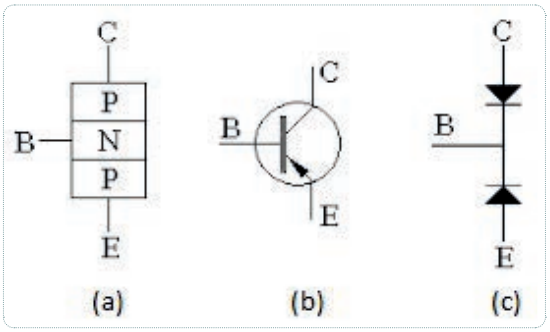
NPN tipi transistör, iki adet N tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde P tipi yarı iletken madde eklenmesiyle elde edilmiştir. P tipi yarı iletken madde beyz (B), N tipi yarı iletken maddeler kolektör (C) ve emiter (E) bacaklarını oluşturmaktadır. Şekil 2.2'de NPN transistörün yarı iletken yapısı, sembolü ve diyot eş değeri görülmektedir.

2.1.2. PNP ve NPN Transistörlerin Sağlamlık Kontrolü

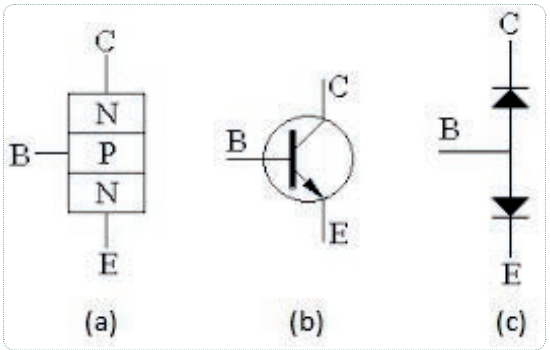
Transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti, dijital avometre veya analog avometre kullanılarak yapılır.

Dijital avometre ile PNP transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti Görsel 2.2 üzerinden incelendiğinde;

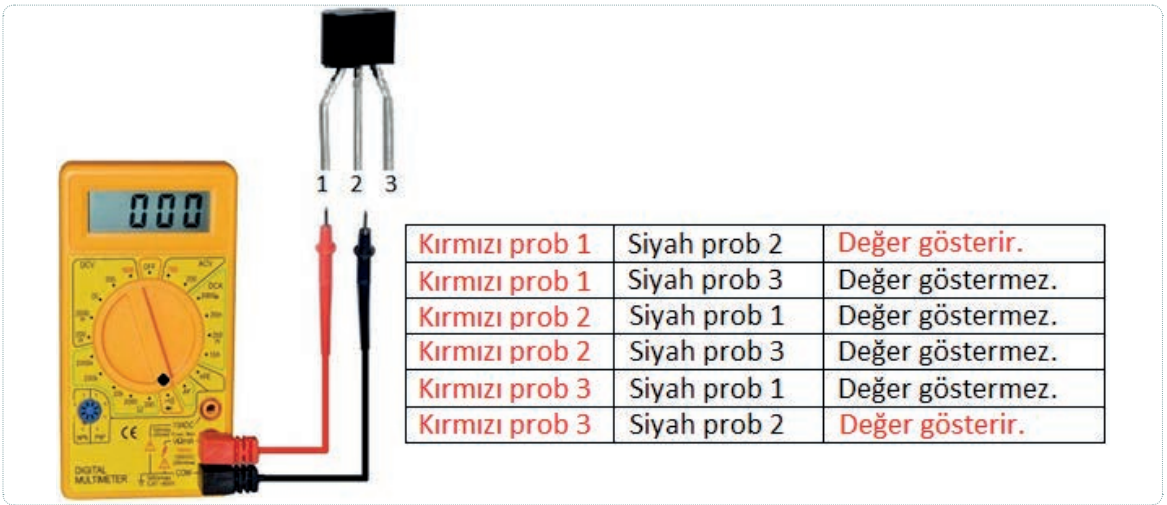
dijital avometre diyot kademesine alınır. **Kırmızı probun artıyı, siyah probun eksiyi belirttiği unutulmamalıdır.** Kırmızı prob transistörün 1 numaralı bacağına, siyah prob transistörün 2 numaralı bacağına temas ettirilerek ölçüme başlanır. Dijital avometre ekranında sayısal bir değer olup olmadığına bakılır. Dijital avometre değer gösteriyorsa kaydedilir, göstermiyorsa diğer ölçümlere geçilir. Toplamda en fazla altı ölçüm sonunda yukarıdaki tablo elde edilir. Görsel 2.2 deki tabloda siyah prob 2 numaralı bacağa temas ederken kırmızı prob 1 numaralı bacağa ve 3 numaralı bacağa temas ettirildiğinde, dijital avometre ölçme değeri göstermektedir. Siyah prob ortak olduğundan transistörün 2 numa-



Şekil 2.1
a) PNP transistör yarı iletken eş değeri
b) PNP transistör sembolü
c) PNP transistör diyot eş değeri



Şekil 2.2
a) NPN transistör yarı iletken eş değeri
b) NPN transistör sembolü
c) NPN transistör diyot eş değeri



Kırmızı prob 1	Siyah prob 2	Değer gösterir.
Kırmızı prob 1	Siyah prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 2	Değer gösterir.

Görsel 2.2: Dijital avometre ile PNP transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti

ralı bacağı beyzdir. Transistörün beyzi negatifte iletime geçtiğinden transistörün tipi PNP'dir ve transistör sağlamdır.

Tabloda ölçülen değerler sayısal olarak birbirinden farklıdır. Sayısal olarak büyük olan değer emiter, küçük olan ise kolektördür.

Sonuç olarak Görsel 2.2'de verilen transistör PNP tipi 1 numaralı bacak kolektör (C), 2 numaralı bacak beyz (B), 3 numaralı bacak emiterdir (E).

Analog avometre ile PNP transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti Görsel 2.3 üzerinden incelendiğinde;

Kırmızı prob 1	Siyah prob 2	Değer göstermez.
Kırmızı prob 1	Siyah prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 1	Değer gösterir.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 3	Değer gösterir.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 2	Değer göstermez.

Görsel 2.3
Analog avometre ile PNP transistörün sağlamlık ve bacakların tespiti

analog avometre X10 direnç kademesine alınır**. Siyah probun artıyı, kırmızı probun eksiyi belirttiği unutulmamalıdır**. Kırmızı prob transistörün 1 numaralı bacağına siyah prob transistörün 2 numaralı bacağına temas ettirilerek ölçüme başlanır. Analog avometre ibresinde sapma olup olmadığına bakılır. Sapma oluyorsa ölçme değeri kaydedilir, sapma olmuyorsa diğer ölçümlere geçilir. Toplamda en fazla altı ölçüm sonunda yukarıdaki tablo elde edilir. Görsel 2.3'teki tabloda kırmızı prob 2 numaralı bacağa temas ederken siyah prob 1 numaralı bacağa ve 3 numaralı bacağa temas ettirildiğinde analog avometre ibresi sapar ve ölçme değeri gösterir. Kırmızı prob ortak olduğundan transistörün 2 numaralı bacağı beyzdir. Transistörün beyzi negatifte iletime geçtiğinden transistörün tipi PNP'dir ve transistör sağlamdır.

Tabloda ölçülen değerler sayısal olarak birbirinden farklıdır. Sayısal olarak büyük olan değer emiter, küçük olan ise kolektördür.

Sonuç olarak Görsel 2.3'te verilen transistör PNP tipi 1 numaralı bacak kolektör (C), 2 numaralı bacak beyz (B), 3 numaralı bacak emiterdir (E).

Dijital avometre ile NPN transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti Görsel 2.4 üzerinden incelendiğinde;

Kırmızı prob 1	Siyah prob 2	Değer göstermez.
Kırmızı prob 1	Siyah prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 1	Değer gösterir.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 3	Değer gösterir.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 2	Değer göstermez.

Görsel 2.4
Dijital avometre ile NPN transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti

dijital avometre diyot kademesine alınır. **Kırmızı probun artıyı, siyah probun eksiyi belirttiği unutulmamalıdır.** Kırmızı prob transistörün 1 numaralı, siyah prob transistörün 2 numaralı bacağına temas ettirilerek ölçüme başlanır.Dijital avometre ekranında sayısal bir değer olup olmadığına bakılır. Değer gösteriyorsa kaydedilir, göstermiyorsa diğer ölçümlere geçilir. En fazla altı ölçüm sonucunda Görsel 2.4'teki tablo elde edilir. Görsel 2.4'teki tabloda kırmızı prob 2 numaralı bacağa temas ederken kırmızı prob 1 numaralı bacağa ve 3 numaralı bacağa temas ettirildiğinde, dijital avometre ölçme değeri göstermektedir. Kırmızı prob ortak olduğundan transistörün 2 numaralı bacağı beyzdir. Transistörün beyzi pozitifte iletime geçtiğinden transistörün tipi NPN'dir ve transistör sağlamdır.

Tabloda ölçülen değerler sayısal olarak birbirinden farklıdır. Sayısal olarak büyük olan değer emiter, küçük olan ise kolektördür.

Sonuç olarak Görsel 2.4'te verilen transistör NPN tipi, 1 numaralı bacak kolektör (C), 2 numaralı bacak beyz (B), 3 numaralı bacak emiterdir (E).

Analog avometre ile NPN transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti Görsel 2.5 üzerinden incelendiğinde;

Kırmızı prob 1	Siyah prob 2	Değer gösterir.
Kırmızı prob 1	Siyah prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı prob 2	Siyah prob 3	Değer göstermez.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 1	Değer göstermez.
Kırmızı prob 3	Siyah prob 2	Değer gösterir.

Görsel 2.5
Analog avometre ile NPN transistörün sağlamlık kontrolü ve bacakların tespiti

analog avometre X10 direnç kademesine alınır. **Siyah probun artıyı, kırmızı probun eksiyi belirttiği unutulmamalıdır.** Kırmızı prob transistörün 1 numaralı bacağına, siyah prob transistörün 2 numaralı bacağına temas ettirilerek ölçüme başlanır. Analog avometre ibresinde sapma olup olmadığına bakılır. Sapma oluyorsa kaydedilir, sapma olmuyorsa diğer ölçümlere geçilir. En fazla altı ölçüm sonucunda Görsel 2.5'teki tablo elde edilir. Görsel 2.5'teki tabloda görüldüğü gibi siyah prob 2 numaralı bacağa temas ederken; kırmızı prob 1 numaralı bacağa ve 3 numaralı bacağa temas ettirildiğinde, analog avometre ibresi sapar ve ölçme değeri gösterir. Siyah prob ortak olduğundan transistörün 2 numaralı bacağı beyzdir. Transistörün beyz pozitifte iletime geçtiğinden transistörün tipi NPN'dir ve transistör sağlamdır.

Tabloda ölçülen değerler sayısal olarak birbirinden farklıdır. Sayısal olarak büyük olan değer emiter, küçük olan ise kolektördür.

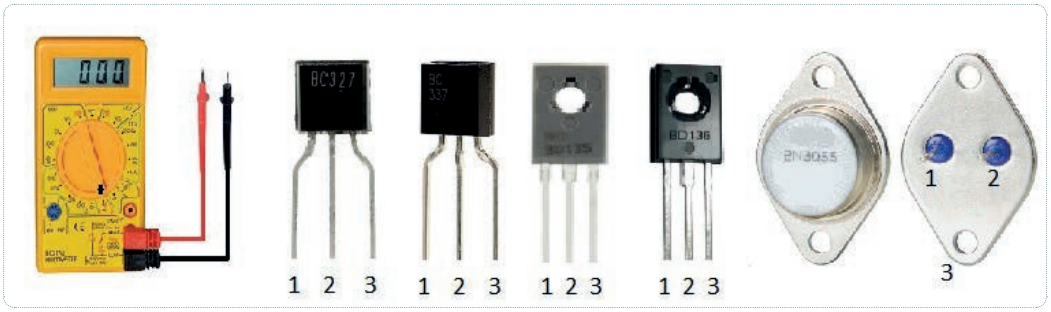
Sonuç olarak Görsel 2.5'te verilen transistör NPN tipi 1 numaralı bacak kolektör (C), 2 numaralı bacak beyz (B), 3 numaralı bacak emiterdir (E).

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=12451

2.1. UYGULAMA: DİJİTAL AVOMETRE İLE PNP VE NPN TRANSİSTÖRLERİN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE BACAK TESPİTİ

Amaç: Dijital avometre ile PNP ve NPN transistörlerin sağlamlık kontrolünü yaparak bacaklarını tespit etmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.6: Dijital avometre ve transistör görünüşleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Transistör	BC 327, BC 337, BD 135, BD 136, 2N 3055	5 Adet
Avometre	Dijital	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak dijital avometreyi kontrol ediniz. Görsel 2.6'da verilen transistörleri, dijital avometreyi ve diğer araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Dijital avometre ve transistörleri hazırlayınız.
3. Dijital avometreyi diyot kademesine alınız.
4. Tablo 2.1'i doldurarak transistörlerin tipi ve ayak isimlerini bulunuz.
5. Ölçüm bittikten sonra dijital avometre ile çalışacak arkadaşınız yok ise cihazı kapatınız.
6. Çalışma alanını temizleyiniz.
7. Ölçüm sonuçlarını atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=12451

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 2.1: Dijital Avometre ile Transistörler Ölçüm Tablosu

		Ölçüm sonuçları				
		BC327	BC337	BD135	BD136	2N3055
Kırmızı prob 1	Siyah prob 2					
Kırmızı prob 1	Siyah prob 3					
Kırmızı prob 2	Siyah prob 1					
Kırmızı prob 2	Siyah prob 3					
Kırmızı prob 3	Siyah prob 1					
Kırmızı prob 3	Siyah prob 2					
Transistör tipi						
Bacak ismi		1	1	1	1	1
		2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3

1. Gövde kılıfları farklı transistörlerin ölçüm yöntemleri aynı mıdır? Açıklayınız.

2. Beyz bacağı her transistörde 2 numaralı bacak mıdır?

uygulama sayfası

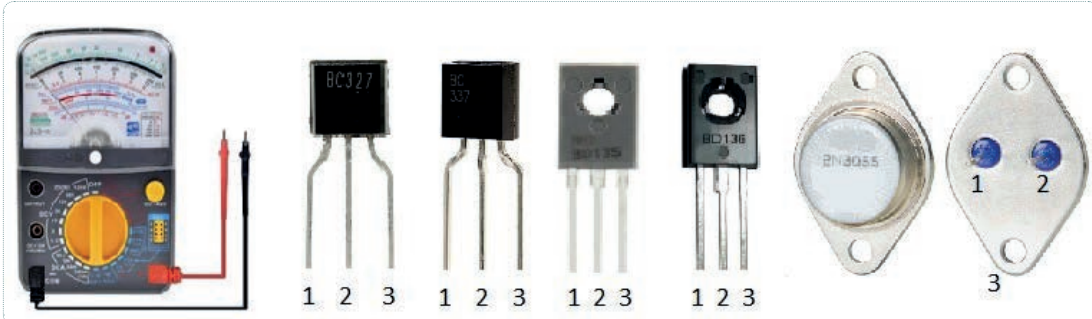
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23698

2.2. UYGULAMA: ANALOG AVOMETRE İLE PNP VE NPN TRANSİSTÖRLERİN SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE BACAK TESPİTİ

Amaç: Analog avometre ile PNP ve NPN transistörlerin sağlamlık kontrolünü yapmak ve bacaklarını tespit etmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.7: Analog avometre ve transistör görünüşleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Transistör	BC 327, BC 337, BD 135, BD 136, 2N 3055	5 Adet
Avometre	Analog	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak analog avometreyi kontrol ediniz. Görsel 2.7'de verilen transistörleri, analog avometreyi ve diğer araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Analog avometre ve transistörleri hazırlayınız.
3. Analog avometreyi X10 direnç kademesine alınız.
4. Tablo 2.2'yi doldurarak transistörlerin tipi ve ayak isimlerini bulunuz.
5. Ölçüm bittikten sonra analog avometre ile çalışacak arkadaşınız yok ise cihazı kapatınız.
6. Çalışma alanını temizleyiniz.
7. Ölçüm sonuçlarını atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23698

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 2.2: Analog Avometre ile Transistörler Ölçüm Tablosu

		Ölçüm sonuçları				
		BC327	BC337	BD135	BD136	2N3055
Kırmızı prob 1	Siyah prob 2					
Kırmızı prob 1	Siyah prob 3					
Kırmızı prob 2	Siyah prob 1					
Kırmızı prob 2	Siyah prob 3					
Kırmızı prob 3	Siyah prob 1					
Kırmızı prob 3	Siyah prob 2					
Transistör tipi						
Bacak ismi		1	1	1	1	1
		2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3

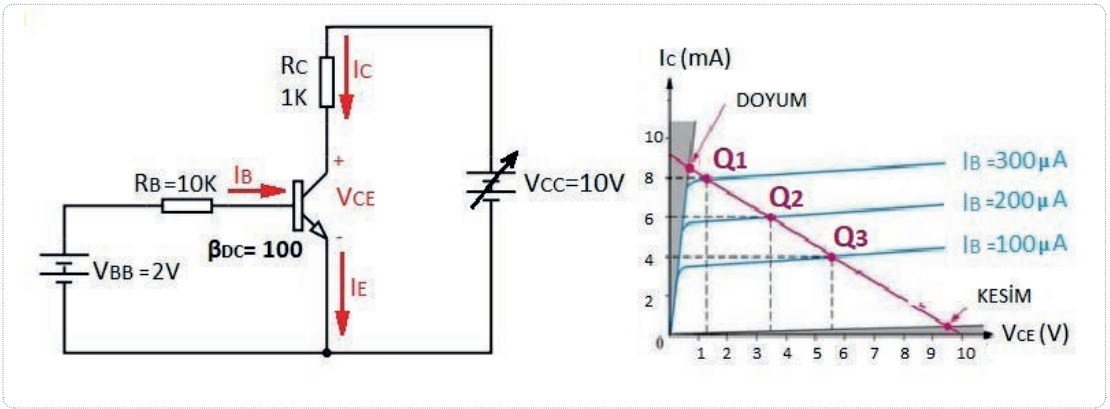
1. Analog avometre ile elde edilen Tablo 2.2'nin Tablo 2.1'den farklı olmasının sebebi nedir?

2. Analog avometre ile transistör ölçümleri dijital avometreye göre hassas mıdır?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.1.3. Transistörlü Yükselteçler

Düşük genlikli (zayıf) elektrik sinyallerini yükseltmek için kullanılan devrelere **yükselteç devreleri** denir. Yükselteç devrelerinde, transistör veya entegre devreler kullanılır. Transistörün yükselteç olarak kullanılabilmesi için uygun bir DC polarma (kutuplama) devresine ihtiyaç vardır. DC polarma devreleri; transistörün beyz, kolektör ve emiter bacakları girişlerinde herhangi bir AC (alternatif akım) sinyal yokken transistör üzerinde, sabit gerilim ve akımlar elde etmek için tasarlanan devrelerdir. Transistörün DC gerilim altında ve yükselteç girişinde AC sinyal yokken çalışmasına çalışma noktası veya Q noktası adı verilir. Transistöre uygulanan polarma gerilimleri, çıkış karakteristiği üzerinde transistörün Q noktasını belirler. Şekil 2.3'te Q noktaları görülmektedir.

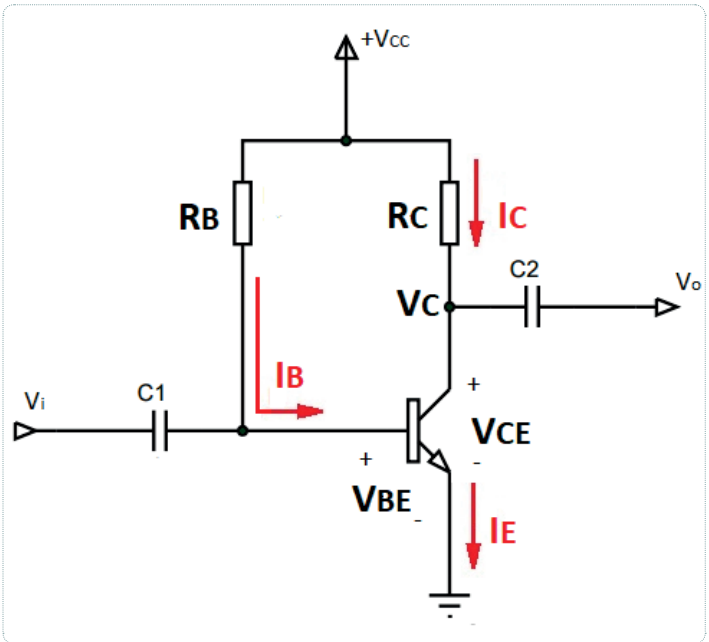


Şekil 2.3: Transistörün çıkış karakteristiğine göre Q noktalarının gösterilmesi

2.1.3.1. Transistör DC Polarma Devreleri

Sabit Beyz Polarma Devresi

Sabit beyz polarma devresi, DC polarma devrelerinde tasarımı en basit ve uygulaması en kolay olan devredir. Şekil 2.4'te gösterilen devrede transistörün beyz bacağına bağlı R_B direnci, V_{CC} besleme kaynağına seri olarak bağlı olduğundan devre **seri polarma** ya da **basit polarma** olarak da adlandırılır. Sabit beyz polarma devresinde; I_B akımı sabit hesaplansa da sıcaklık artışı, transistörün β **(transistörün akım kazancı)** değerini etkilediğinden yükseltecin Q noktasını değiştirmektedir. Bu nedenle sabit beyz polarma devresi düşük sıcaklıkta, düşük kolektör akımı ve gerilimine sahip basit tasarımlarda kullanılır.



Şekil 2.4: Sabit beyz polarma devresi ve akım yönleri

Şekil 2.4 yardımı ile I_B akımının izlediği yol üzerinden bir çevre denklemi yazıldığında (Kirchhoff'un (Kirşof) gerilim kanunu)

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

denklemi bulunur. I_B yalnız bırakılacak olursa

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

denklemi elde edilir.

Kolektör akımı şu formülle bulunur:

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

Kolektör akımı üzerinden bir çevre denklemi yazılacak olursa

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

olduğu görülür. Buradan V_{CE} yalnız bırakılırsa

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

denklemi elde edilir.

1. Örnek

Şekil 2.4'te verilen devrede V_{CC}=12 volt, β =100 ve transistör silisyum tipinde olduğuna göre, V_{CE}=6 volt iken I_C=10 mA olabilmesi için gerekli olan R_C ve R_B değerlerini hesaplayınız.

Çözüm

Kolektör akımı üzerinden yazılan çevre denkleminden R_C direnci şu denklemle bulunur:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} \Rightarrow R_C = \frac{12-6}{10} \qquad R_C = 600\ ohm$$

β değeri ve I_C akımı beli olduğundan I_B şu formülle bulunur:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} \Rightarrow I_B = \frac{10}{100} \qquad I_B = 100\ \mu A$$

I_B akımı bulunduğuna göre, I_B akımının izlediği yol üzerindeki çevre denkleminden R_B direnci şu denklemle bulunur:

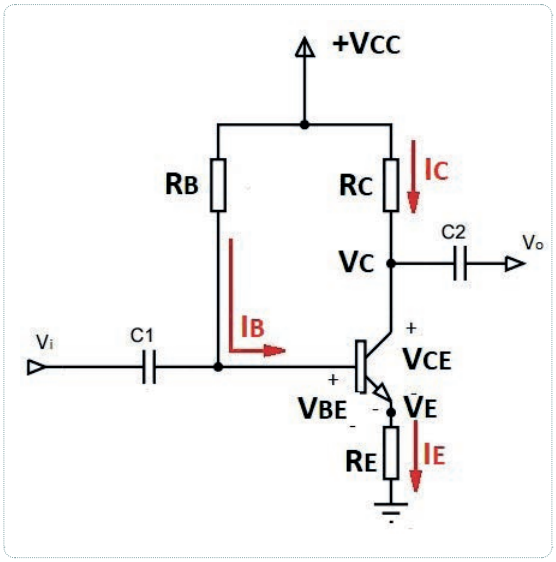
$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} \Rightarrow R_B = \frac{12-0,7}{100} \qquad R_B = 113\ kiloohm$$

Emiteri Dengelenmiş Polarma Devresi

Emiteri dengelenmiş polarma devresi; sabit beyz polarma devresindeki transistörün kolektör akımının kararlığını sağlamak için transistörün emiter bacağına seri bir R_E direnci eklenerek elde edilir. R_E direnci, R_B direnci üzerinden gelen DC akımların artmasına karşı geri besleme yapar. Yani beyz akımının fazla artmasını engeller.

Devre çalışırken kolektör akımı **(I_C)** arttığında, emitere bağlı olan R_E direnci üzerinde düşen gerilim de artar. R_E direnci üzerinde artan bu gerilim, otomatik olarak beyz akımını **(I_B)** azaltır. Buna **negatif geri besleme** denir.

Şekil 2.5 yardımı ile I_B akımının izlediği yol üzerinden bir çevre denklemi yazılacak olursa (Kirchoff'un Gerilim Kanunu)



Şekil 2.5
Emiteri dengelenmiş polarma devresi ve akım yönleri

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

denklemi bulunur. Emiter akımı (I_E), beyz akımı (I_B) cinsinden yazılacak olursa

$$I_E = I_C + I_B \rightarrow I_E = (\beta I_B) + I_B \rightarrow I_E = I_B (\beta + 1)$$

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + (\beta + 1) I_B R_E$$

denklemi elde edilir. Buradan I_B yalnız bırakılacak olursa

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$$

denklemi bulunur. Kolektör akımı üzerinden bir çevre denklemi yazılacak olursa

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$$

denklemi bulunur. Buradan V_{CE} yalnız bırakılacak olursa

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E$$

olarak bulunur.

2. Örnek

Şekil 2.5'te verilen devrede R_B=215 KΩ, R_C=2 KΩ, R_E=1 KΩ, V_{CC}=10 V, β =50 ve transistör silisyum tipinde olduğuna göre, **I_B, I_C** ve **V_{CE}** değerlerini hesaplayınız.

Çözüm

Beyz akımını bulmak için I_B denklemi kullanılır.

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} \Rightarrow I_B = \frac{10 - 0,7}{215K + (50+1)\,1K} \qquad I_B = 35\ \mu A$$

I_B ve β belli olduğundan I_C akımı bulunur.

$$I_C = \beta I_B \Rightarrow I_C = 50 \times 35 \qquad I_C = 1,75\ mA$$

Kolektör emiter arası gerilimi bulmak için V_{CE} denklemi kullanılır.

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E \Rightarrow V_{CE} = 10 - 1,75 \times 2 - 1,785 \times 1$$

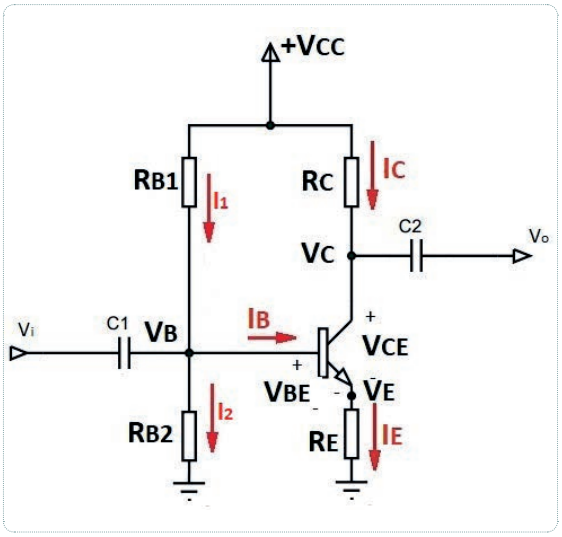
$$V_{CE} = 4,715\ V$$

Gerilim Bölücülü Polarma Devresi

Gerilim bölücülü polarma devresi, lineer çalışmada en çok tercih edilen polarma biçimidir. Beyz polarması gerilim bölücü iki dirençle sağlanır. Devrede kullanılan R_{B1} direncine **polarma direnci**, R_{B2} direncine ise **stabilizasyon direnci** adı verilir. Devrede kullanılan transistörün sıcaklığı arttığında, I_C akımı da artar, I_C'nin artması R_E direnci üzerinde düşen gerilimi arttırır. R_{B2} üzerinde düşen gerilim sabit olduğundan V_E geriliminin artması, I_B akımının azalmasına neden olur. R_E üzerinde oluşan V_E gerilimi, I_B akımının fazla artmasını engeller. Beyz akımının azalması durumunda ise I_C akımı azalır. Böylece devre kararlı hâle gelir.

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi R_{B1} üzerinden geçen I_1 akımı, V_B noktasında ikiye ayrılmaktadır. I_2 akımı, R_{B2} direnci üzerinden geçerken I_B akımı da transistörün beyzinden geçmektedir.

$$I_1 = I_2 + I_B$$



Şekil 2.6
Gerilim bölücülü polarma devresi ve akım yönleri

Gerilim bölücülü polarma devresinin kararlı çalışabilmesi için I_2 akımının I_B akımından on kat fazla olması gerekir. Akımın daha düşük olması durumunda devrenin kararlılığı bozulur. Bu durumun gerçekleşmesi, devrede bulunan R_E ve R_2 dirençlerini, $10R_{B2} \leq \beta R_E$ şartına göre seçilmesine bağlıdır. Devrede R_E ve R_2 direnç şartları sağlandığında I_B akımının hesaplanması çok da önemli değildir. V_B üzerindeki gerilim,

$$V_B = \frac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} R_{B2}$$

denklemi ile bulunur. Emiter direnci uçlarındaki gerilim,

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

denklemi ile bulunur. V_E bulunduktan sonra I_E akımı,

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

denklemi ile bulunur. I_E bulunduktan sonra I_B akımı,

$$I_B = \frac{I_E}{(\beta + 1)}$$

denklemi ile bulunur. I_B bulunduktan sonra I_C akımı,

$$I_C = \beta I_B$$

denklemi ile bulunur. Devrede V_{CE} gerilim değerini bulmak için I_C akımının izlediği yol üzerinden bir çevre denklemi yazılırsa

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$$

denklemi elde edilir. $10R_{B2} \leq \beta R_E$ şartına göre I_E akımını I_C akımına denk olarak düşünülmelidir. Buradan V_{CE} değeri yalnız bırakılırsa

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$

eşitliği bulunur.

3. Örnek

Şekil 2.6'da verilen devrede R_{B1}=47 KΩ, R_{B2}=4,7 KΩ, R_C=1 KΩ, R_E=100 Ω, V_{CC}=12 V, β =100 ve transistör silisyum tipinde olduğuna göre, **I_B, I_C** ve **V_{CE}** değerlerini hesaplayınız.

Çözüm

Öncelikle V_B gerilimi şu şekilde bulunur:

$$V_B = \frac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} R_{B2} \Rightarrow V_B = \frac{12}{47 + 4,7} 4,7$$

$$V_B = 1,1\ V$$

V_E gerilimi şu şekilde bulunur:

$$V_E = V_B - V_{BE} \Rightarrow V_E = 1,1\ V - 0,7\ V$$

$$V_E = 0.4\ V$$

I_E akımı şu şekilde bulunur:

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \Rightarrow I_E = \frac{0.4}{0,1}$$

$$I_E = 4\ mA$$

I_B akımı şu şekilde bulunur:

$$I_B = \frac{I_E}{(\beta + 1)} \Rightarrow I_B = \frac{4}{101}$$

$$I_B = 40\ \mu A$$

I_C akımı şu şekilde bulunur:

$$I_C = \beta I_B \Rightarrow I_C = 100x\,40$$

$$I_C = 4\ mA$$

V_{CE} gerilimi şu şekilde bulunur:

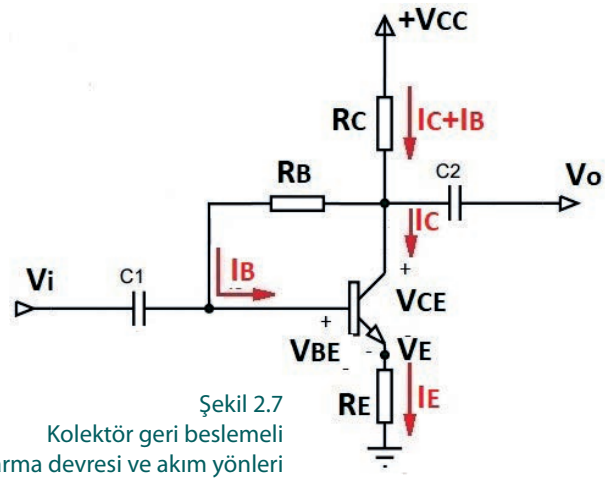
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \Rightarrow V_{CE} = 12 - 4(1K + 0.1K)$$

$$V_{CE} = 7.6\ V$$

Kolektör Geri Beslemeli Polarma Devresi

Kolektör geri beslemeli polarma devresinde R_B direnci, beyz polarma akımını ve DC negatif geri beslemeyi sağlamaktadır. V_i'den gelen yüksek değerdeki sinyaller, beyz akımını ve buna bağlı olarak da kolektör akımını artırır. Kolektör akımının artması R_C üzerindeki gerilimi arttırırken transistörün V_{CE} geriliminin azalmasına neden olur. V_{CE} gerilimi azalınca transistörün beyzine giden DC polarma akımı azalmış olur. V_i'den gelen düşük değerdeki sinyaller, I_C akımını azaltır. Bu durumda V_{CE} gerilimi yükselir, beyze giden DC polarma akımı da eski seviyesine doğru artar. Beyz akımının artması, kolektör akımını otomatik olarak bir miktar artırır. Böylece, yükselen ve alçalan V_i sinyallerinde, devre kararlılığını otomatik olarak ayarlar. Bu polarma yöntemi, V_i sinyalinin düşük olduğu kazancın da sabit tutulmak istendiği basit yükselteç devrelerinde kullanılır.

Şekil 2.7'de görüldüğü gibi R_C direnci üzerinden I_B ve I_C akımları geçmektedir. Devrenin DC analizini yapıp I_B akımının takip ettiği yol üzerinden bir çevre denklemi yazılırsa



Şekil 2.7
Kolektör geri beslemeli polarma devresi ve akım yönleri

$$V_{CC} = (I_C + I_B)\,R_C + I_B\,R_B + V_{BE} + I_E\,R_E$$

eşitliği bulunur. Burada I_E akımı şu şekilde yazılırsa

$$V_{CC} = (I_C + I_B)\,R_C + I_B\,R_B + V_{BE} + (\beta + 1)\,I_B\,R_E$$

sonucu çıkar. Burada I_C yerine βI_B yazıp ve I_B yalnız bırakılırsa

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)\,R_C + (\beta + 1)\,R_E}$$

sonucu çıkar. I_B akımı çok düşük değerde olduğundan dikkate alınmayabilir. Kolektör geri beslemeli polarma devresinde R_C direnci üzerinden akan kolektör akımı için çevre denklemi yazılırsa

$$V_{CC} = I_C\,R_C + V_{CE} + I_E\,R_E$$

eşitliği elde edilir. Buradan V_{CE} değeri çekilirse

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C\,(R_C + R_E)$$

eşitliği bulunur.

4. Örnek

Şekil 2.7'de verilen devrede R_B=150 KΩ, R_C=4.7 KΩ, R_E=1 KΩ, V_{CC}=12 V, β =100 ve transistör silisyum tipinde olduğuna göre, **I_B, I_C** ve **V_{CE}** değerlerini hesaplayınız.

Çözüm

Öncelikle I_B akımı bulunur:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)\,R_C + (\beta + 1)\,R_E} \Rightarrow I_B = \frac{12 - 0{,}7}{150K + (101)\,4.7K + (101)\,1K}$$

$$I_B = 15.6\ \mu A$$

I_B akımından yararlanarak I_C akımı bulunur:

$$I_C = \beta I_B \Rightarrow I_C = 100 \times 15.6$$

$$I_C = 1.56\ mA$$

V_{CE} gerilimi ise aşağıdaki şekilde bulunur:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C\,(R_C + R_E) \Rightarrow V_{CE} = 12 - 1.56(4.7+1)$$

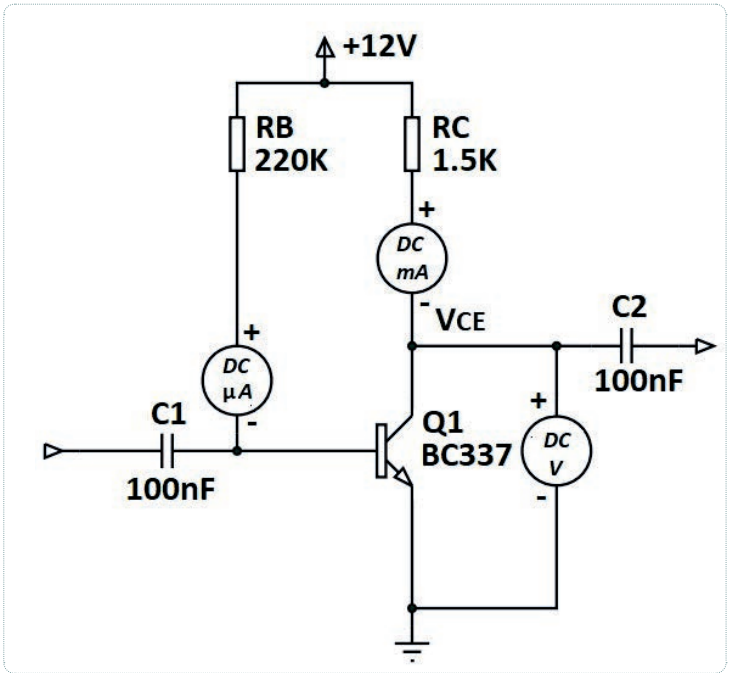
$$V_{CE} = 3{,}1\ V$$

süre: 2 ders saati

2.3. UYGULAMA: SABİT BEYZ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ

Amaç: Sabit beyz polarma devresinin DC analizini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.8
Sabit beyz polarma devresi DC analizi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1.5 KΩ, 220 KΩ	2 Adet
Ampermetre	DC	2 Adet
Voltmetre	DC	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

uygulama sayfası

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.8'de görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Transistörün beyzine bağlı DC ampermetreyi mikroamper kademesine alınız.
4. Transistörün kolektörüne bağlı DC ampermetreyi miliamper kademesine alınız.
5. Transistörün kolektörüne bağlı DC voltmetreyi 20 volt kademesine alınız.
6. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
7. DC voltmetre ve DC ampermetre üzerinde okuduğunuz ölçüm değerlerini Tablo 2.3'e yazınız.
8. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
9. Şekil 2.8'de verilen devredeki eleman değerlerine göre I_B, I_C, V_{CE} ve β değerlerini hesaplayınız ve Tablo 2.3'e yazınız.
10. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 2.3: Sabit Beyz Polarma Devresi DC Analiz Tablosu

Ölçülen değerler	Hesaplanan değerler
I_B =	I_B =
I_C =	I_C =
V_{CE} =	V_{CE} =
	ß =

süre: 2 ders saati

Hesaplanan değerler:

I_B =

I_C =

V_{CE} =

β =

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında fark var mıdır? Var ise sebebi ne olabilir?

2. Transistörün β değeri neden ölçülemez? Kısaca açıklayınız.

uygulama sayfası

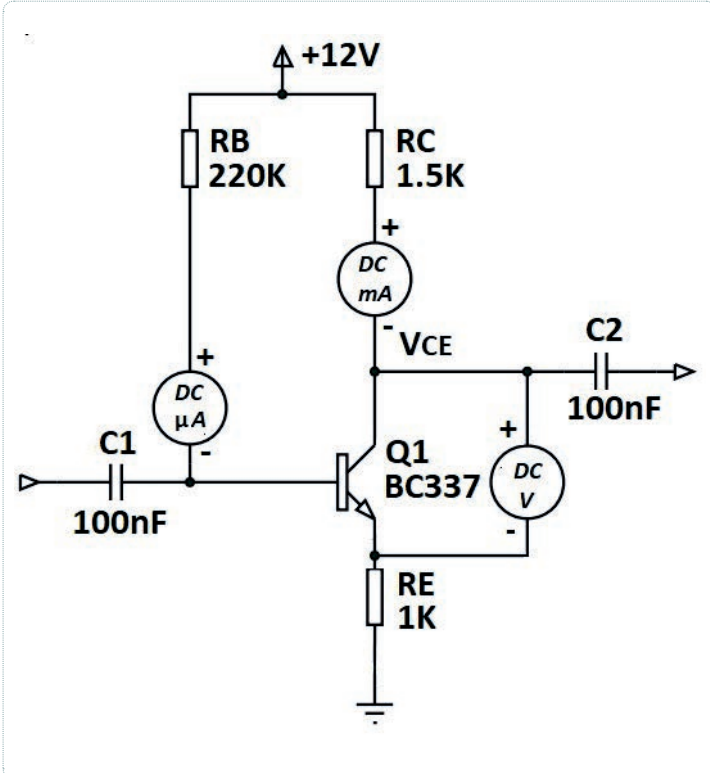
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.4. UYGULAMA: EMİTERİ DENGELENMİŞ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ

Amaç: Emiteri dengelenmiş polarma devresinin DC analizini yapmak.

süre: 2 ders saati

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.9
Emiteri dengelenmiş polarma devresi DC analizi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1.5 KΩ, 220 KΩ , 1 KΩ	3 Adet
Ampermetre	DC	2 Adet
Voltmetre	DC	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

uygulama sayfası

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.9'da görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Transistörün beyzine bağlı DC ampermetreyi mikroamper kademesine alınız.
4. Transistörün kolektörüne bağlı DC ampermetreyi miliamper kademesine alınız.
5. Transistörün kolektörüne bağlı DC voltmetreyi 20 volt kademesine alınız.
6. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
7. DC voltmetre ve DC ampermetre üzerinde okuduğunuz ölçüm değerlerini Tablo 2.4'e yazınız.
8. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
9. Şekil 2.9'da verilen devredeki eleman değerlerine göre I_B, I_C, V_{CE} ve β değerlerini hesaplayıp Tablo 2.4'e yazınız.
10. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 2.4: Emiteri Dengelenmiş Polarma Devresi DC Analizi Tablosu

Ölçülen değerler	Hesaplanan değerler
I_B =	I_B =
I_C =	I_C =
V_{CE} =	V_{CE} =
	ß =

Hesaplanan değerler:

I_B =

uygulama sayfası

$I_C =$

$V_{CE} =$

$\beta =$

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında fark var mıdır? Var ise sebebi ne olabilir?

2. BC 337 transistörünü parmaklarınızla ısıtınız. I_C akımında değişme var mı? Kısaca açıklayınız.

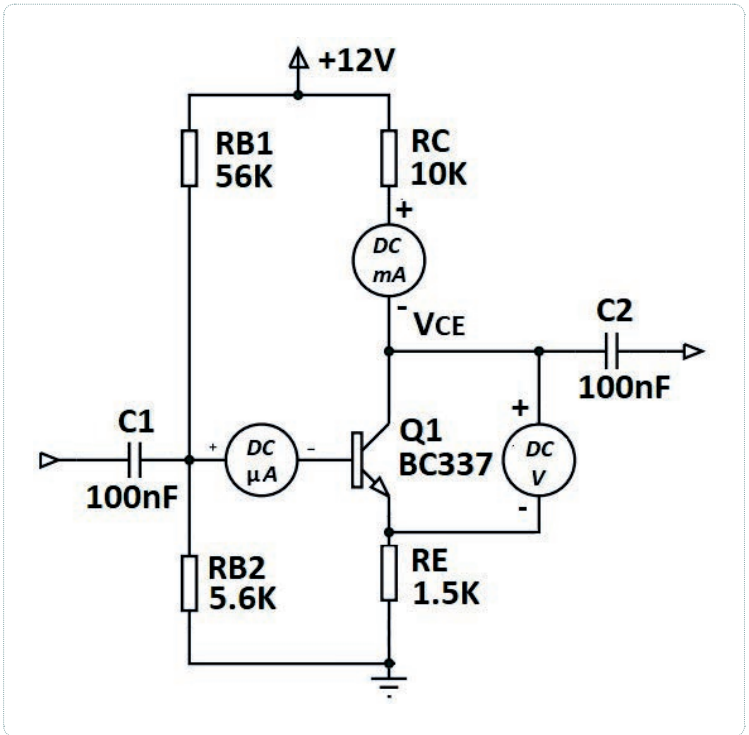
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

süre: 2 ders saati

2.5. UYGULAMA: GERİLİM BÖLÜCÜLÜ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ

Amaç: Gerilim bölücülü polarma devresinin DC analizini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.10
Gerilim bölücülü polarma DC analizi devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1.5 KΩ, 56 KΩ, 10 KΩ, 5.6 KΩ	4 Adet
Ampermetre	DC	2 Adet
Voltmetre	DC	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

uygulama sayfası

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.10'da görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Transistörün beyzine bağlı DC ampermetreyi mikroamper kademesine alınız.
4. Transistörün kolektörüne bağlı DC ampermetreyi miliamper kademesine alınız.
5. Transistörün kolektörüne bağlı DC voltmetreyi 20 volt kademesine alınız.
6. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
7. DC voltmetre ve DC ampermetre üzerinde okuduğunuz ölçüm değerlerini Tablo 2.5'e yazınız.
8. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
9. Şekil 2.10'da verilen devredeki eleman değerlerine göre I_B, I_C, V_{CE} ve β değerlerini hesaplayıp Tablo 2.5'e yazınız.
10. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 2.5: Gerilim Bölücülü Polarma Devresi DC Analiz Tablosu

Ölçülen değerler	Hesaplanan değerler
I_B =	I_B =
I_C =	I_C =
V_{CE} =	V_{CE} =
	ß =

Hesaplanan değerler:

I_B =

süre: 2 ders saati

I_C =

V_{CE} =

β=

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında fark var mıdır? Var ise sebebi ne olabilir?

2. C_1 kondansatörünün bacağına işaret parmağınızın ucu ile dokununuz. I_C akımında değişme var mı? Kısaca açıklayınız.

uygulama sayfası

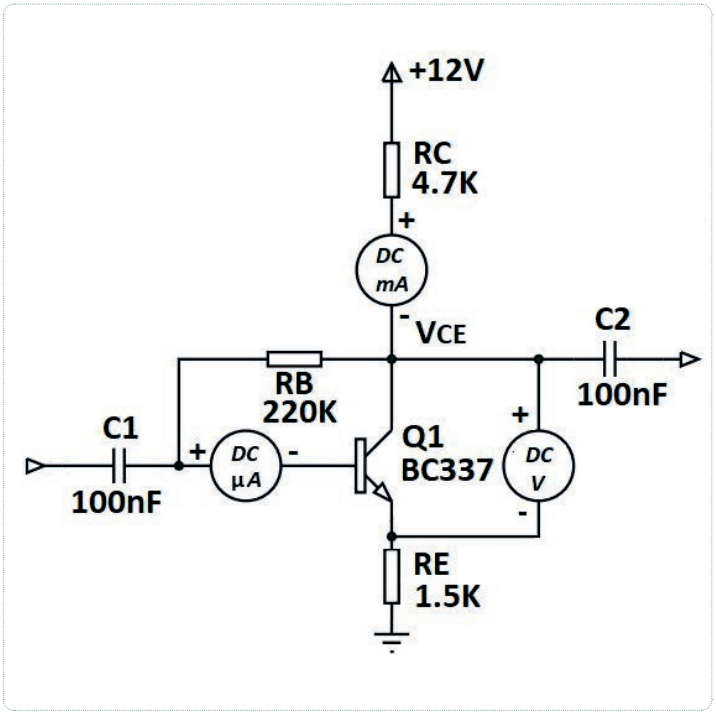
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.6. UYGULAMA: KOLEKTÖR GERİ BESLEMELİ POLARMA DEVRESİ DC ANALİZİ

süre: 2 ders saati

Amaç: Kolektör geri beslemeli polarma devresinin DC analizini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.11
Kolektör geri beslemeli
polarma devresi DC analizi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	20 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1.5 KΩ, 4.7 KΩ, 220 KΩ	3 Adet
Ampermetre	DC	2 Adet
Voltmetre	DC	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

uygulama sayfası

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.11'de görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Transistörün beyzine bağlı DC ampermetreyi mikroamper kademesine alınız.
4. Transistörün kolektörüne bağlı DC ampermetreyi miliamper kademesine alınız.
5. Transistörün kolektörüne bağlı DC voltmetreyi 20 volt kademesine alınız.
6. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
7. DC voltmetre ve DC ampermetre üzerinde okuduğunuz ölçüm değerlerini Tablo 2.6'ya yazınız.
8. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
9. Şekil 2.11'de verilen devredeki eleman değerlerine göre I_B, I_C, V_{CE} ve β değerlerini hesaplayıp Tablo 2.6'ya yazınız.
10. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 2.6: Kolektör Geri Beslemeli Polarma Devresi DC Analizi Tablosu

Ölçülen değerler	Hesaplanan değerler
I_B =	I_B =
I_C =	I_C =
V_{CE} =	V_{CE} =
	ß =

Hesaplanan değerler:

I_B =

uygulama sayfası

süre: 2 ders saati

I_C =

V_{CE} =

β=

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Ölçülen değerler ile hesaplanan değerler arasında fark var mıdır? Var ise sebebi ne olabilir?

2. BC 337 transistörünü parmaklarınızla ısıtınız. I_C akımında değişme var mı? Kısaca açıklayınız.

3. C_1 kondansatörü ucuna parmaklarınızla dokununuz. I_C akımında değişme var mı? Kısaca açıklayınız.

uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.1.3.2. Bağlantı Durumuna Göre Transistörlü Yükselteç Çeşitleri

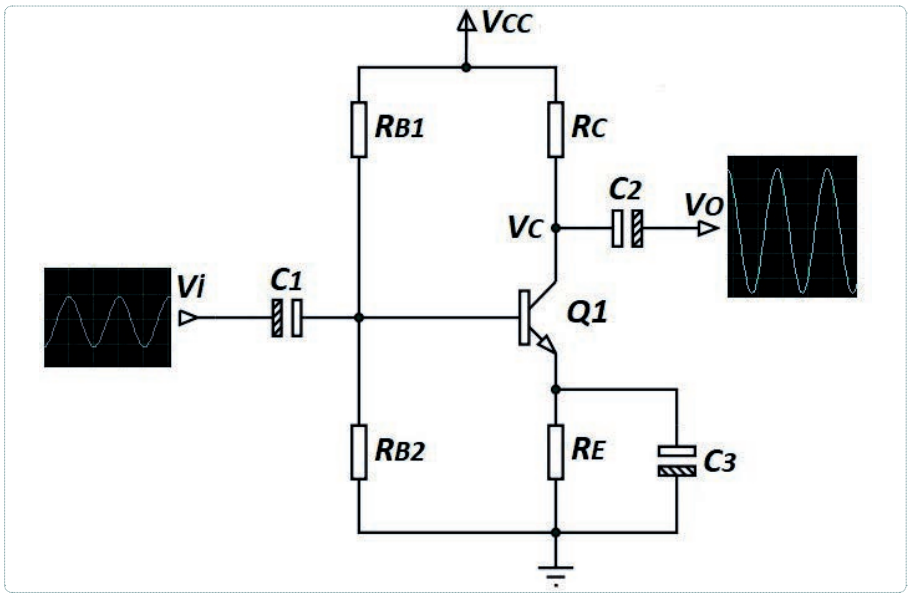
Transistörlü yükselteçler; giriş-çıkış terminal bağlantı şekillerine göre emiteri ortak, beyzi ortak veya kolektörü ortak olarak kullanılır. Yani transistörün üç bacağından birisi ortak olarak giriş-çıkış terminalinde kullanılır. Bundan dolayı transistörlü yükselteç bağlantı şekline göre kullanılan ortak bacak ile isimlendirilir. Transistörlü yükselteçler bağlantı şekline göre üçe ayrılır: emiteri ortak yükselteçler, beyzi ortak yükselteçler, kolektörü ortak yükselteçler.

Emiteri Ortak Yükselteçler

Emiteri ortak yükselteçler giriş sinyalinin **(V_i)** transistörün beyzine uygulandığı çıkış sinyalinin **(V_o)** kolektörden alındığı emiteri şaseye bağlı olan yükselteçlerdir. Emiteri şase yükselteç olarak da bilinirler. Şekil 2.12'de emiteri ortak yükselteç devresi görülmektedir.

Emiteri ortak yükselteçlerde, giriş sinyalin (V_i) genliği yükseltilerek 180° faz terslenmiş olarak çıkışa aktarılır. Emiteri ortak yükselteçlerde; girişte sinyal yokken transistörün kolektör ayağının şaseye göre olan gerilimi (V_{CC}), V_{CC} geriliminin yarısı değerde **($V_C = V_{CC}/2$)** olacak şekilde tasarlanır. Girişe uygulanan AC özellikli sinyal, pozitif ve negatif yönlü olmak üzere iki alternanstan oluşur.

Pozitif yönlü giriş sinyali (V_i), beyz ucuna uygulandığında beyz tetikleme akımı artar, buna bağlı olarak I_C akımı yükselir, I_C yükselirken V_C gerilimi sıfıra doğru azalır. Giriş sinyali (V_i) negatif olduğunda ise I_B akımı azalır. I_B'nin azalması I_C'yi de azaltır. I_C azalınca V_C gerilimi maksimum değere doğru yükselir. Sonuç olarak emiteri ortak yükselteçlerde giriş sinyalindeki değişim, çıkışa ters yönlü ve genlik bakımından büyümüş olarak aktarılır. Uygulamada kullanılan yükselteçlerin büyük bir kısmı emiteri ortak yükselteç devreleridir.



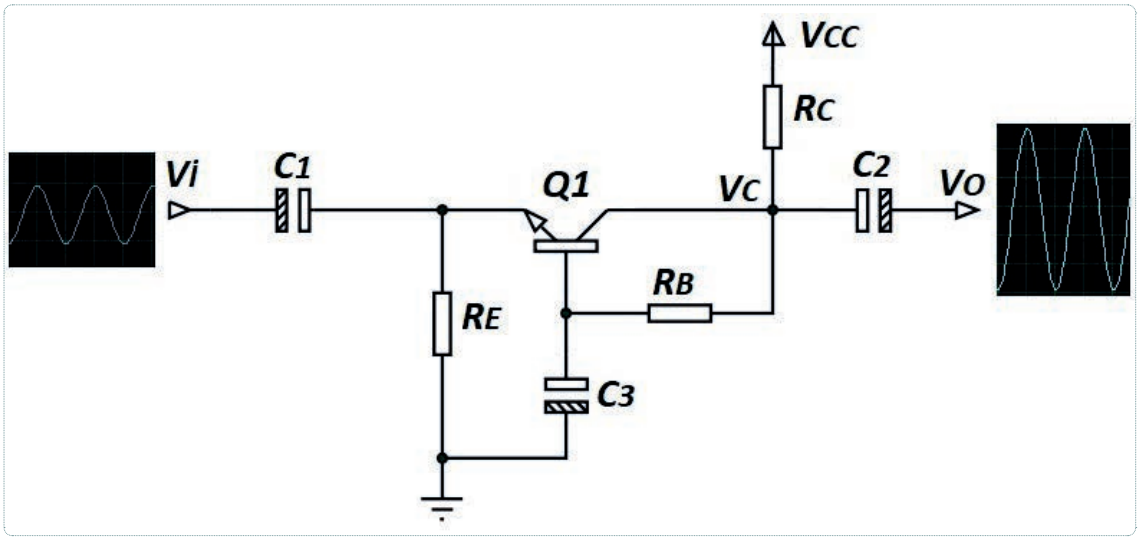
Şekil 2.12
Emiteri ortak yükselteç devresi

Beyzi Ortak Yükselteçler

Beyzi ortak yükselteçler; giriş sinyalinin (V_i) transistörün emiterine uygulandığı, çıkış sinyalinin (V_O) kolektörden alındığı beyzi şaseye bağlı olan yükselteçlerdir. Beyzi şase yükselteç olarak da bilinirler. Şekil 2.13'te beyzi ortak yükselteç devresi görülmektedir.

Beyzi ortak yükselteçlerde giriş sinyalin (V_i) genliği yükseltilerek faz değiştirilmeden çıkışa aktarılır. Beyzi ortak yükselteçlerde, girişte sinyal yokken transistörün kolektör ayağının şaseye göre olan gerilimi (V_C), V_{CC} geriliminin yarısı değerde **($V_C = V_{CC}/2$)** olacak şekilde tasarlanır. Girişe uygulanan AC özellikli sinyal, pozitif ve negatif yönlü olmak üzere iki alternanstan oluşur.

Pozitif yönlü giriş sinyali (V_i) uygulandığında I_B artar, buna bağlı olarak I_C ve I_E akımı yükselir, R_E üzerinde oluşan gerilim pozitif yönde yükselir. V_c gerilimi pozitif yönde artar. Giriş sinyali (V_i) negatif olduğunda ise I_B akımı azalır, buna bağlı olarak I_C ve I_E akımı azalır, R_E üzerinde oluşan gerilim düşer, V_C gerilimi de düşer. Sonuç olarak beyzi ortak yükselteçlerde giriş sinyalindeki değişim çıkışa genlik bakımından büyümüş olarak aktarılır.



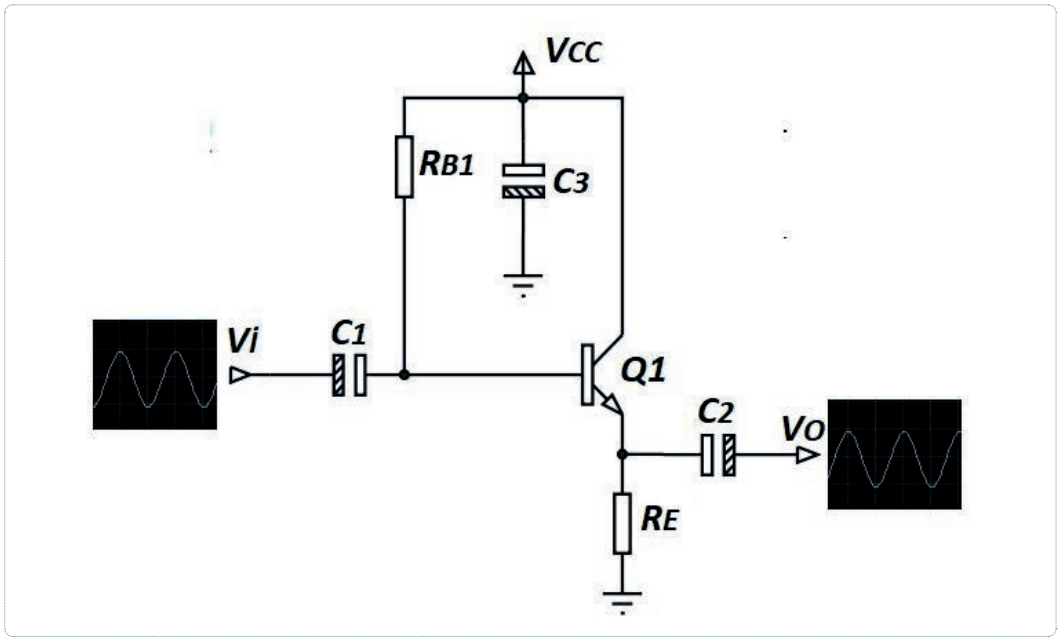
Şekil 2.13: Beyzi ortak yükselteç devresi

Kolektörü Ortak Yükselteçler

Kolektörü ortak yükselteçler; giriş sinyalinin (V_i) transistörün beyzine uygulandığı, çıkış sinyalinin (V_O) emiterden alındığı, kolektörü AC yönden şaseye bağlı olan yükselteçlerdir. Kolektörü şase yükselteç olarak da bilinirler. Şekil 2.14'te kolektörü ortak yükselteç devresi görülmektedir.

Kolektörü ortak yükselteçlerde girişe uygulanan sinyalin (V_i) genliği biraz düşürülerek faz değiştirilmeden çıkışa aktarılır. Girişe uygulanan AC özellikli sinyal, pozitif ve negatif yönlü olmak üzere iki alternanstan oluşur.

Pozitif yönlü giriş sinyali (V_i) uygulandığında I_B artar, buna bağlı olarak I_C ve I_E akımı yükselir, R_E üzerinde oluşan gerilim pozitif yönde yükselir. Giriş sinyali (V_i) negatif olduğunda ise I_B akımı azalır, buna bağlı olarak I_C ve I_E akımı azalır, R_E üzerinde oluşan gerilim düşer, gerilim kazançları 1'den azdır. Kolektörü ortak yükselteçler, yüksek empedans çıkışı olan bir devreyi düşük empedans girişi olan devreye bağlamak için kullanılır.



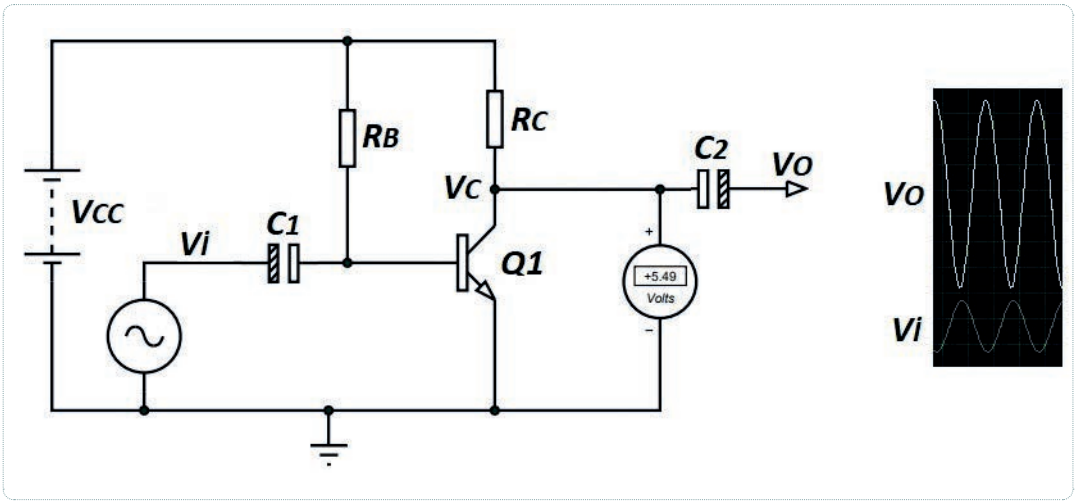
Şekil 2.14: Kolektörü ortak yükselteç devresi

2.1.3.3. Çalışma Durumuna Göre Transistörlü Yükselteç Devreleri

Transistörlerde, beyzden geçen akımın (I_B) değerine göre kolektörden geçen akım da (I_C) değişir. Böylece kolektör, emiter arası gerilim de (V_{CE}) değişir. Bu durumda transistörlerin DC polarma akımını ayarlamak suretiyle çalışma noktası da (Q) belirlenir. Transistörlü yükselteçleri Q çalışma noktasına göre sınıflandırılır. Bunlar; A sınıfı, B sınıfı, AB sınıfı, C sınıfı yükselteçlerdir.

A Sınıfı Yükselteç Devresi

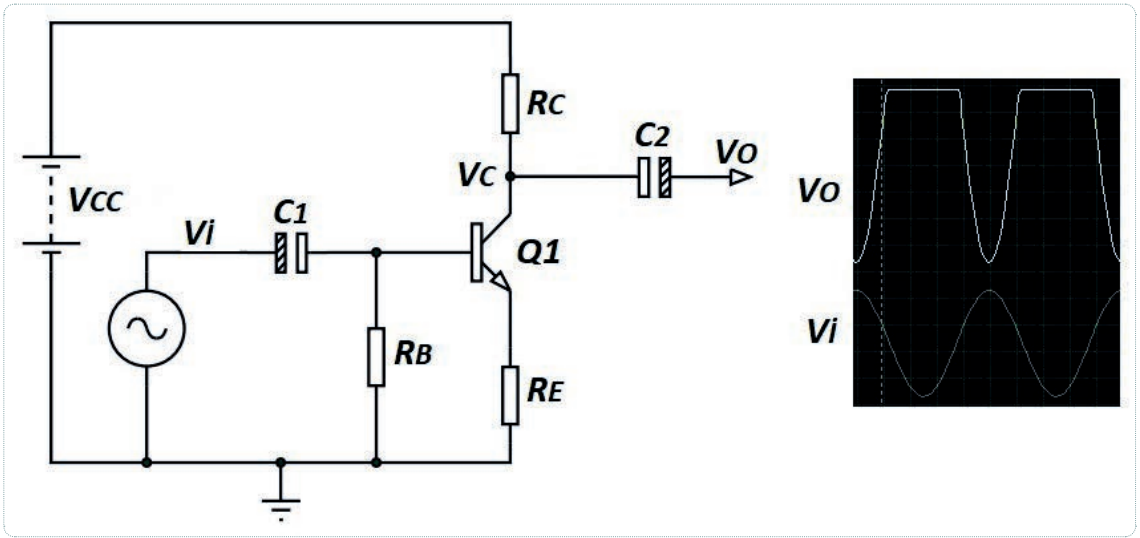
Girişe uygulanan AC (alternatif akım) sinyalin tamamını çıkışına yükseltilmiş olarak aktaran devrelere **A sınıfı yükselteç devreleri** denir. A sınıfı çalıştırılan yükselteçlerde transistörün kolektör ucundaki V_C geriliminin $V_{CC}/2$ değerinde olması uygundur. Girişte AC sinyal olmasa da kolektörden emitere bir kolektör akımı (I_C) vardır. I_C akımının sürekli akması, A sınıfı yükselteçlerde verimi düşürücü bir etkendir. Dolayısıyla A sınıfı çalışan yükselteçlerde verim düşüktür. Giriş ile çıkış sinyali arasında 180° faz farkı vardır. A sınıfı yükselteçler, kolektörü direnç bağlantılı veya transformatör bağlantılı tasarlanabilir. Şekil 2.15'te verilen kolektörü dirençli A sınıfı yükselteç devresinde yeşil renkteki giriş sinyali çıkışa yükseltilmiş, 180° faz farkı ile aktarılmıştır. V_C gerilimi, kaynak geriliminin yarısı olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.15: A sınıfı yükselteç devresi

B Sınıfı Yükselteç Devresi

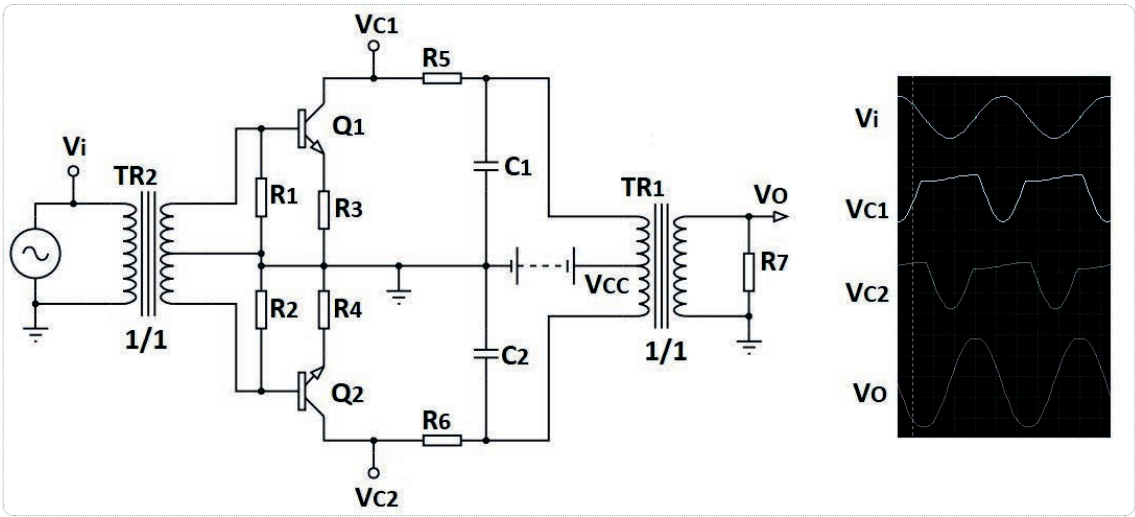
Girişine uygulanan AC **(alternatif akım)** sinyalin sadece bir alternansını çıkışına yükseltilmiş olarak aktaran devrelere **B sınıfı yükselteç devreleri** denir. Girişte AC sinyali yokken kolektörden emitere bir kolektör akımı (I_C) akmaz. Giriş-çıkış sinyali arasında 180° faz farkı vardır. Şekil 2.16'da verilen B sınıfı yükselteç devresinde, girişte AC sinyali olmadığında beyz polarması yoktur. Kolektörden akım geçmez. Girişe uygulanan yeşil renkteki sinyalin sadece pozitif alternansını yükselterek 180° faz farkı ile çıkışa aktarır. Girişe uygulanan yeşil renkteki sinyalin negatif alternansında, çıkışta V_C noktasında kaynak gerilimi görülür.



Şekil 2.16: B sınıfı yükselteç devresi

AB Sınıfı Yükselteç

AB sınıfı yükselteçlerinin çalışma noktası, A sınıfı yükselteç ile B sınıfı yükseltecin çalışma noktasının arasındadır. Q çalışma noktası V_{CE} eksenine yakındır. Şekil 2.17'de AB sınıfı güç yükselteçlerin iki transistörle yapılan yükselteç şeklinde olduğu görülür. Yani push-pull [puş-pul, (it-çek)] tarzı yükselteçtir. Giriş sinyali (V_i), transformatörün sekonderi üzerinden transistörlere uygulanmıştır. AB sınıfı yükselteçlerde verim düşük olsa da distorsiyon (sinyaldeki bozulma) azdır. Bu nedenle çok büyük güce ihtiyacı bulunmayan elektronik cihazların tasarımında kullanılır. Giriş sinyalinin (V_i) pozitif alternansında Q_1 iletime geçerek V_{C1} sinyali, V_i sinyalinin negatif alternansında Q_2 iletime geçerek V_{C2} sinyali elde edilir. V_O'da ise kırmızı ile gösterilen $V_{C1}+V_{C2}$ sinyali elde edilir.

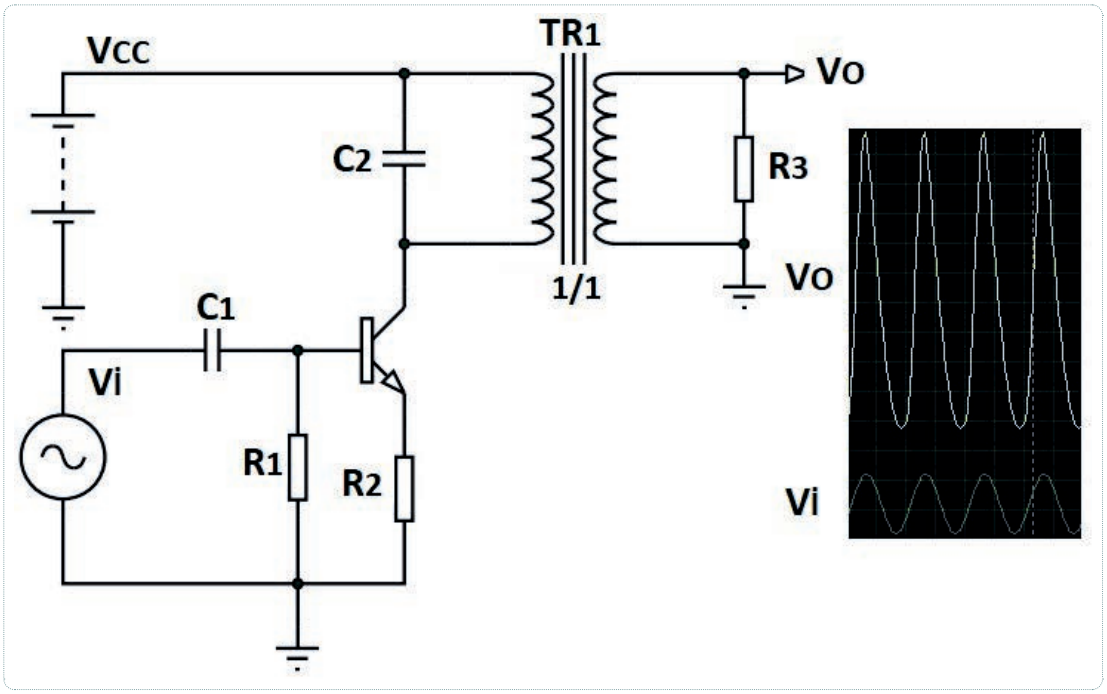


Şekil 2.17: AB sınıfı yükselteç devresi

C Sınıfı Yükselteçler

C sınıfı yükselteçlerde transistörün beyz girişine eksi işaretli ($-V_{CC}$) DC polarma gerilimi uygulanmakta veya beyz girişi şase seviyesinde tutulmaktadır. Devreye AC gerilim uygulanmadığı zaman transistör kesimde kalır, kolektörden I_C akımı akmaz. Şekil 2.18'de verilen devreye AC gerilim uygulandığı zaman, sinyalin pozitif alternansında transistör iletime geçerek kolektördeki tank devresinden (paralel bağlı kondansatör ve bobin) akım geçmesini sağlar. Tank devresindeki kondansatör şarj olur. AC sinyalin negatif alternansında transistör kesime gider. Tank devresindeki kondansatör, transformatör üzerinden deşarj olur. Böylece sinyal çıkışında sinüzoidal sinyal elde edilir. C sınıfı yükselteçlerde verim %100'e yakındır. Çıkış sinyali transformatör üzerinden alındığı için giriş sinyali ile çıkış sinyali arasında faz farkı yoktur.

C sınıfı yükselteçlerde distorsiyon (sinyalde bozulma) ve hormoniklerin (sinyaldeki yüksek frekanslı bileşenler) yükseltilmesi tank devresi sayesinde minimuma inmektedir. Bu bakımdan C sınıfı yükselteçler, yüksek frekanslarda çalışan elektronik devreler için uygun bir yükselteçtir. C sınıfı yükselteçlere **Radyo Frekansı (RF) yükselteci** de denir. C sınıfı yükselteçlerin kolektör dirençli çeşitleri de vardır.

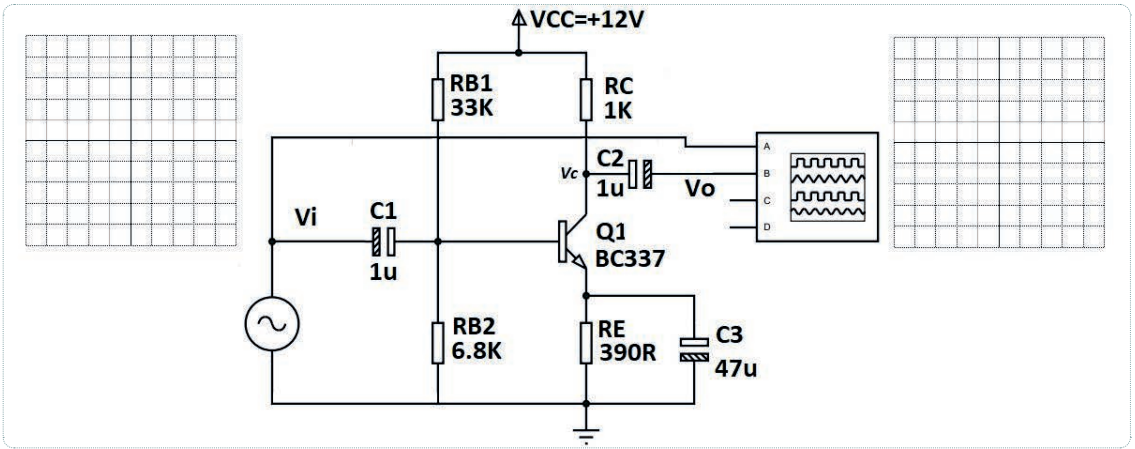


Şekil 2.18: C sınıfı yükselteç devresi

2.7. UYGULAMA: EMİTERİ ORTAK YÜKSELTEÇ DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Emiteri ortak yükselteç devresi yaparak sinyal ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.19: Emiteri ortak yükselteç devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	33 KΩ, 1 KΩ, 6.8 KΩ, 390 Ω	4 Adet
Kondansatör	1 uF	2 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.

2. Şekil 2.19'da görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını uygulama devresine bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörünü 100 mV/ 1 KHz sinüzoidal sinyal değerine ayarlayınız.
5. Osiloskop A kanalına sinyal jeneratörünün canlı ucunu, osiloskop B kanalına C_2'nin eksi bacağını bağlayınız. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 2.19 üzerindeki tabloya çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getiriniz. Giriş sinyalinin çıkışa yükseltilerek aktarıldığını gözleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynağının, sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
9. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
10. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Sinyal jeneratörünü 200 mV/1 KHz frekansına ayarlanırsa yükselteç çıkışında görülen sinyalin genliği yükseliyor mu? Yükselmiyorsa sebebi nedir?

2. Sinyal jeneratörünü 200 mV/1 KHz frekansına ayarlanırsa yükselteç çıkışında görülen sinyalin şekli değişiyor mu? Değişmiyorsa sebebi nedir?

3. Sinyal jeneratörü ile girişe uygulanan sinyal çıkışta yükseltirken, 1 KHz frekansı yükselteç çıkışında yükseliyor mu? Yükselmiyorsa sebebi nedir?

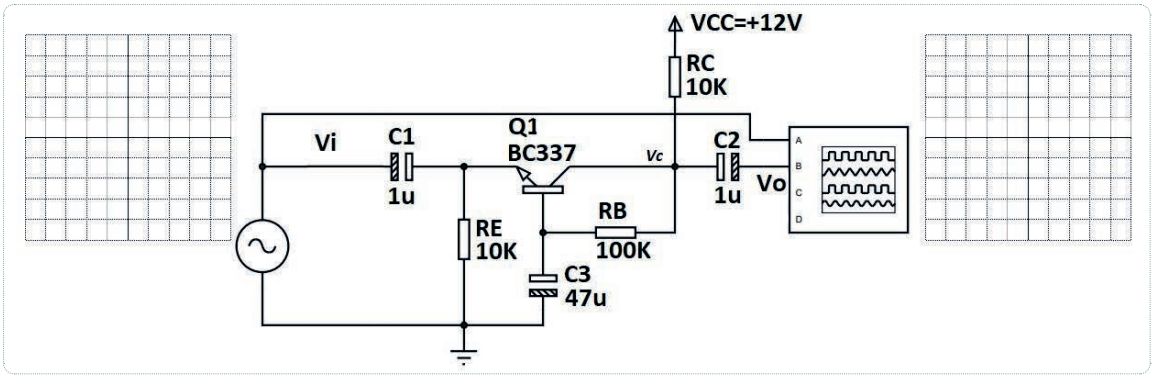
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

süre: 2 ders saati

2.8. UYGULAMA: BEYZİ ORTAK YÜKSELTEÇ DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Beyzi ortak yükselteç devresi yaparak sinyal ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.20: Beyzi ortak yükselteç devresi ölçümü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	10 KΩ, 10 KΩ, 100 KΩ	3 Adet
Kondansatör	1 uF, 47 uF, 100 nF	3 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.20'de görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.

uygulama sayfası

3. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını uygulama devresine bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörünü 100 mV/ 1 KHz sinüzoidal sinyal değerine ayarlayınız.
5. Osiloskop A kanalına sinyal jeneratörünün canlı ucunu, osiloskop B kanalına C_2 nin eksi bacağını bağlayınız. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 2.20 üzerindeki tabloya çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getiriniz. Giriş sinyalinin çıkışa yükseltilerek aktarıldığını gözleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynağının, sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
9. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
10. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Sinyal jeneratörünü 200 mV/1 KHz frekansına ayarlanırsa yükselteç çıkışında görülen sinyalin genliği yükseliyor mu? Yükselmiyorsa sebebi nedir?

2. Sinyal jeneratörünü 200 mV/1 KHz frekansına ayarlanırsa yükselteç çıkışında görülen sinyalin şekli değişiyor mu? Değişmiyorsa sebebi nedir?

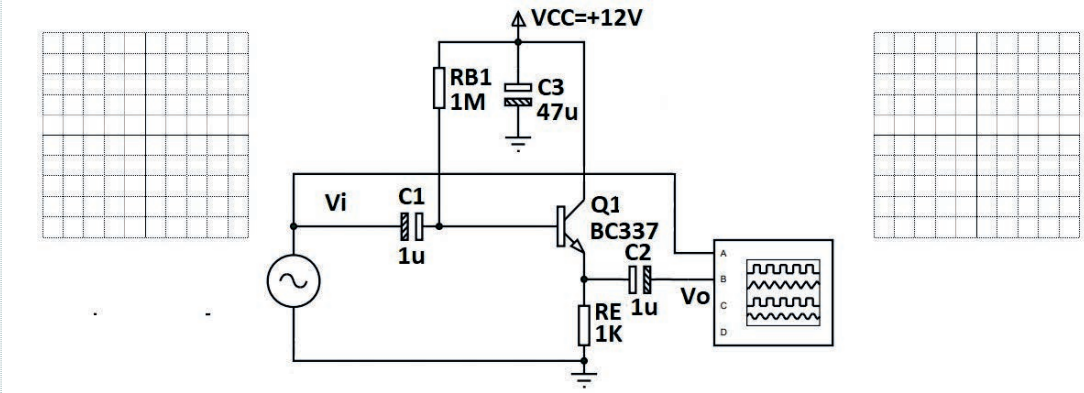
3. Sinyal jeneratörü ile girişe uygulanan sinyal çıkışta yükseltirken 1 KHz frekansı yükselteç çıkışında yükseliyor mu, yükselmiyorsa sebebi nedir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.9. UYGULAMA: KOLEKTÖRÜ ORTAK YÜKSELTEÇ DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Kolektörü ortak yükselteç yaparak sinyal ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.21: Kolektörü ortak yükselteç devresi ölçümü

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1 MΩ, 1 KΩ	2 Adet
Kondansatör	1 uF, 47 uF, 1 uF	3 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet
Osiloskop	Dijital	
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.21'de görülen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.

3. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını uygulama devresine bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörünü 100 mV/1 KHz sinüzoidal sinyal değerine ayarlayınız.
5. Osiloskop A kanalına sinyal jeneratörünün canlı ucunu, osiloskop B kanalına C_2 nin eksi bacağını bağlayınız. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 2.21 üzerindeki tabloya çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getiriniz. Giriş sinyalinin çıkışa yükseltilerek aktarıldığını gözleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynağının, sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
9. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
10. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Sinyal jeneratörü 200 mV/1 KHz frekansına ayarlandığında yükselteç çıkışında görülen sinyalin genliği yükseliyor mu? Yükselmiyorsa sebebi nedir?

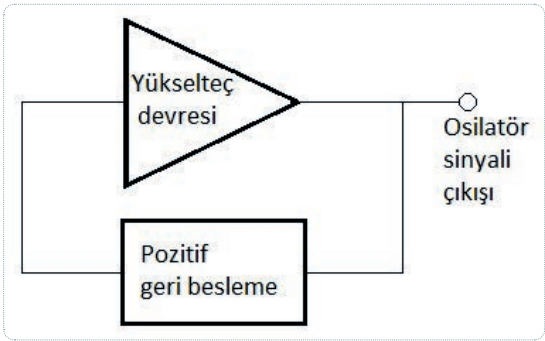
2. Sinyal jeneratörü 200 mV/1 KHz frekansına ayarlandığında yükselteç çıkışında görülen sinyalin şekli değişiyor mu? Değişmiyorsa sebebi nedir?

3. Sinyal jeneratörü ile girişe uygulanan sinyal, yükselteç çıkışında yükseltilirse 1 KHz frekansı da yükselteç çıkışında yükseliyor mu, yükselmiyorsa sebebi nedir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.2. TRANSİSTÖRLÜ OSİLATÖR DEVRELERİ KURMA

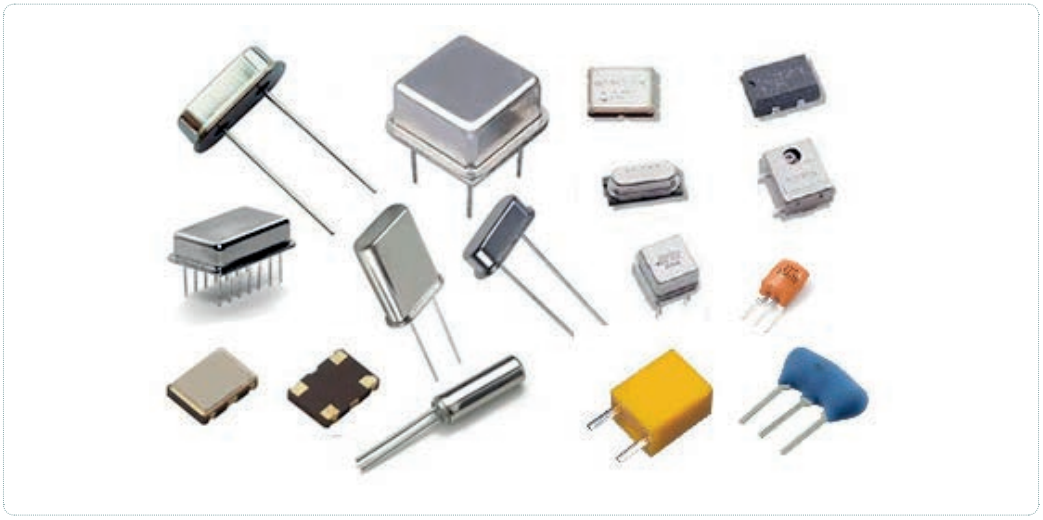
DC güç kaynağından aldığı elektrik enerjisini belirlenen frekans değerindeki AC elektrik enerjisine dönüştüren pozitif geri beslemeli yükselteç devrelerine **osilatör** denir. Osilatör çıkışında sinüzoidal, üçgen, testere dişi veya kare dalga sinyal üretir. Osilatör tasarımında kullanılan devre elemanlarına göre isimlendirilir. Genel olarak osilatörler, kristal osilatör; RC osilatör, LC osilatör ve multivibratörler olarak isimlendirilir. Şekil 2.22'de osilatör devresi blok diyagramı görülmektedir.



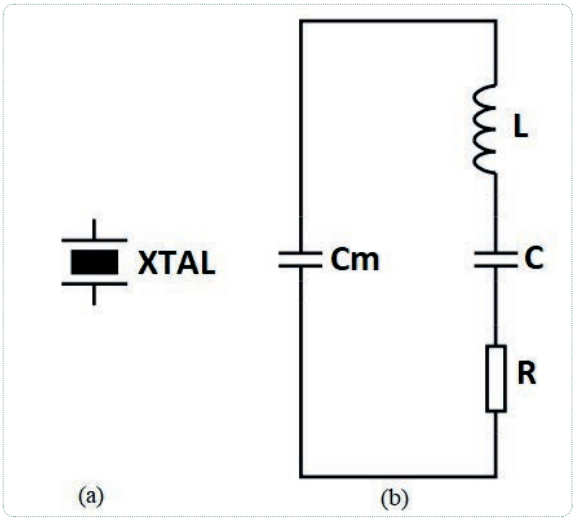
Şekil 2.22: Osilatör devresi blok diyagramı

2.2.1. Kristal Osilatör

Osilatörlerde kararlı bir osilasyonu sağlayabilmek için piezoelektrik kristal adı verilen quartz kristali kullanılır. Bu kristallerden piezoelektrik etkiye sahip olanlara bir AC gerilim uygulandığında belirli bir frekansta titreşim oluşturur. Bu frekans kristalin fiziksel boyutları ve kesiti ile belirlenir. Bunun tersi de olabilir. Yani kristal titreşime uğrarsa üzerinde bir gerilim oluşur. Frekans kaymasının istenmediği hassas elektronik devrelerde osilatör bloğu kristalden tasarlanır. Kristal ile tasarlanan osilatörlere **kristal osilatör** denir. Görsel 2.8'de çeşitli kristaller görülmektedir.



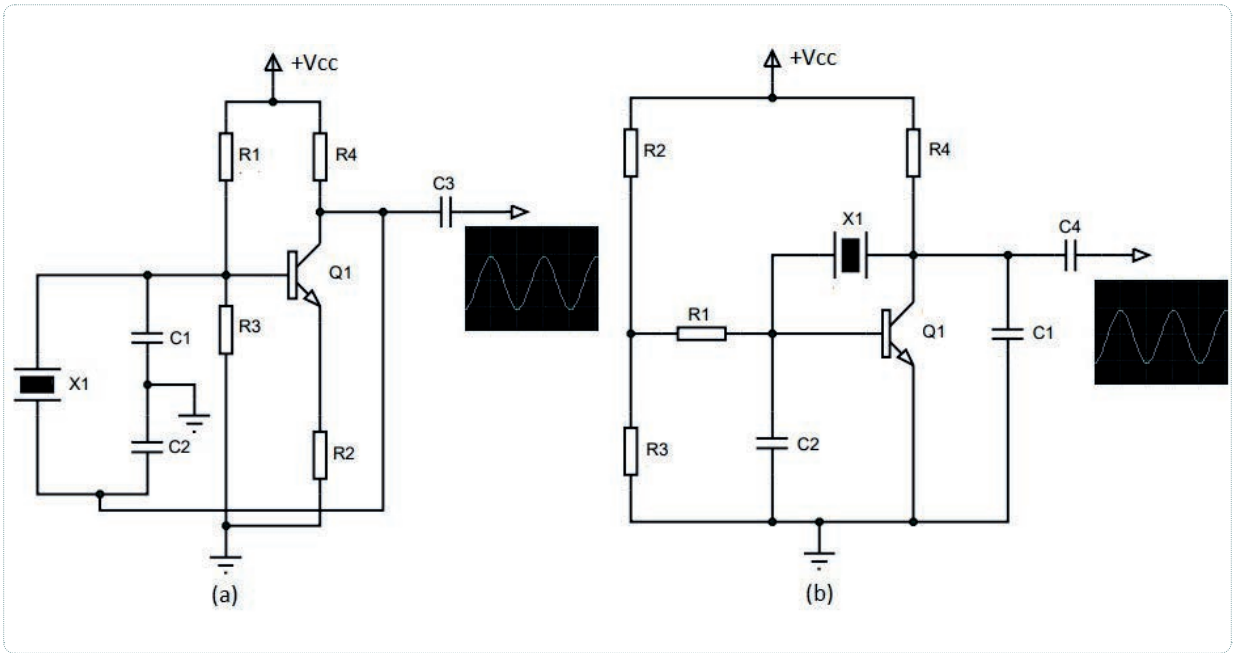
Görsel 2.8: Çeşitli kristal görünüşleri



Şekil 2.23
a) Kristal sembolü
b) Eş değer devresi

Şekil 2.23'te bir kristalin sembol ve eş değer devresi görülmektedir. Kristal eş değer devresi, bir seri paralel RLC devresidir. Bu devre hem seri rezonans, hem de paralel rezonansta çalışabilir. Seri rezonans devresi R, L ve C elemanlarından oluşurken paralel rezonans, C_m elemanının devrenin diğer kısmına paralel olduğu durumdur.

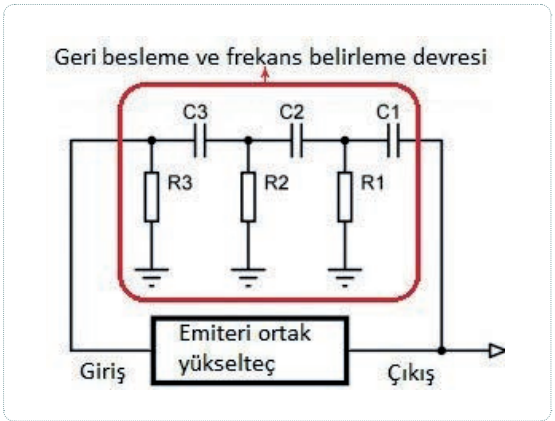
Şekil 2.24'te iki adet kristal osilatör devresi verilmiştir. Şekil 2.24. a'da geri beslemesi paralel rezonans modda çalışan kristal osilatör devresi görülmektedir. Kristal, paralel rezonans frekansında maksimum empedansı göstereceğinden C_1 ve C_2 üzerinde gerilim maksimum olacak ve C_1 üzeriden girişe uygulanacaktır. Şekil 2.24. b'de geri beslemesi seri rezonans modda çalışan kristal osilatör devresi görülmektedir. Kristal, seri rezonans frekansında minimum empedansı göstereceğinden geri besleme maksimum olarak girişe uygulanacaktır.



Şekil 2.24
a) Paralel rezonans modu
b) Seri rezonans modu

2.2.2. RC Osilatör

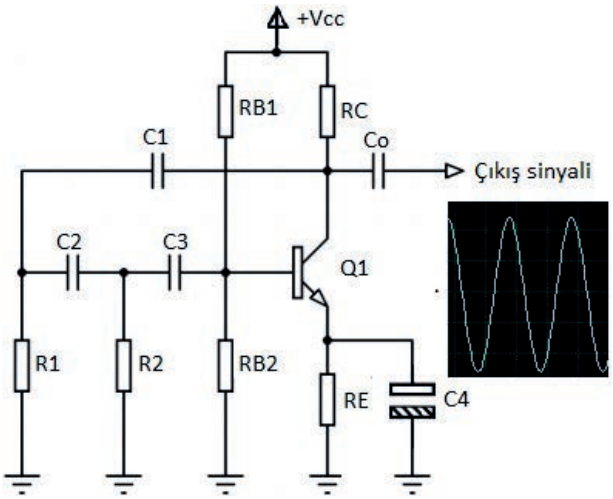
Düşük frekanslarda kullanılmak üzere direnç ve kondansatörler yardımı ile tasarlanan osilatöre **RC osilatör** adı verilir. RC osilatör, 20 Hz – 20 KHz arasındaki ses frekans sahasında geniş uygulama alanına sahiptir. RC devresi hem pozitif geri beslemeyi hem de frekans tespit edici bloğu oluşturur. Geri besleme bloğuna 180° faz farkı oluşturacak üç adet RC devresi bağlanmıştır. RC osilatörde emiteri ortak yükselteç kullanıldığından girişle çıkış arasındaki sinyalde 180° faz farkı oluşmaktadır. Şekil 2.25'te RC osilatörün blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.25: RC osilatör blok diyagramı

2.2.2.1. Transistörlü RC Osilatör (Transistörlü Faz Kaymalı RC Osilatör)

Şekil 2.26'da verilen transistörlü RC osilatör devresinde emiteri ortak yükselteç devresi kullanılmıştır. Emiteri ortak yükselteç devresinin beyzi ile kolektörü arasında 180° faz farkı vardır. Çıkış sinyalinin genliği; transistörün kazancına, geri besleme devresinin oranına, RC faz kaydırma devresinin toplam empedansına, ayrıca kolektör ve emiter dirençlerine bağlıdır. C_1-R_1, C_2-R_2, C_3-R_{B2} devre elemanları 180° faz çevirme ve frekans belirleyici olarak kullanılır. R_{B1} ve R_{B2} beyz polarmasını sağlar. R_{B1} direnci aynı zamanda sinüzoidal sinyalin düzgünlüğünü belirler. R_E-C_4 emiter direnci ve by-pass kondansatörüdür. R_E direnci düşük seçilirse devre çalışmaz. R_C direnci geri besleme genlik kontrolünü sağlayan kolektör yük direncidir. Devreye DC besleme uygulandığında çıkış sinyalinden sinüzoidal sinyal elde edilir. Elde edilen frekansı şu formülle bulunur:



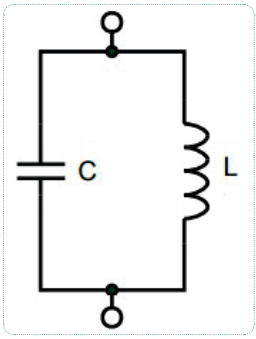
Şekil 2.26: Transistörlü RC osilatör devresi

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$$

Formüldeki R, R_1, R_2 ve R_{B2} dirençlerini C ise C_1, C_2, C_3 kondansatörlerinden birini ifade eder. R_1, R_2 ve R_{B2} dirençlerinin ve C_1, C_2, C_3 kondansatörlerinin eşit değerde olduğu unutulmamalıdır.

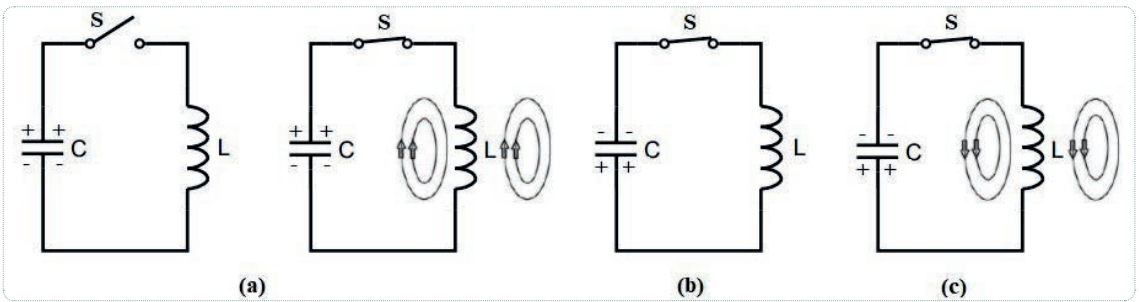
2.2.3. Transistörlü LC Osilatör

Yüksek frekanslı sinüzoidal sinyaller elde etmek için bobin (L) ve kondansatör (C) kullanılarak tasarlanan osilatör devrelerine **LC osilatör** adı verilir. LC osilatörlerde, osilasyonun başlaması, devam etmesi için paralel bobin ve kondansatörden oluşan tank devresi adı verilen paralel rezonans devresi kullanılır. Şekil 2.27'de tank devresi görülmektedir.

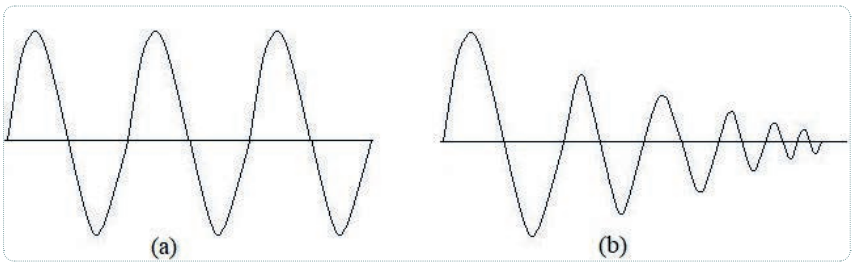


Şekil 2.27: Tank devresi

Tank devresinin çalışmasında bobinin omik direnci ihmal edilir. Başlangıçta kondansatör Şekil 2.28. a'da ki gibi şarjlı olduğunu kabul edilir. S anahtarı kapatılınca kondansatör bobin üzerinden deşarj olmaya başlar. Kondansatör tamamen deşarj olduğunda kondansatör ucundaki gerilim sıfır olur. Tam bu esnada bobinden geçen akım ile bobin etrafında oluşan manyetik alan maksimum değerde kısa bir an sabit kalır. Bobin üzerinden akım geçişi durunca bobin üzerinde manyetik alan azalmaya başlar. Bobin üzerinde manyetik alan azalmaya başlayınca bobin üzerinde ters gerilim indüklenir. Bu ters gerilim, Şekil 2.28. b'de de görüldüğü gibi kondansatörü ters yönde şarj eder. Kondansatör tam şarj olduğunda bobinden geçen akım sıfır olur ve manyetik alan kesilir. Bu seferde Şekil 2.28. c'de görüldüğü gibi kondansatör bobin üzerinden ters deşarj olmaya başlar. Kondansatör tamamen deşarj olduğunda kondansatör ucundaki gerilim sıfır olur. Bu sırada bobinden geçen akım ile bobin etrafında oluşan manyetik alan maksimum değerdedir ve yine kısa bir süre sabit kalır. Bu durum sürekli bu şekilde devam ederek tank devresi üzerinde Şekil 2.29. a'daki gibi sönümsüz sinüzoidal sinyal elde edilmesini sağlar; ancak bobinin omik değerini dikkate alınırsa tank devresi üzerinde Şekil 2.29. b'deki gibi sönümlü sinüzoidal sinyal elde edilmesi sağlanır. Bu sebeple tank devresinin sürekli bir DC kaynak tarafından uyarılması gerekir.



Şekil 2.28: Tank devresinin çalışma prensibi

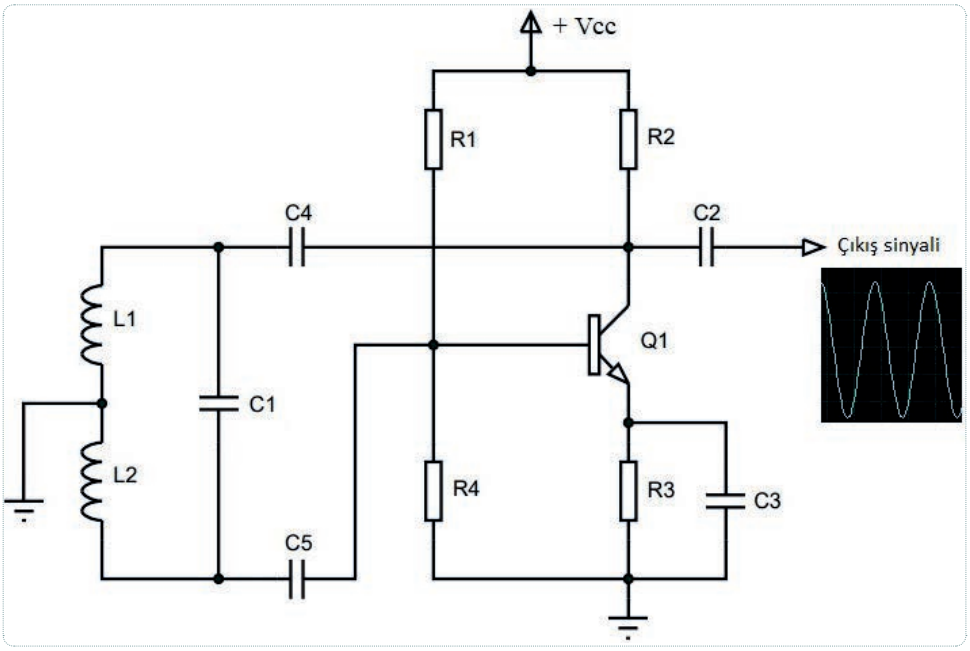


Şekil 2.29
a) Sönümsüz sinüzoidal sinyal
b) Sönümlü sinüzoidal sinyal

LC osilatörlerin bazıları şunlardır: Hartley osilatör, kolektör akortlu osilatör, tikler bobinli osilatör, colpits osilatör.

2.2.3.1. Hartley Osilatör

Hartley osilatörler, seri hartley ve paralel hartley osilatör olmak üzere ikiye ayrılır. Şekil 2.30'da seri hartley osilatörünün devre şekli gösterilmiştir.



Şekil 2.30: Seri hartley osilatör devresi

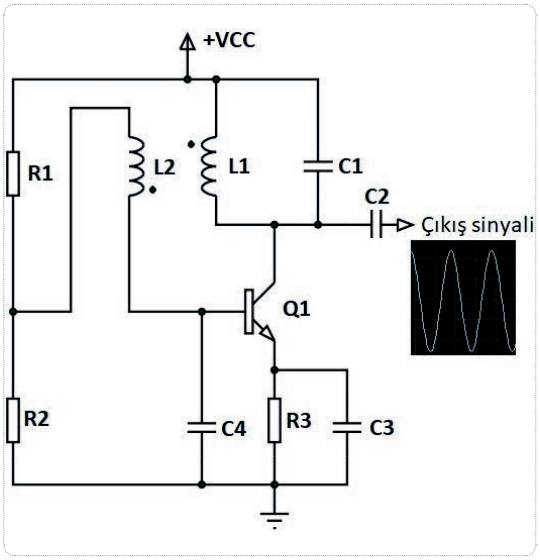
Bu devre ortak emiterli yükselteç devresi ve L_1, L_2 ve C_1 den oluşan tank devresi ile oluşturulmuştur. L_1, L_2 ve C_1 den oluşan tank devresi yükselteç çıkışından seri geri besleme yapılarak transistörün beyzine bağlanmıştır. C_4 üzerinden alınan geri besleme sinyali L_1 üzerinden L_2 ye 180° faz farkı olacak şekilde aktarılır. C_5 kondansatörü ile transistörün beyzine uygulanır. C_1 kondansatörü ayarlanarak çıkış sinyalinin frekansı belirlenir. Hartley osilatörün geniş bir çalışma frekansı vardır. Frekans ayarlanabilir olmasına rağmen çıkış sinyal genliğinde çok fazla bir değişim olmaz. Hartley osilatörün çıkış frekansı (f_r)

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C_1}}$$

formülü ile bulunur. Burada L_T olarak ifade edilen L_1, L_2 ve devrede iki ayrı bobin kullanılmışsa iki bobinin karşılıklı indüktansı olan L_M dikkate alınarak şu şekilde hesaplanır.

$$L_T = L_1 + L_2 + 2L_M$$

2.2.3.2. Kolektör Akortlu Osilatör



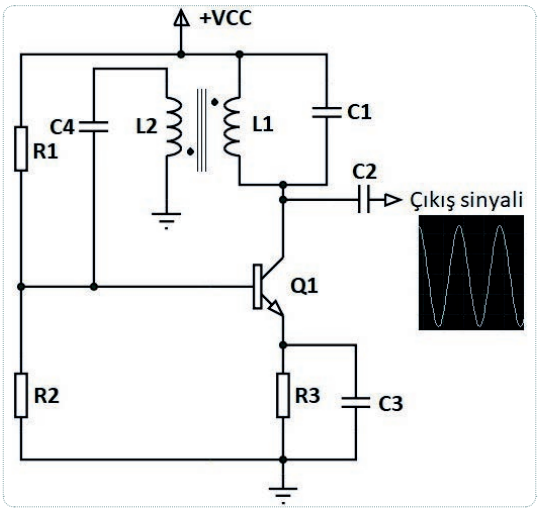
Şekil 2.31
Kolektörü akortlu osilatör devresi

Şekil 2.31'de gösterilen kolektör akortlu osilatör devresinde transistörün kolektöründe L_1 ve C_1'den oluşan tank devresi vardır. R_1 ve R_2 dirençleri gerilim bölücü dirençler olup C_4 ve C_3 kondansatörleri AC by-pass (köprüleme) kondansatörleridir. C_1 kondansatörünün L_1 üzerinden deşarjı ve şarjı sonucu L_1 ve L_2 bobini üzerinde sinüzoidal dalga oluşmaktadır. L_2 bobini üzerinden pozitif geri besleme sağlanarak osilatör devresinin çalışmasının sürekliliği sağlanmaktadır. L_1 ve C_1 elemanları osilatörün çalışma frekansını belirler. Osilatörün çalışma frekansı (f)

$$f = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L_1.C_1}}$$

formülü ile bulunur.

2.2.3.3. Tikler Bobinli Osilatör



Şekil 2.32
Tikler bobinli osilatör devresi

Şekil 2.32'de gösterilen tikler bobinli osilatör devresinde, transistörün kolektöründe transformatörün primer sargısı ve C_1 den oluşan tank devresi vardır. R_1 ve R_2 dirençleri gerilim bölücü dirençler olup C_3 kondansatörleri AC by-pass (köprüleme) kondansatörüdür. C_1 kondansatörünün primer sargısı üzerinden deşarjı ve şarjı sonucu sekonder sargısı, L_2 bobini üzerinde sinüzoidal dalga oluşmaktadır. L_2 bobini üzerinden pozitif geri besleme C_4 kondansatörü ile transistörün beyzine uygulanmıştır. L_1 ve C_1 elemanları osilatörün çalışma frekansını belirler. Osilatörün çalışma frekansı (f)

$$f = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L_1.C_1}}$$

formülü ile bulunur.

2.2.3.4. Colpits Osilatör

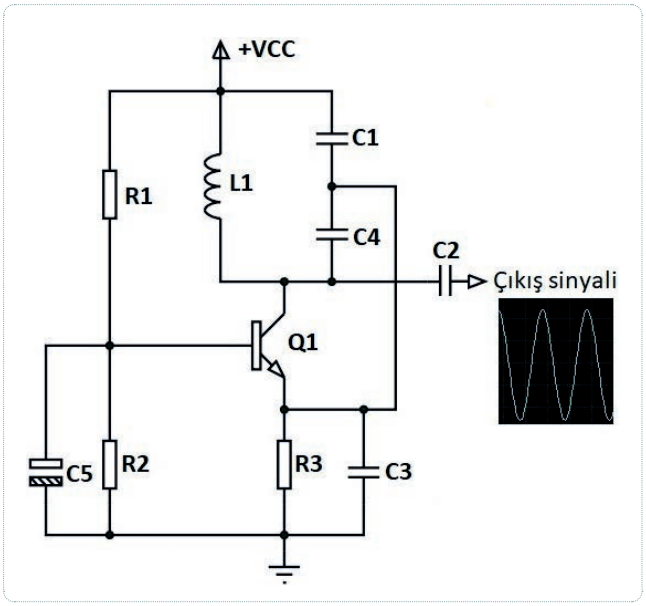
Şekil 2.33'te görülen colpits osilatör devresinde, C_1 ve C_4 gibi split (bölünmüş) kondansatörler bulunur. Split kondansatörler, colpits osilatörlerin en belirgin özelliğidir. Colpits osilatörün çalışma devamlılığı için C_4/C_1'in 1'den büyük olması gerekir. Bu oran 10'dan büyük olduğunda verimli sonuç elde edilir. Bu osilastörün tank devresini L_1, C_1 ve C_4 elemanları oluşturur. Burada, C_1 ve C_4 seri bağlı olduğundan toplam kapasitesi C_T hesaplanmalıdır. C_T şu formülle bulunur:

$$C_T = \frac{C_1 . C_4}{C_1 + C_4}$$

Colpits osilatörün çalışma frekansını C_T kondansatörü ve bobin belirler. Frekans şu formülle bulunur:

$$f = \frac{1}{2\pi . \sqrt{L.C_T}}$$

C_1 ve C_4 kondansatörlerinin birleştiği noktadan, transistörün emiterine geri besleme yapılmıştır. Transistörün beyzine giriş sinyali uygulanmadığı için emiterden giren sinyali, kolektörden aynen çıkar. Emiter ile kolektör arasında faz farkı yoktur.



Şekil 2.33: Colpits osilatör devresi

2.2.4. Multivibratör

Devre dışından veya kendi devresinden aldığı tetikleme sinyaline göre, hızlı bir şekilde durum değiştiren devrelere **multivibratör** denir. Multivibratör, dijital elektronik devrelerinde kare dalga üreticisi, zamanlayıcı, hafıza elemanı olarak kullanılır. Multivibratör, hafıza elemanı olarak kullanılacaksa **"flip-flop"** olarak isimlendirilir. Multivibratör üçe ayrılır: Astable [esteybıl, (kararsız)] multivibratör, bistable [bisteybıl, (çift kararlı)] multivibratör, monostable [monosteybıl, (tek kararlı)] multivibratör.

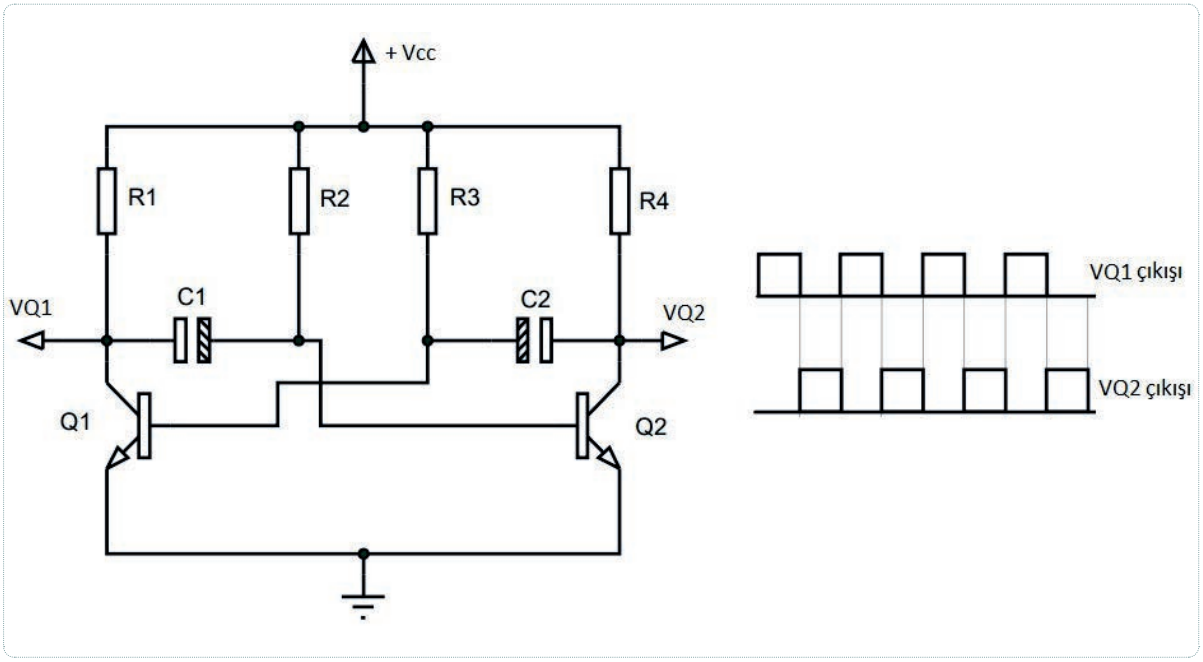
2.2.4.1. Astable Multivibratör (Kararsız Multivibratör)

Astable [esteybıl, (kararsız)] multivibratör devrelerde, DC besleme gerilimi verildiğinde çıkıştan belirli frekansta kare dalga görülür. Kararsız olmasından dolayı, çıkışın 0 volt (lojik 0) veya çıkışın $+V_{CC}$ (lojik 1) mi olacağına karar veremez ve bu iki durum arasında sürekli değişir. Şekil 2.34'te görülen transistörlü astable multivibratör, devresine enerji verildiği andan itibaren çalışmaya başlar ve çıkışlarından kare dalga üretir. Bu devrenin iki adet çıkışı vardır. Herhangi bir anda çıkışlardan biri 0 volt (lojik 0) seviyesinde iken diğer çıkış $+V_{CC}$ gerilim kaynağı (lojik 1) seviyesindedir. Her iki çıkıştan da kare dalga üretilir.

Şekil 2.34'te verilen devreye DC gerilim uygulandığında, ilk anda Q_1 transistörünün kesimde ve Q_2 transistörünün iletimde olduğu kabul edilir. Bu esnada C_1 kondansatörü deşarj ve C_2 kondansatörü şarj olmuş durumdadır. Bu aşamadan sonra C_1 kondansatörü R_1 direnci üzerinden şarja, C_2 kondansatörü R_3 direnci üzerinden deşarja başlayacaktır. Bir süre sonra C_2 kondansatörü Q_1 transistörünü iletime geçecek şekilde deşarj, C_1 kondansatörü Q_2 transistörünü kesime götürecek şekilde şarj olacaktır. Q_1 transistörü doyuma, Q_2 transistörü kesime gidecektir. Bu yeni durumda C_1 kondansatörü R_1 direnci üzerinden deşarja, C_2 kondansatörü R_4 direnci üzerinden şarja başlayacaktır. Bir süre sonra C_1 kondansatörü Q_2 transistörünü doyuma götürecek şekilde deşarj, C_2 kondansatörü Q_1 transistörünü kesime girecek şekilde şarj olacaktır. Bu durum DC besleme gerilimi olduğu sürece devam edecektir.

Transistörlerin iletimde olma süreleri kondansatörlerin deşarj sürelerine bağlıdır. Astable multivibratörün osilasyon periyodu,

$T = 0.7\ (R_3.C_2 + R_2.\ C_1)$ süresi ile belirlenir.

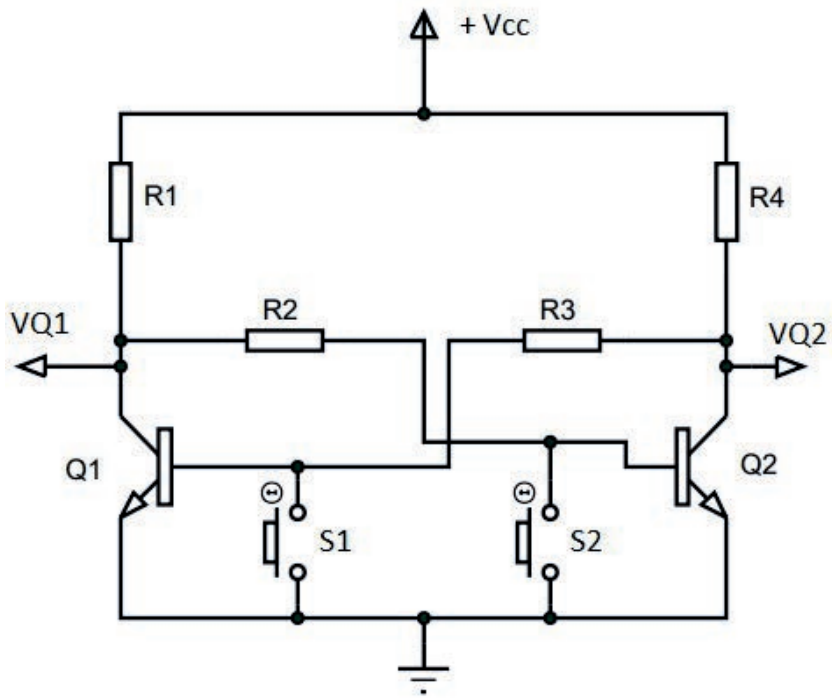


Şekil 2.34: Transistörlü astable multivibratör devresi

2.2.4.2. Bistable Multivibratör (Çift Kararlı Multivibratör)

Dışarıdan bir tetikleme sinyali gelmediği sürece durumlarını koruyan devrelere **bistable bistable [bisteybıl, (çift kararlı)] multivibratör** adı verilir. Bu devrelerde, hangi girişten anlık kare dalga **(pals)** uygulanırsa o girişe ait transistörün çıkış gerilimi 0 volt (lojik 0) seviyesine düşer. Diğer transistörün kolektör gerilimi +Vcc besleme geriliminde (lojik 1) kalır. Devre bir başka anlık kare dalga pals uygulanana kadar bu konumunu korur.

Şekil 2.35'te gösterilen transistörlü bistable multivibratör devresinde, S_1 butonuna basılınca Q_1 transistörünün beyzine negatif tetikleme sinyali verilmiş olur. Q_1 transistörü kesime, Q_2 transistörü doyuma geçecektir. Bu durumda çıkışlar, V_{Q2} çıkışı, 0 volt ve V_{Q1} çıkışı, $+V_{CC}$ olacaktır. Çıkışlar, bir sonraki tetikleme sinyaline kadar bu durumlarını koruyacaktır. Devrenin konumunu değiştirmek için S_2 butonuna basılırsa Q_2 transistörünün beyzine negatif tetikleme sinyali uygulanır. Bu durumda Q_1 transistörü kesime, Q_2 transistörü doyuma gideceğinden, çıkışlar durum değiştirerek V_{Q2} çıkışı, $+V_{CC}$ ve V_{Q1} çıkışı, 0 volt olacaktır. Bir sonraki tetikleme sinyaline kadar çıkışlar bu durumlarını koruyacaktır.

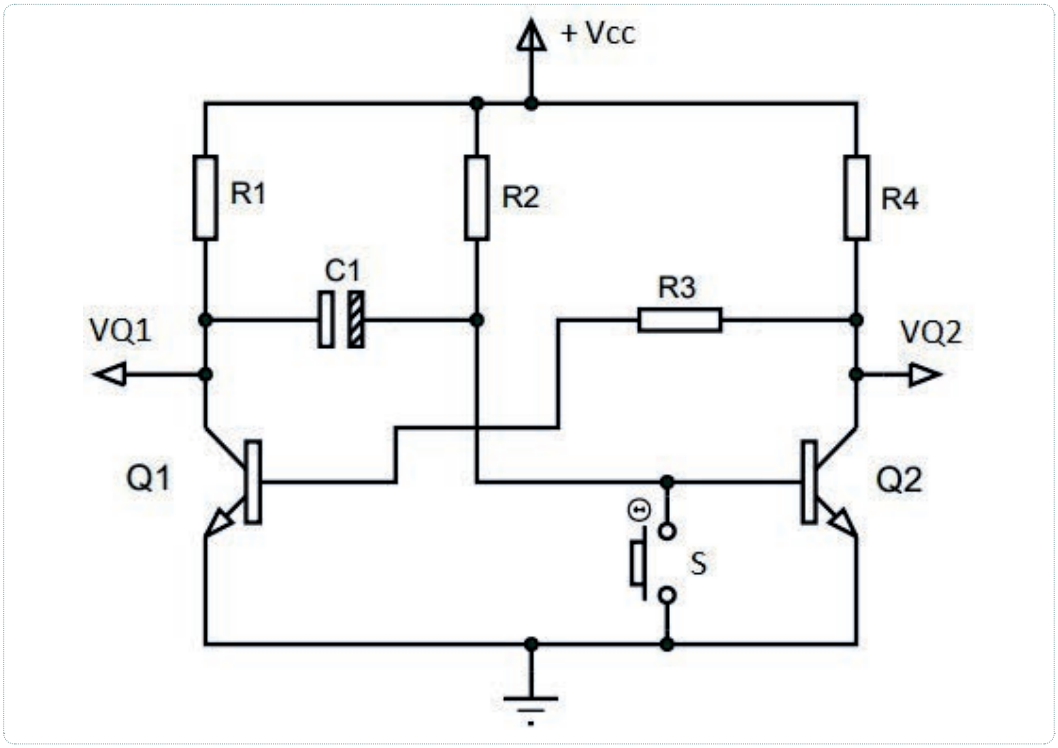


Şekil 2.35: Transistörlü bistable multivibratör devresi

2.2.4.3. Monostable Multivibratör (Tek Kararlı Multivibratör)

Monostable [monosteybıl, (tek kararlı)] multivibratör girişine tetikleme sinyali uygulandığında durum değiştiren zamanlama elemanlarının belirledikleri sürece yeni durumunu koruyan ve belirlenen süre sonunda tekrar ilk durumuna dönen multivibratör devredir.

Şekil 2.36'da gösterilen transistörlü monostable multivibratör devresine dışarıdan herhangi bir tetikleme palsi verilmediği sürece Q_1 kesimde, Q_2 iletimdedir. S butonuna basılınca Q_2 transistörünün beyzine negatif bir tetikleme sinyali uygulanmış olur. Q_2 transistörü kesime, Q_1 transistörü doyuma geçecektir. Bu durumda çıkışlar V_{Q1} çıkışı = 0 volt (lojik 0) ve V_{Q2} çıkışı = $+V_{CC}$ (lojik 1) olacaktır. C_1 kondansatörü önce deşarj olur, sonra Q_2 transistörünü iletime geçirinceye kadar şarj olur. Bu duruma kadar V_{Q1} çıkışı = 0 volt (lojik 0) da kalmaya devam edip Q_2 iletime geçince V_{Q1} çıkışı = $+V_{CC}$ (lojik 1) olacaktır.



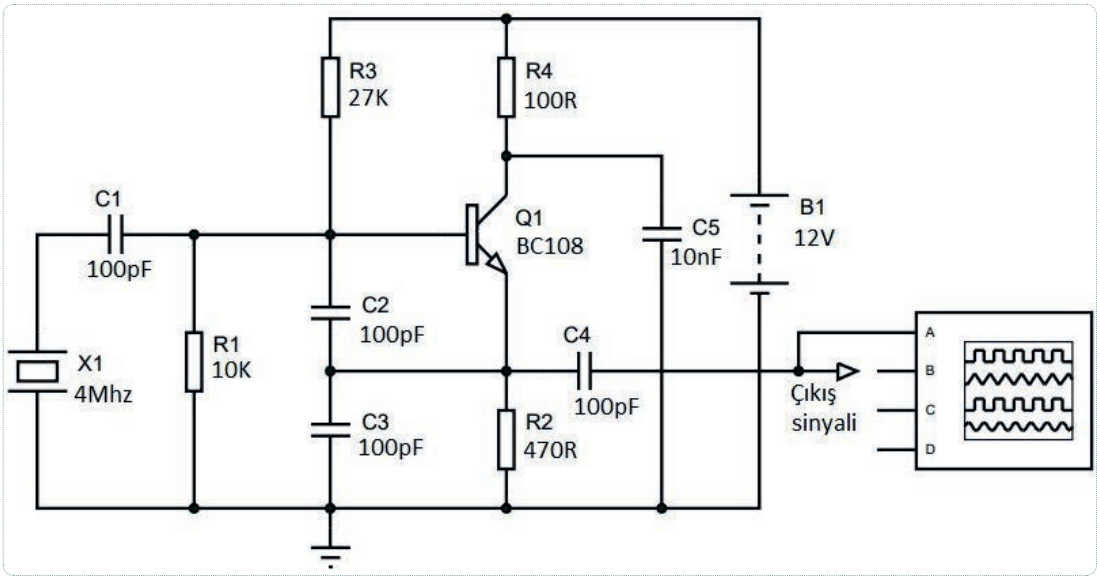
Şekil 2.36: Transistörlü monostable multivibratör devresi

süre: 2 ders saati

2.10. UYGULAMA: KRİSTAL OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Kristal osilatör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.37: Kristal osilatör uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

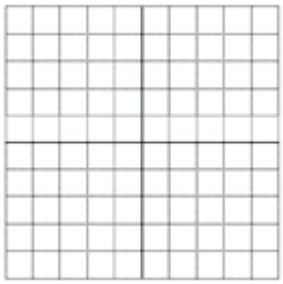
Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 108	1 Adet
Direnç	10 KΩ, 27 KΩ, 100 Ω, 470 Ω	4 Adet
Kondansatör	4x 100 pF, 10 nF	5 Adet
Kristal	4 MHz , 1 MHz	2 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.

uygulama sayfası

2. Şekil 2.37'de verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Çıkış sinyali ucunu osiloskobun A kanalına bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinüzoidal sinyali aşağıda verilen Şekil 2.38 üzerine çiziniz.
6. Güç kaynağının enerjisini kesiniz.
7. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
8. Ölçülen ve hesaplanan değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Şekil 2.38
Osiloskop ekranı görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Osilatör çıkış frekansında ölçülen değer ile kristal üzerinde yazan frekans değeri aynı mı? Aynı değilse sebebi ne olabilir? Kısaca açıklayınız.

2. 4 MHz yerine 1 MHz kristal takılırsa çıkış sinyali 1 MHz oluyor mu?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

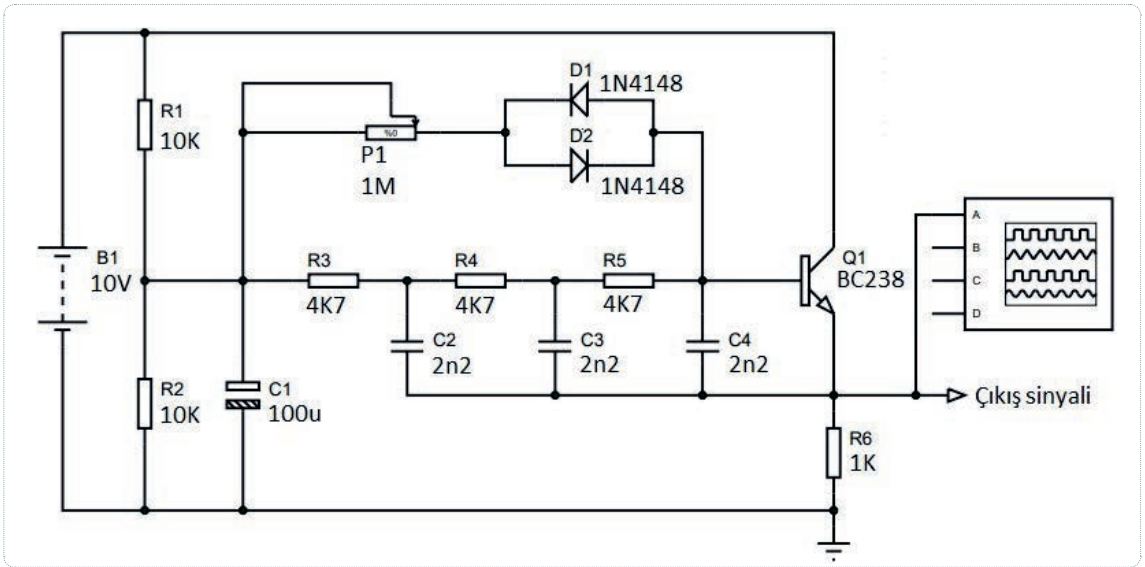
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27829

süre: 2 ders saati

2.11. UYGULAMA: RC OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: RC osilatör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.39: RC osilatör uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BC 238	1 Adet
Direnç	2x 10 KΩ, 3x4.7 KΩ, 1 KΩ	6 Adet
Kondansatör	3x 2.2 nF, 100 uF	4 Adet
Diyot	2x 1N4148	2 Adet
Potansiyometre	1 MΩ	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

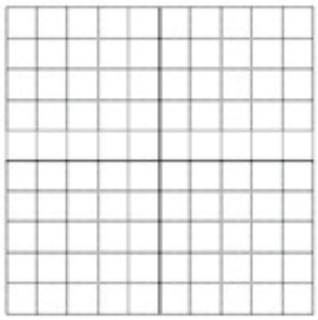
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.

uygulama sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27829

2. Şekil 2.39'da verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Çıkış sinyali ucunu osiloskobun A kanalına bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız. Güç kaynağı gerilimini 10 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinüzoidal sinyali aşağıda verilen Şekil 2.40 üzerine çiziniz
6. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
7. RC osilatör devresinin frekansını $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$ formülünü kullanarak hesaplayınız.
8. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
9. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Şekil 2.40
Osiloskop ekranı görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

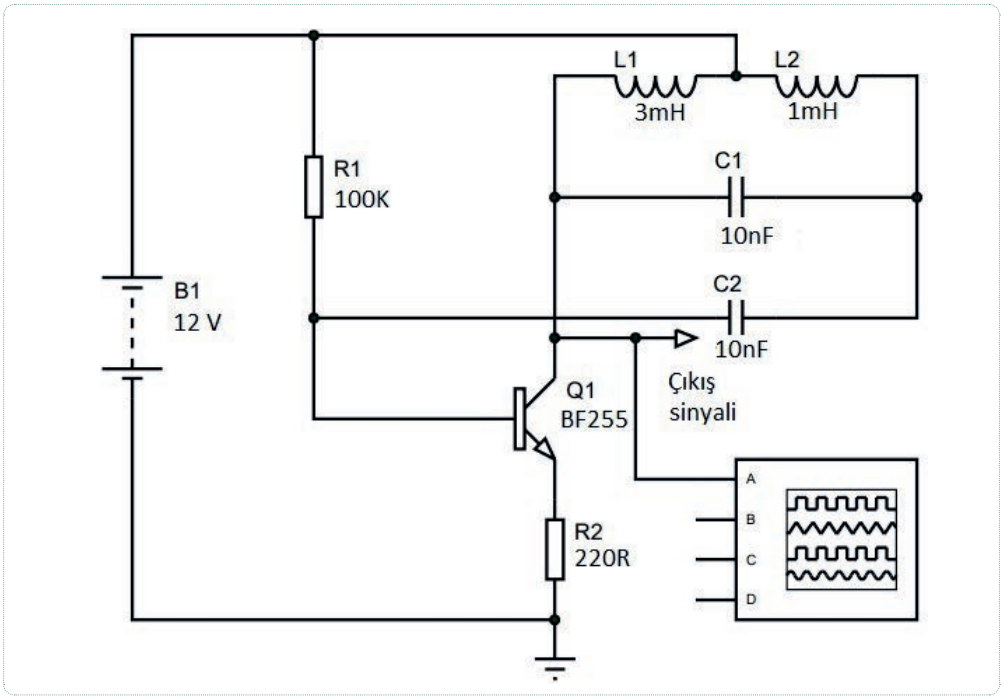
1. Osilatör çıkış frekans değeri ile hesaplanan frekans değeri aynı mı? Aynı değilse sebebi ne olabilir?
2. R_3, R_4, R_5 direnç değerlerini 10 KΩ olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?
3. Sadece R_3 direncini 10 KΩ olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.12. UYGULAMA: HARTLEY OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Hartley osilatör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



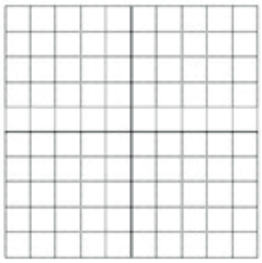
Şekil 2.41: Hartley osilatör uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	BF 255	1 Adet
Direnç	100 KΩ, 220 Ω	2 Adet
Kondansatör	2x 10 nF	2 Adet
Bobin	3 mH, 1 mH	2 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.41'de verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Çıkış sinyali ucunu osiloskobun A kanalına bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinüzoidal sinyali aşağıda verilen Şekil 2.42 üzerine çiziniz.
6. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
7. Hartley osilatör devresinin frekansını hesaplayınız. $f_r = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_T C_1}}$ formülünü kullanarak
8. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
9. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Şekil 2.42
Osiloskop ekranı görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

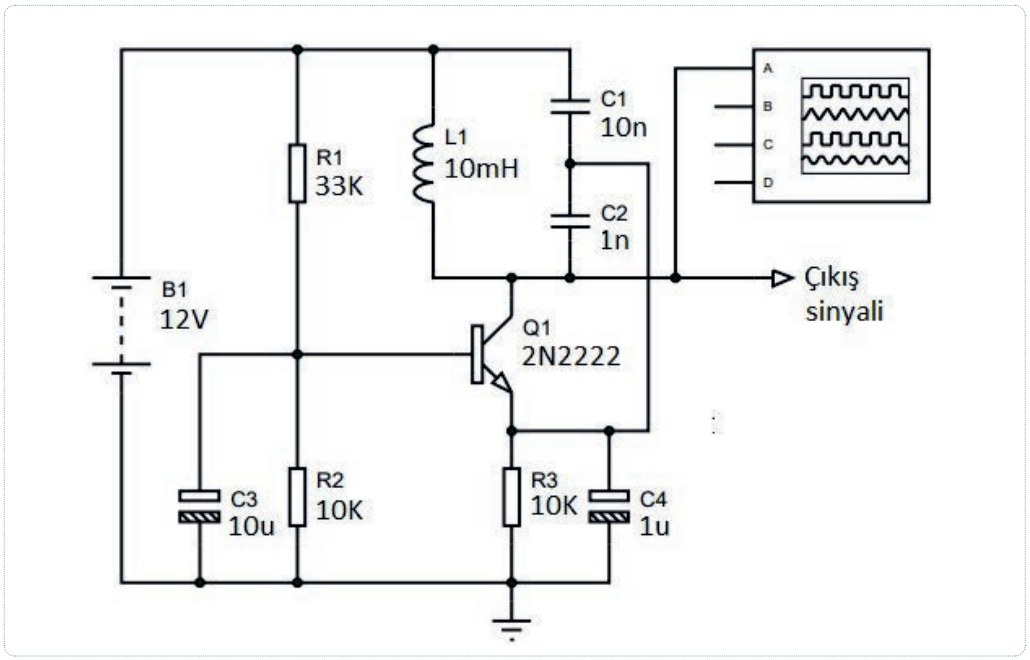
1. Osilatör çıkış frekans değeri ile hesaplanan frekans değeri aynı mı? Aynı değilse sebebi ne olabilir?
2. C_1 kondansatör değerini 22 nF olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?
3. Sadece C_2 kondansatör değerini 22 nF olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.13. UYGULAMA: COLPİTS OSİLATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Colpits osilatör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.43: Colpits osilatör uygulama devresi

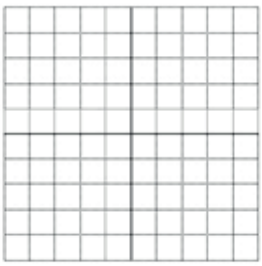
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	2N 2222	1 Adet
Direnç	33 KΩ, 2x10 KΩ	3 Adet
Kondansatör	10 nF, 1 nF, 1 uF, 10 uF	4 Adet
Bobin	10 mH	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.

2. Şekil 2.43'te verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Çıkış sinyali ucunu osiloskobun A kanalına bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız. Güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinüzoidal sinyali aşağıda verilen Şekil 2.44 üzerine çiziniz.



Şekil 2.44
Osiloskop ekranı görüntüsü

6. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
7. Colpits osilatör devresinin frekansını $f = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L.C_T}}$ formülünü kullanarak hesaplayınız.
8. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
9. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Osilatör çıkış frekans değeri ile hesaplanan frekans değeri aynı mı? Aynı değilse sebebi ne olabilir?
2. C_1 kondansatör değerini 10 nF olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?
3. L_1 bobininin değerini 5 mH olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?

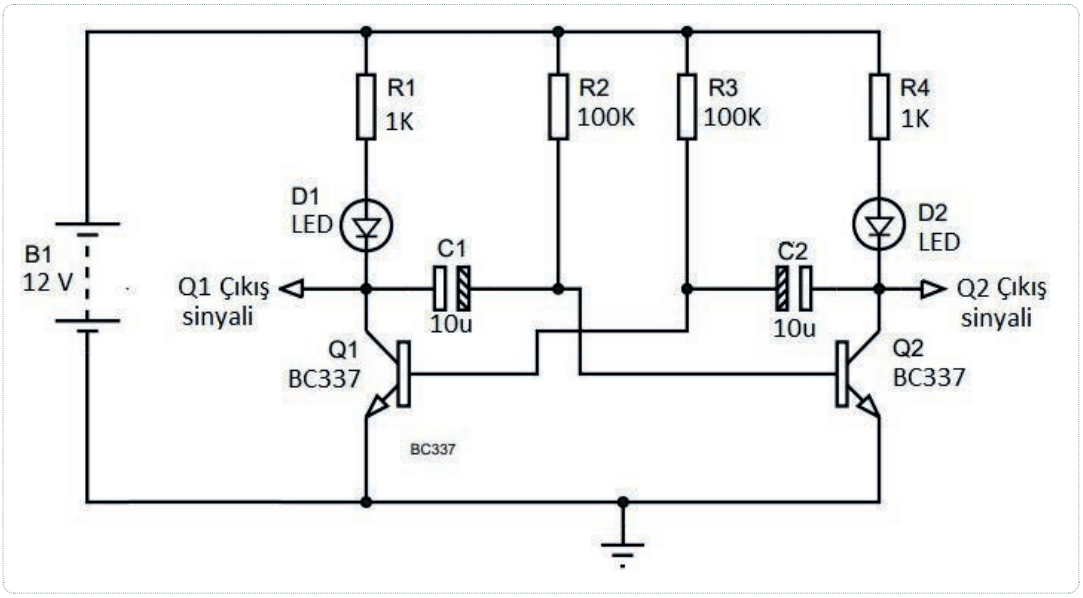
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35222

2.14. UYGULAMA: ASTABLE MULTİVİBRATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Astable multivibratör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.45: Astable multivibatör uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

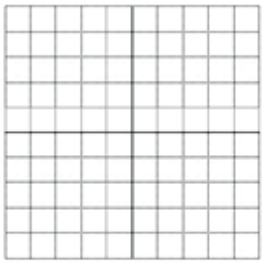
Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	2x BC 337	2 Adet
Direnç	2x 1 KΩ, 2x 100 KΩ	4 Adet
Kondansatör	2x 10 uF	2 Adet
LED	Çeşitli renklerde	2 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35222

2. Şekil 2.45'te verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Q_1 çıkış sinyali ucunu osiloskobun A kanalına, Q_2 çıkış sinyali ucunu osiloskobun B kanalına bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız. Güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinüzoidal sinyali aşağıda verilen Şekil 2.46 üzerine çiziniz.
6. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
7. Astable multivibratör devresinin periyodunu $\mathbf{T = 0{,}7\ (R_3 \cdot C_2 + R_2 \cdot C_1)}$ formülü, frekansını ise $f = \frac{1}{T}$ formülünü kullanarak hesaplayınız.
8. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
9. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Şekil 2.46
Osiloskop ekranı görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler Değerlendirmeler

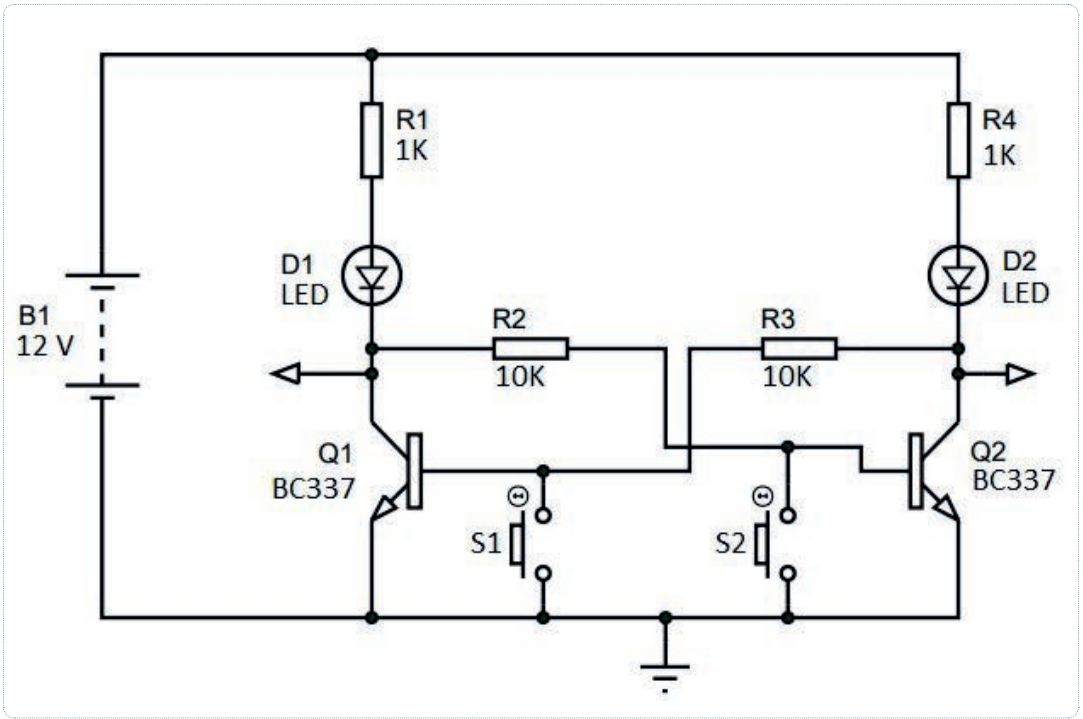
1. Osilatör çıkış frekans değeri ile hesaplanan frekans değeri aynı mı? Aynı değilse sebebi ne olabilir?
2. C_1 kondansatör değerini 100 uF olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?
3. R_2 direnç değerini 10 KΩ olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2.15. UYGULAMA: BİSTABLE MULTİVİBRATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Bistable multivibratör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.47: Bistable multivibatör uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	2x BC 337	2 Adet
Direnç	2x 1 KΩ, 2x 10 KΩ	4 Adet
LED	Çeşitli renklerde	2 Adet
Buton	Tact [takt, (ince)]	2 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27832

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27832

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.47'de verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. S_1 butonuna basınız. Hangi LED'in ışık verdiğini gözlemleyiniz.
5. S_2 butonuna basınız. Hangi LED'in ışık verdiğini gözlemleyiniz.
6. Butonlara uzun bir süre basmayıp hangi LED'in ışık vermeye devam ettiğini gözlemleyiniz.
7. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
8. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
9. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devreye DC gerilim kaynağı bağlanıp ilk enerji verildiğinde iki LED aynı anda ışık veriyor mu? İki LED aynı anda ışık veriyorsa sebebi ne olabilir?

2. R_2 direnç değerini 47 KΩ olarak değiştirilip, S_1 butonuna basıldığında LED'in yaydığı ışık azalıyor mu? Azalmıyorsa sebebi nedir?

3. R_3 direnç değerini 47 KΩ olarak değiştirilip, ve S_2 butonuna basıldığında LED'in yaydığı ışık azalıyor mu? Azalmıyorsa sebebi nedir?

uygulama sayfası

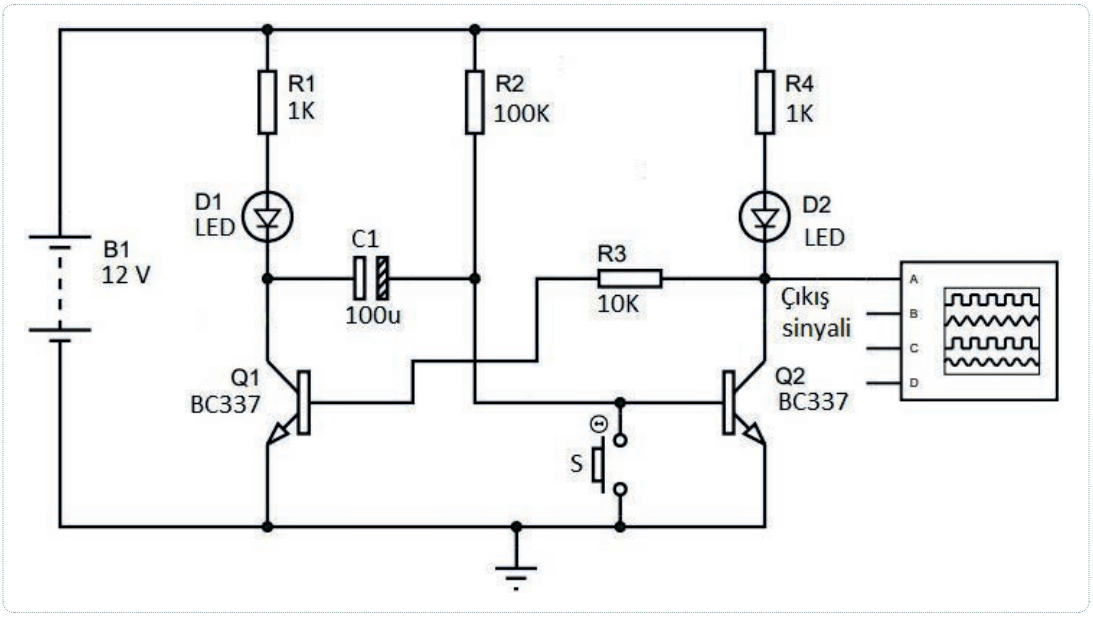
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27833

2.16. UYGULAMA: MONOSTABLE MULTİVİBRATÖR DEVRESİ YAPIMI VE SİNYAL ÖLÇÜMÜ

Amaç: Monostable multivibratör devresi yaparak çıkış sinyalinin frekansını ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 2.48: Monostable multivibatör uygulama devresi

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 V / 12 V	1 Adet
Transistör	2x BC 337	2 Adet
Direnç	2x 1 KΩ, 100 KΩ, 10 KΩ	4 Adet
Kondansatör	100 uF	1 Adet
LED	Çeşitli renklerde	2 Adet
Buton	Tact [takt, (ince)]	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27833

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sigorta ve prizleri kontrol ediniz. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Şekil 2.48'de verilen uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Q_2 sinyal çıkış ucunu osiloskobun A kanalına bağlayınız.
4. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volt değerine getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Başlangıçta hangi LED ışık veriyor gözlemleyiniz.
6. S butonuna basıp bırakınız, LED'lerin durumda nasıl değişiklik olduğunu inceleyiniz.
7. S butonuna basıp bıraktıktan sonra LED'lerin ne kadar sürede eski hâline geldiğini osiloskop ekranından gözlemleyiniz ve frekansını ölçünüz.
8. Boşta çalışmaması için güç kaynağının enerjisini kesiniz.
9. Monostable multivibratör devresinin periyodunu $\mathbf{T = 0{,}7\ (R_2 \cdot C_1)}$ formülünü, frekansını ise $f = \frac{1}{T}$ formülünü kullanarak hesaplayınız.
10. İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
11. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Osilatör çıkış frekans değeri ile hesaplanan frekans değeri aynı mı? Aynı değilse sebebi ne olabilir?
2. C_1 kondansatör değerini 10 uF olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?
3. R_2 direnç değerini 10 KΩ olarak değiştirilirse çıkış frekansı nasıl değişir?

uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Transistör ölçerken beyz ucu dijital avometrenin siyah probuna denk geliyorsa transistör PNP tipidir.
2. (….) Transistör ölçerken beyz ucu analog avometrenin siyah probuna denk geliyorsa transistör NPN tipidir.
3. (….) Transistörü iletime geçebilmesi için Beyz –Emiter arasınının ters kutuplanması gerekir.
4. (….) Kolektörü ortak yükselteçte transistörün kolektörü DC yönden şasededir.
5. (….) Beyzi ortak yükselteç devresinde giriş ve çıkış sinyali arasında faz farkı yoktur.
6. (….) Osilatör devreleri sadece kare dalga üretirler.
7. (….) Transistörlü RC faz kaymalı osilatör devresinde frekansı tank devresi belirler.
8. (….) Astable multivibratör devresinin çıkışında sinüzoidal sinyal görülür.
9. (….) Bistable multivibratör devresinin girişine tetikleme sinyali uygulandığında çıkış durumunu korur.
10. (….) Monostable multivibratör devresi girişine tetikleme sinyali uygulandığında çıkış durumu değişir.

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

11. İki P tipi madde arasına N tipi madde koyularak elde edilen yarı iletken devre elemanı aşağıdakilerden hangisidir?

A) NPN Diyot B) NPN Transistör C) PNP Transistör D) PNP Diyot E) PNP Yükselteç

12. Girişine uygulanan zayıf sinyalleri yükselterek çıkışına aktaran devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Akım B) Anahtarlama C) Sinyal D) Transistör E) Yükselteç

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

13. Bir transistörün beyzinden geçen akım 0,2 mA, kolektörden geçen akım 20 mA olduğuna göre β (beta) akım kazancı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 50 B) 90 C) 100 D) 120 E) 150

14. Aşağıdakilerden hangisi transistörlü yükselteç çeşitlerinden biridir?

A) Kolektörü ortak
B) Beyzi çıkış
C) Akımı ortak
D) Gerilimi ortak
E) Emiteri çıkış

15. Girişteki sinyali 180 derece tersleyip yükselterek çıkışa aktaran devre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kolektörü ortak
B) Beyzi ortak
C) Emiteri ortak
D) Gerilimi ortak
E) Emiteri çıkış

16. Ayarlanan frekansın sabit kalması için tasarlanan osilatör devresi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Faz kaymalı
B) Kristal
C) LC
D) LR
E) RC

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

17. Düşük frekanslar için 60° lik faz kaymaları ile tasarlanan osilatör devresi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Faz geçmeli
B) Kondansatörlü
C) Kristal
D) LC
E) RC

18. İki bobin ve bir kondansatöre sahip tank devresi ile tasarlanan osilatör devresi aşağıdakilerden hangisidir?

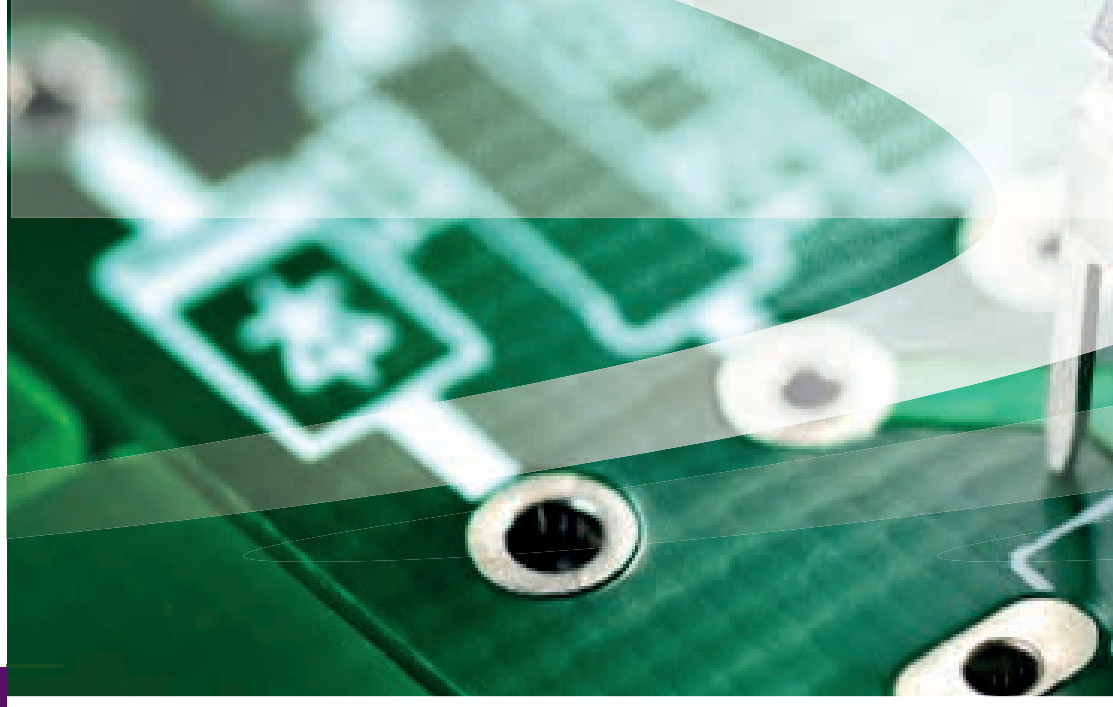
A) Colpits
B) Hartley
C) Kolektörü akortlu
D) Kristal
E) RC

19. İki kondansatör ve bir bobine sahip tank devresi ile tasarlanan osilatör devresi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Colpits
B) Faz kaymalı
C) Hartley
D) Kolektörü akortlu
E) Kristal

20. Transistörlü RC faz kaymalı osilatör devresinde üç tane RC faz kaydırma bloğu varsa, her bloğun faz kaydırma açısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 30° B) 60° C) 90°
D) 120° E) 180°



3. ÖĞRENME BİRİMİ

İŞLEMSEL YÜKSELTEÇLER VE ENTEGRELER

analog elektronik atölyesi

Konular

3.1. İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ PARAMETRELERİNİ ÖLÇEREK KATALOG DEĞERLERİNİ KARŞILAŞTIRMA

3.2. İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ DEVRELERİNİ TASARLAMA

3.3. ENTEGRE DEVRE

Temel Kavramlar ve Terimler

İşlemsel yükselteç, entegre, gerilim, integratör, diferansiyatör (türev alıcı).

Öğrenme Birimi Açıklaması

Bu öğrenme birimi; genlik modülasyonu, frekans modülasyonu ve darbe modülasyonu ile ilgili konuları ve uygulamaları içermektedir. Ayrıca bu öğrenme biriminde modülasyon ve çeşitleri ile ilgili bilgiler verilecektir.

Hazırlık Çalışmaları

1. **İşlemsel yükselteçler günlük hayatta nerelerde kullanılıyor olabilir? Araştırınız.**
2. **İşlemsel yükselteç devrelerinde hangi malzemeler kullanılıyor olabilir?**

3.1. İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ PARAMETRELERİNİ ÖLÇEREK KATALOG DEĞERLERİNİ KARŞILAŞTIRMA

Günümüz elektronik sistemlerinde kullanılan sinyaller genel olarak günlük yaşamda kullanılan bilgilerden veya işaretlerden üretilir. Bu işaretleri elektronik sistemlerde kullanmak için yükseltme işlemine tabi tutmak gerekir. Bu yükseltme işlemleri Op-amp adı verilen işlemsel yükselteçlerle yapılır.

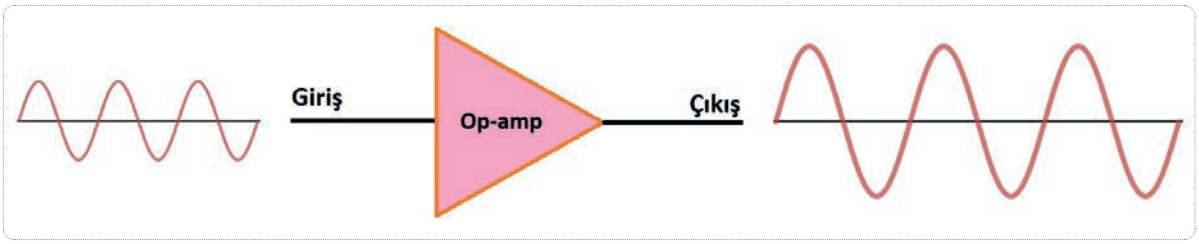
3.1.1. İşlemsel Yükselteç Entegre Tipleri

Günümüzde çeşitli tiplerde işlemsel yükselteçler vardır. Bu yükselteçler arasında en yaygın kullanılan ise 741 işlemsel yükselteç entegresidir. Bununla birlikte 301, 308, 386 entegreleri ile birçok Op-amp farklı amaçlar için kullanılmaktadır.

Genel İşlemsel Yükselteç (Operational Amplifiers (Op-amp))

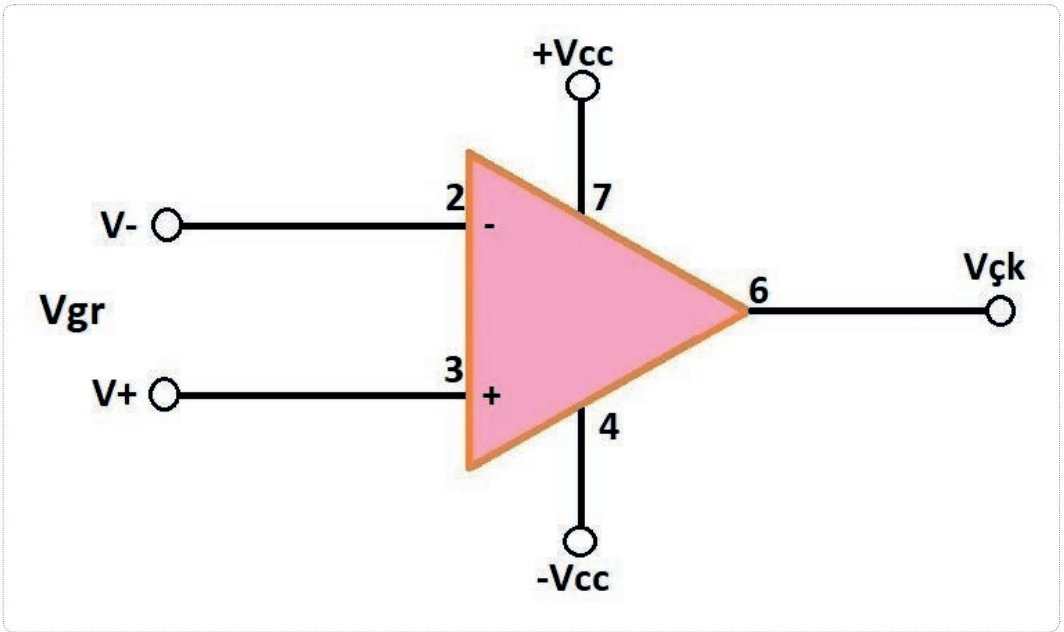
Elektronik sistemlerde işlenecek bilgiler ile sinyallerin çoğu düşük genlikli ve zayıf sinyallerdir. Bu sinyalleri elektronik sistemlerde yükseltmek veya belirli işlemlere tabi tuturak değiştirmek gerekebilir. Op-amp'la çok çeşitli matematiksel işlemler yapılır. Bunlar; dört işlem, türev, integral ve logaritma alma gibi analog bilgisayar mantığındaki işlemlerdir. Bu işlemleri işlemsel yükselteçle yapmak mümkündür.

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi girişine uygulanan sinyali yükselterek çıkışa verir.



Şekil 3.1: Op-amp sembolü ve yükseltme işlemi

Şekil 3.2'de genel Op-amp'ın sembolü ve besleme bağlantıları verilmiştir. Tablo 3.1'de Op-amp'ın bağlantı uçları ve görevleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Op-amp sembolü, giriş, çıkış ve besleme bağlantıları

Tablo 3.1: Op-amp Bağlantı Uçları ve Görevi

Bağlantı Uçları	Görevi
Vgr	Op-amp'ın giriş ucu (Sinyal giriş ucu).
Vçk	Op-amp'ın çıkış ucu (Sinyal çıkış ucu).
V- (Eviren Giriş)	Bu girişten uygulanan sinyal Op-amp tarafından **ters çevrilerek** çıkışa aktarılır.
V+ (Evirmeyen Giriş)	Bu girişten uygulanan sinyal Op-amp tarafından **çevrilmeden** çıkışa aktarılır.
+Vcc (Pozitif Besleme)	Op-amp'ın pozitif enerji besleme ucudur.
-Vcc (Negatif Besleme)	Op-amp'ın negatif enerji besleme ucudur.

Elektronikte ihtiyaca göre farklı yükselteç türleri kullanılmaktadır.

- Ses yükselteçleri
- Radyo frekans yükselteçleri
- Video yükselteçleri
- Enstrümantasyon yükselteçleri
- Ultrasonik yükselteçler

- Geniş band yükselteçleri
- Düşük frekans yükselteçleri
- Küçük sinyal yükselteçleri
- Büyük sinyal yükselteçleri

3.1.2. Genel Op-amp'ın Özellikleri

Op-amp'ların giriş-çıkış empadansı, kazancı ve bant genişliği gibi özellikleri vardır.

3.1.2.1. Op-amp'ın Giriş Empedansı (Giriş Direnci)

Op-amp'ların giriş direnci çok yüksektir. Op-amp'lar, girişine bağlanan devreden düşük akım çeker. Girişene uygulanan devreye az güç harcattığı için yormaz. Böylece giriş sinyallerindeki bozulma daha az olur.

3.1.2.2. Op-amp'ın Çıkış Empedansı (Çıkış Direnci)

Op-amp'ın çıkış direnci çok düşüktür. Bundan dolayı çıkışa verebilecekleri güç daha fazladır. Op-amp'ın verebileceği güç besleme kaynağının gücünden fazla olamaz.

3.1.2.3. Op-amp'ın Kazancı

Op-amp'ın kazancı, girişine uygulanan sinyalin çıkışta ne kadar arttığını belirten bir katsayıdır.

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Çıkış Değeri}}{\text{Giriş Değeri}}$$

1. Örnek

Bir Op-amp'ın girişine genliği 2 volt olan bir sinyal uygulanıyor. Op-amp'ın çıkışından 4 volt genlikte bir sinyal alınıyor ise Op-amp'ın kazancı kaçtır?

Çözüm

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Çıkış Değeri}}{\text{Giriş Değeri}} \rightarrow \text{Kazanç} = \frac{4}{2} = 2 \text{ bulunur.}$$

2. Örnek

Bir Op-amp'ın girişine genliği 1,5 volt olan bir sinyal uygulanıyor. Op-amp'ın çıkışından 9 volt genlikte bir sinyal alınıyor ise Op-amp'ın kazancı kaçtır?

Çözüm

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Çıkış Değeri}}{\text{Giriş Değeri}} \rightarrow \text{Kazanç} = \frac{9}{1{,}5} = 6 \text{ bulunur.}$$

3. Örnek

Bir Op-amp'ın girişine genliği 0,5 volt olan bir sinyal uygulanıyor. Op-amp'ın çıkışından 2 volt genlikte bir sinyal alınıyor ise Op-amp'ın kazancı kaçtır?

Çözüm

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Çıkış Değeri}}{\text{Giriş Değeri}} \rightarrow \text{Kazanç} = \frac{2}{0{,}5} = 4 \text{ bulunur.}$$

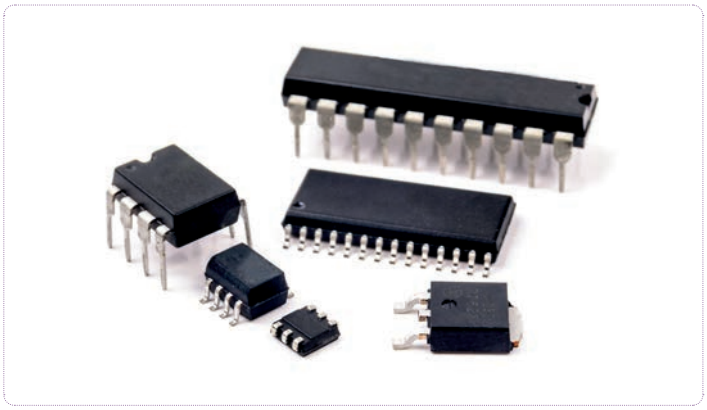
3.1.2.4. Op-amp'ın Çalışma Frekansı

Op-amp'lar çok yüksek bant genişliğine sahiptir. Op-amp, 1 Hz ile 1 MHz arasında çalışabilir.

3.1.3. Op-amp Entegre Çeşitleri

Op-amp bir entegre kılıf içeresinde transistör, direnç, kondansatör gibi devre elemanlarının birleştirilmesi ile oluşur. En yaygın Op-amp entegresi, 741 serisidir. Bunun yayında kullanım alanına göre binlerce entegre piyasada mevcuttur (201, 301, 308, 351, 356, 358, 386, 3900 vb.).

Görsel 3.1'de çeşitli Op-amp entegre kılıf tipleri görülmektedir.



Görsel 3.1
Çeşitli Op-amp entegreleri

3.1.4. Op-amp Entegresi Katalog Okuma

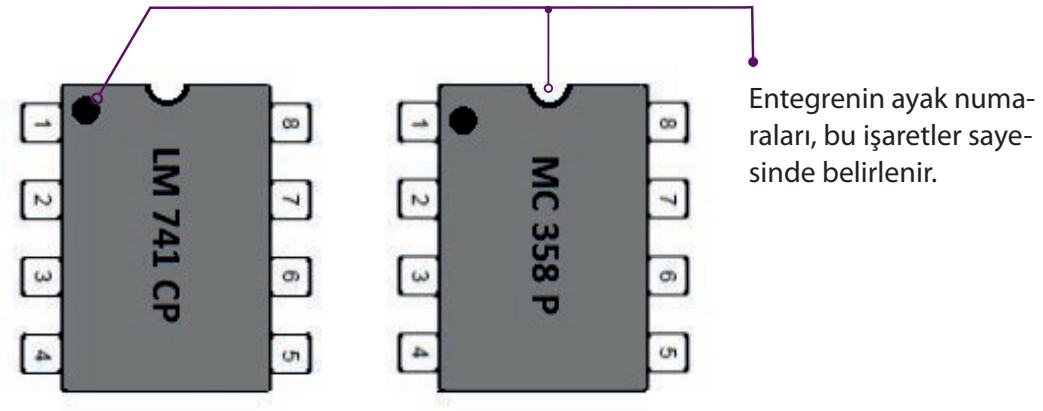
Op-amp entegreleri, kullanım alanına göre piyasada çok fazla üretilmektedir. Op-amp entegreleri 5, 8 ve 16 bacaklı olmak üzere çeşitli tiplerde üretilir. Entegrelerin kullanım amaçlarını gösteren katalog bilgileri refarans olması bakımından çok önemlidir. Özellikle çalışılan alan için gerekli özellikleri karşılaması gerekir. Örneğin 500 mW güç gerektiren bir sistemde 500 mW güç sağlayabilecek Op-amp tercih edilmesi daha doğru olacaktır. 500 mW güç gerektiren bir yerde maksimum gücü 400 mW olan bir Op-amp tercih edilirse sistemin çalışmamasına hatta kullanılan entegrenin bozulmasına neden olur.

Verilen örnekteki gibi diğer özelliklerin de (voltaj değeri, akım değeri, çalışma sıcaklığı, kazancı vb.) sistem gereksiniminin maksimum düzeyini karşılaması entegre sisteminin düzgün çalışmasını sağlar.

Şekil 3.3'te entegre kodlama sistemi ve ayak numara işaretleri, Tablo 3.2'de entegre kodlarının anlamı görülmektedir.

Tablo 3.2: Entegre Kodlarının Anlamı

1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup
LM	741	C	P
Üretici firma	Genel adı	Çalışma sıcaklığı	Kılıf tipi

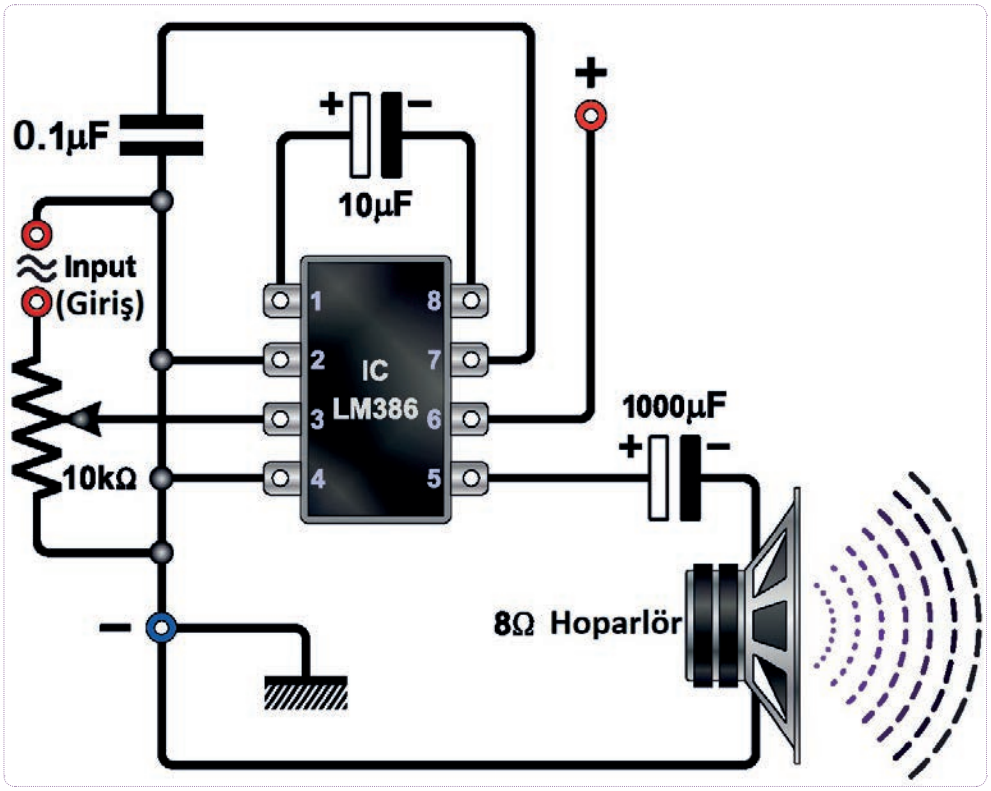


Şekil 3.3
Entegre kodlama sistemi ve ayak numara işareti

3.1. UYGULAMA: OP-AMP ENTEGRESİNE ENERJİ VEREREK ÇALIŞTIRMA 1

Amaç: Op-amp entegresine enerji vererek çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.4: Ses yükseltici devre

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/9 V	1 Adet
Potansiyometre	10 KΩ	4 Adet
Kutupsuz Kondansatör	0,1 uF	1 Adet
Kutuplu Kondansatör	10 uF, 1000 uF	2 Adet
Hoparlör	1 W - 8 Ω	1 Adet
Jack	3,5 mm	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak Şekil 3.4'teki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Giriş (input) kısmına 3,5 mm jack takıp cep telefonunuza bağlayınız ve müzik çalarınızı açınız (Görsel 3.2).

Görsel 3.2:Telefon ile jack bağlantısı

3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız, güç kaynağının gerilimini 9 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Devreye bağlı hoparlörden ses almıyorsanız enerjiyi keserek devrenizi tekrar kontrol edip atölye öğretmeninize danışınız.
5. Enerjiyi kesmeden devreye müdahale etmeyiniz. **Enerjiyi kesmek hem sizi olası kazalardan (elektrik çarpması vb.) korur hem de enerji tasarrufu etmenizi sağlar.**

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devreye enerji vermeden önce hoparlörden ses duyulmamasının nedenini açıklayınız.
2. Devredeki potansiyometre ne işe yarar? Devre üzerinde test edip açıklayınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

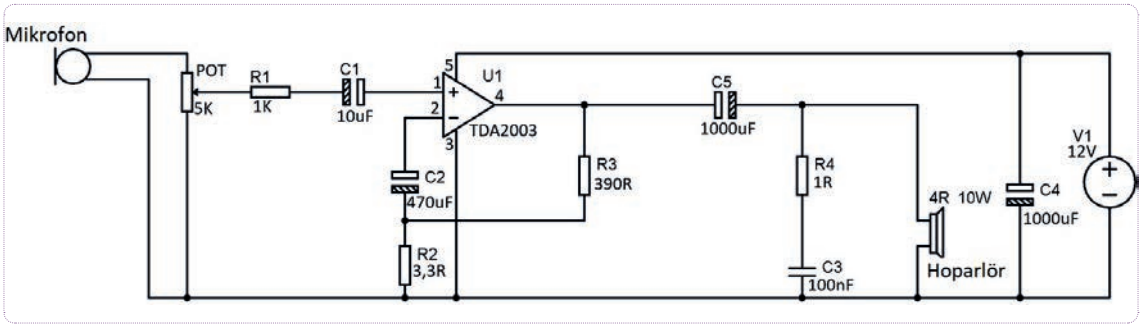
süre: 2 ders saati

uygulama sayfası

3.2. UYGULAMA: OP-AMP ENTEGRESİNE ENERJİ VEREREK ÇALIŞTIRMA 2

Amaç: Op-amp entegresine enerji vererek çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.5: TDA 2003'lü ses yükseltici devre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 V	1 Adet
Direnç	1 Ω, 3.3 Ω, 390 Ω, 1 KΩ	4 Adet
Potansiyometre	5 KΩ	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	100 nF	1 Adet
Kutuplu Kondansatör	10 uF, 470 uF, 2x1000 uF	4 Adet
Hoparlör	10 W – 4 Ω	1 Adet
Mikrofon	Kapasitif	1 Adet
Entegre	TDA 2003	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak Şekil 3.5'teki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız, güç kaynağının gerilimin 12 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.

3. Mikrofona ses uygulayınız, devreye bağlı hoparlörden ses gelip gelmediğini kontrol ediniz. Ses gelmiyorsa enerjiyi keserek devrenizi tekrar kontrol edip atölye öğretmeninize danışınız.
4. Bir önceki uygulama devresinde kullandığınız 3,5 mm jack yardımı ile mikrofon girişine bu jackı bağlayabilirsiniz. Jackı bir müzik aletine takarak bu ses yükselticinin çalıştığını test edebilirsiniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devreye enerji vermeden hoparlörden ses duyuluyor mu?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

2. Devredeki potansiyometre ne işe yarıyor? Devre üzerinde test edip gözlemleyiniz. Gözlem sonuçlarını yazınız.

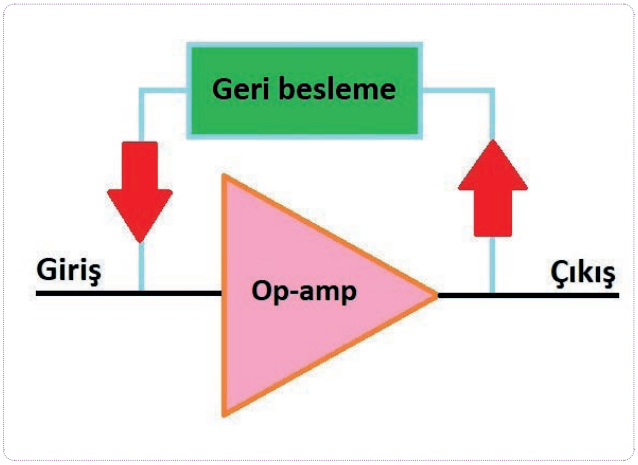
3.2. İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ DEVRELERİ TASARLAMA

Op-amp (işlemsel yükselteç), elektronik devrelerde çokça kullanılan entegre devredir. Yüksek giriş ve düşük çıkış direncine sahip olduğundan empedans uygunlaştırma özelliğine sahiptir. Yapısında bulunan elektronik devre sayesinde akım, gerilim ve güç kazancı sağlar. Girişine uygulanan sinyalin fazını değiştirebilir. Ayrıca işlemsel özelliği sayesinde matematiksel işlemlerde kullanılır. Op-amp'ın özelliklerinden yararlanılarak çeşitli yükselteç devreler, karşılaştırıcı devreler, toplam, fark, integral ve türev alma gibi matematiksel işlem devreleri yapılır.

3.2.1. Op-amp'ta Geri Besleme

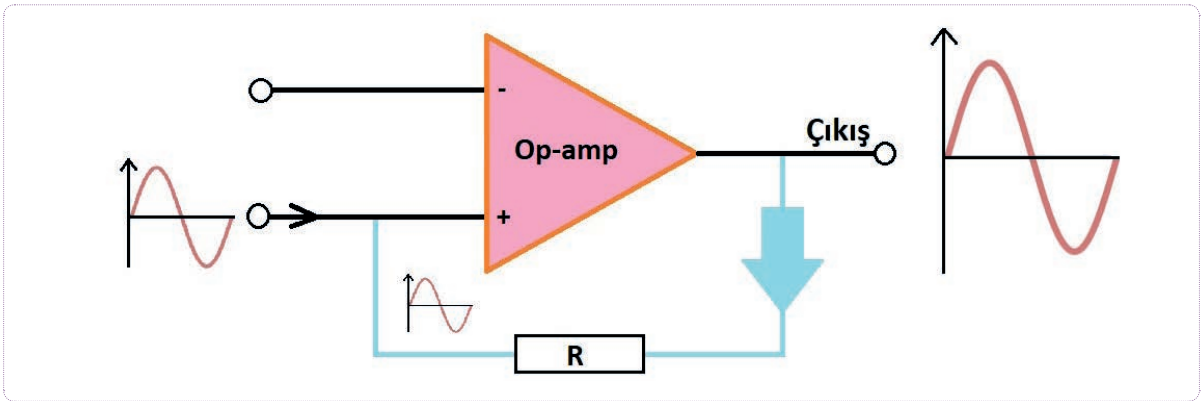
Op-amp'ta yapılan sinyal yükseltme işlemleriyle diğer işlemlerden daha fazla yararlanmak için geri besleme işlemi uygulanır.

Op-amp'ta, çıkış sinyalinin bir kısmı tekrar girişe gönderilerek geri besleme işlemi gerçekleştirilir (Şekil 3.6). İki çeşit geri besleme vardır: pozitif geri besleme, negatif geri besleme.



Şekil 3.6: Op-amp'ta geri besleme

3.2.1.1. Pozitif Geri Besleme



Şekil 3.7: Pozitif geri besleme

Giriş sinyalinin fazı ile geri besleme sinyalinin fazı aynıysa uygulanan geri beslemeye **pozitif geri besleme** denir (Şekil 3.7).

Pozitif geri beslemede çıkıştan alınan geri besleme sinyali, giriş sinyalini artıracak şekilde tekrar girişe uygulanır. Giriş sinyalinin sürekli artmasına neden olur, buna bağlı olarak da çıkış sinyali artar. Bu istenen bir durum değildir. **Örneğin günlük hayatta bir yükselteç devresinde mikrofon hoparlörün önüne bırakıldığında veya mikrofon hoparlöre yaklaştırıldığında rahatsız edici, ıslık benzeri bir ses duyulur. Ayrıca hoparlörden alınan ses sürekli yükselerek rahatsız edici boyuta ulaşır.** Bu istenmeyen bir durumdur. Böyle bir durumla karşılaşmamak için Op-amp'larda pozitif geri besleme tercih edilmez. Pozitif geri besleme osilatör devrelerinde kullanılır.

Bilgi Kutusu

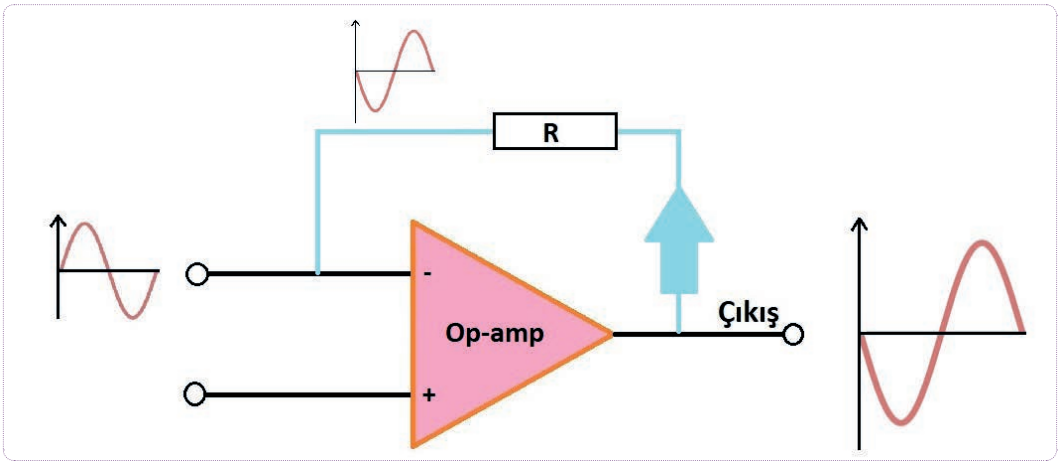
Osilatör

Herhangi bir giriş sinyali uygulamadan kendi kendine sinyal üreten devrelerdir.

Kare, sinüs, üçgen, testere dişi vb. sinyaller üretir.

3.2.1.2. Negatif Geri Besleme

Giriş sinyalinin fazı ile geri besleme sinyalinin fazı birbirinin tersi ise uygulanan geri beslemeye **negatif geri besleme** denir. Negatif geri beslemede amaç çıkış sinyalini yükseltmek değil, zayıflatmaktır. Bu zayıflatma, kazancın azalmasına yol açar fakat sinyalin iyileşmesini sağlar (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Negatif geri besleme

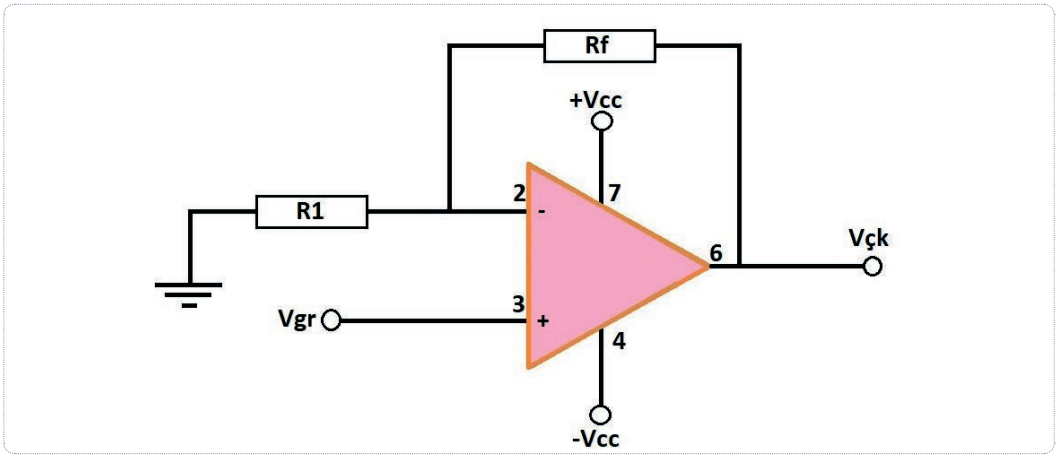
Negatif geri besleme kazancı düşürür fakat çıkış sinyalinin daha stabil, daha düzgün ve gürültüden arındırılmasını sağlar.

3.2.2. Op-amp Uygulama Devreleri

Op-amp farklı işlemler yapmak üzere direnç, kondansatör vb. devre elemanlarıyla birlikte kullanılır. Böylece çeşitli elektronik devreler tasarlanır.

3.2.2.1. Evirmeyen Yükselteç (Faz Terslemeyen Op-amp)

Şekil 3.9'da, Op-amp'ın evirmeyen yükselteç olarak kullanımı görülmektedir. Devrede sinyal evirmeyen pozitif (+) girişe uygulanmıştır. **Giriş ile çıkış sinyalleri arasında faz farkı yoktur.**



Şekil 3.9: Evirmeyen yükselteç devresi

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Vçk}}{\text{Vgr}} = (1 + \frac{\text{Rf}}{\text{R1}})$$ formülüyle hesaplanır.

Örnek

Giriş sinyali (Vgr) 2 volt, R1 direnci 10 KΩ, Rf geri besleme direnci 50 KΩ olan evirmeyen yükseltecin kazancı ve çıkış sinyali (Vçk) kaçtır?

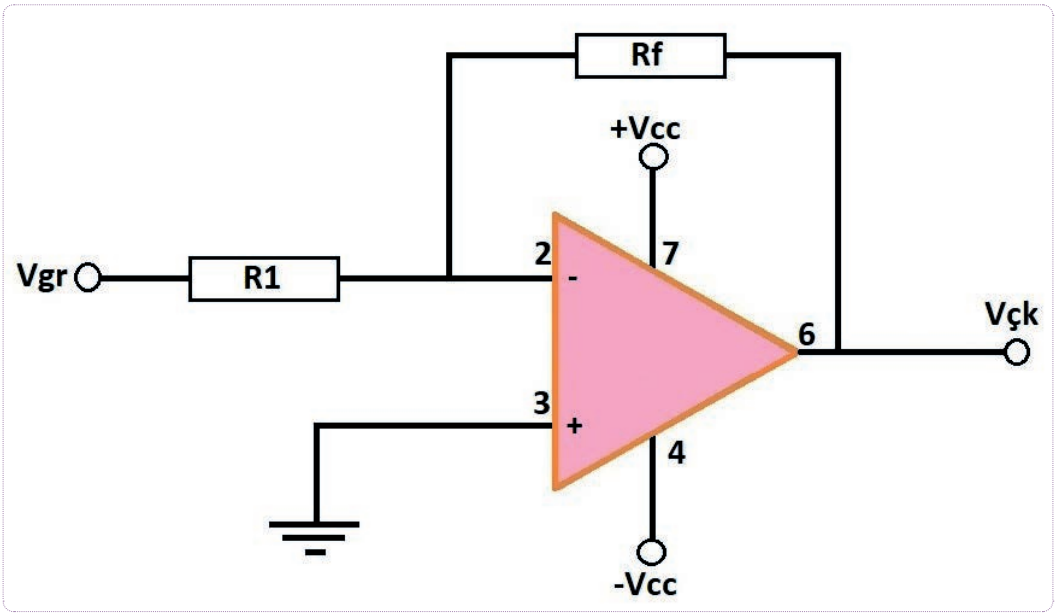
Çözüm

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Vçk}}{\text{Vgr}} = \left(1 + \frac{\text{Rf}}{\text{R1}}\right) \rightarrow \left(1 + \frac{50\ \text{K}\Omega}{10\ \text{K}\Omega}\right) = 6$$

Kazanç = 6 bulunur. Buradan, $6 = \frac{\text{Vçk}}{2} = \text{Vçk} = 6.2 = 12$ Volt bulunur.

3.2.2.2. Eviren Yükselteç (Faz Tersleyen Op-amp)

Şekil 3.10'daki devrede sinyal eviren girişe negatif uygulanır. Rf geri besleme direnci, R1 direnci ise giriş direncidir. **Giriş sinyali ile çıkış sinyali arasında 180° lik faz farkı vardır.**



Şekil 3.10: Eviren yükselteç devresi

$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Vçk}}{\text{Vgr}} = \left(-\frac{\text{Rf}}{\text{R1}}\right)$$ formülüyle hesaplanır.

Örnek

Giriş sinyali (Vgr) 5 volt, R1 direnci 100 KΩ, Rf geri besleme direnci 200 KΩ olan eviren yükseltecin kazancı ve çıkış sinyali (Vçk) kaçtır?

Çözüm

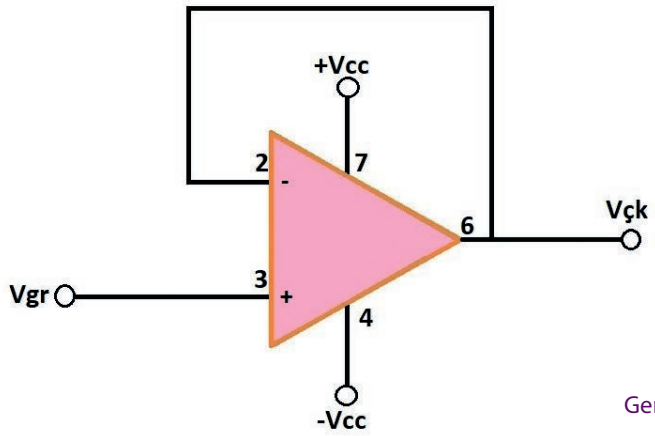
$$\text{Kazanç} = \frac{\text{Vçk}}{\text{Vgr}} = \left(-\frac{\text{Rf}}{\text{R1}}\right) \rightarrow \left(-\frac{200\ \text{K}\Omega}{100\ \text{K}\Omega}\right) = -2$$

Kazanç = -2 dir. Vçk ise $-2 = \frac{\text{Vçk}}{5} = \text{Vçk} = -2.5 = -10$ Volt bulunur.

Not: Kazancın negatif çıkması giriş sinyaliyle çıkış sinyalinin 180º lik faz farkı olduğunu gösterir.

3.2.2.3. Op-amp'ın Gerilim İzleyici Olarak Kullanılması

Gerilim kazancının 1, giriş-çıkış işaretlerinin aynı fazda olduğu bir yükselteçtir. Bu özellik, kazancı 1 olan evirmeyen yükselteç oluşturur (Şekil 3.11). **Bu devre, empedans uygunlaştırma veya devrelerin kendi arasında yalıtımı için kullanılır.**



Şekil 3.11
Gerilim izleyici devre

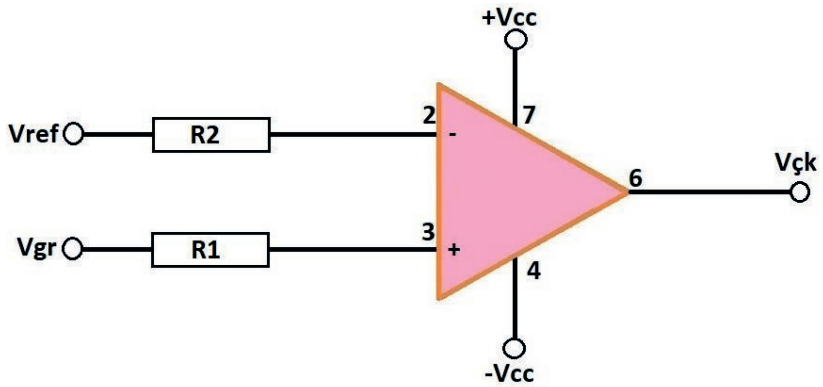
3.2.2.4. Op-amp'ın Karşılaştırıcı Olarak Kullanılması

Şekil 3.12'deki devrede Vgr ile Vref arasında fark çok küçük olsa da devre kazancı ile çarpılarak çıkışa aktarılır**.** Vgr, Vref'ten küçük ise çıkış sinyali, giriş sinyaline ters faz olarak çıkar. Vgr, Vref'ten büyük ise çıkış sinyali giriş sinyali ile aynı faz olarak çıkar (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Karşılaştırıcı Giriş-Çıkış Durumu

Durum	Giriş	Çıkış		Giriş	Çıkış
Vgr < Vref ise	+V	-V	VEYA	-V	+V
Vgr > Vref ise	-V	-V		+V	+V

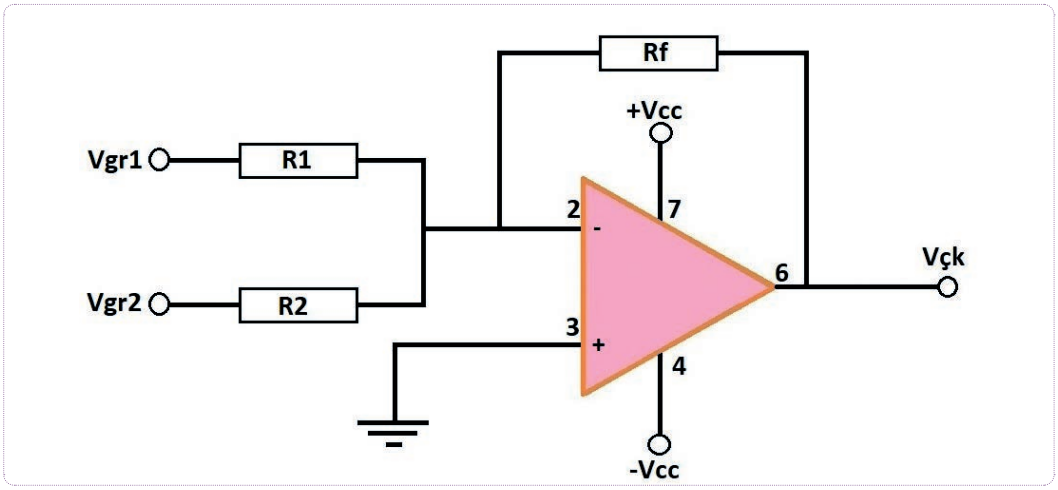
Kıyaslayıcı devreler analog-dijital çeviricilerde, delta modülatörlerinde vb. alanlarda kullanılan önemli bir devredir.



Şekil 3.12: Karşılaştırıcı devre

3.2.2.5. Op-amp'ın Toplayıcı Olarak Kullanılması

Şekil 3.13'teki devrede Op-amp'ın toplayan yükselteç olarak kullanımı görülmektedir. Op-amp burada eviren yükselteç olarak çalışmaktadır.



Şekil 3.13: Toplayıcı devre

Toplayıcı devrenin çıkış sinyali (Vçk) aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Vçk = -\left(\frac{Rf}{R1}.Vgr1 + \frac{Rf}{R2}.Vgr2\right)$$

Eğer Rf =R1= R2 seçilirse, Vçk =-(Vgr1 + Vgr2) olur.

1. Örnek

Vgr1 = 1 volt, Vgr2 = 2 volt R1 direnci 10 KΩ, R2 direnci 20 KΩ Rf geri besleme direnci 100 KΩ olan toplayıcı yükseltecin çıkış sinyali (Vçk) kaçtır?

Çözüm

$$Vçk = -\left(\frac{Rf}{R1}.Vgr1 + \frac{Rf}{R2}.Vgr2\right) \rightarrow -\left(\frac{100\ K\Omega}{10\ K\Omega}.1 + \frac{100\ K\Omega}{20\ K\Omega}.2\right) = -20\ Volt$$

2. Örnek

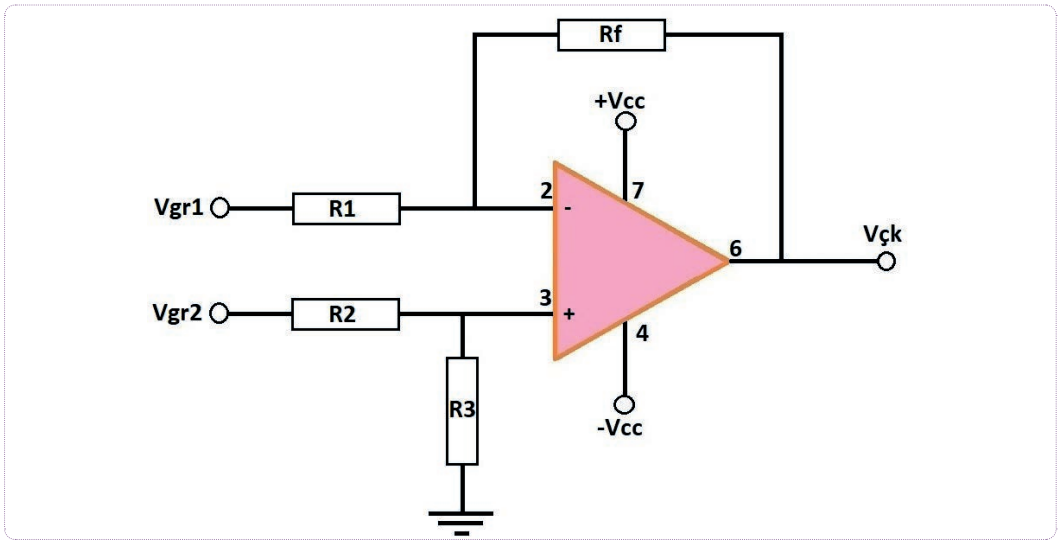
Vgr1 = 2 volt, Vgr2 = 4 volt R1 direnci 100 KΩ, R2 direnci 100 KΩ Rf geri besleme direnci 100 KΩ olan toplayıcı yükseltecin çıkış sinyali (Vçk) kaçtır?

Çözüm

Rf =R1= R2 olduğu için Vçk =-(Vgr1 + Vgr2) ➔ -(2 + 4) = -6 volt

3.2.2.6. Op-amp'ın Fark Alıcı Olarak Kullanılması

Şekil 3.14'teki devrede Op-amp'ın çıkartma işlemini nasıl yaptığı gösterilmiştir.



Şekil 3.14: Fark alıcı devre

Fark alıcı devrenin çıkış sinyali (Vçk) aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\text{Vçk} = \frac{\text{Rf}}{\text{R1}}(\text{Vgr2} - \text{Vgr1})$$

Eğer R1 = R2 = R3 = Rf ise; Vçk = Vgr2–Vgr1 olur.

1. Örnek

Vgr1 = 3 volt, Vgr2 = 6 volt, R1 direnci 50 KΩ, Rf geri besleme direnci 100 KΩ olan fark alıcı yükseltecin çıkış sinyali (Vçk) kaçtır?

Çözüm

$$\text{Vçk} = \left(\frac{\text{Rf}}{\text{R1}}.(\text{Vgr2} - \text{Vgr1})\right) \rightarrow \left(\frac{100\ \text{K}\Omega}{50\ \text{K}\Omega}.(6-3)\right) = 6\ \text{Volt}$$

2. Örnek

Vgr1 = 4 volt, Vgr2 = 10 volt, R1 direnci 50 KΩ, R2 direnci 50 KΩ, R3 direnci 50 KΩ, Rf geri besleme direnci 50 KΩ olan fark alıcı yükseltecin çıkış sinyali (Vçk) kaçtır?

ÇözüM

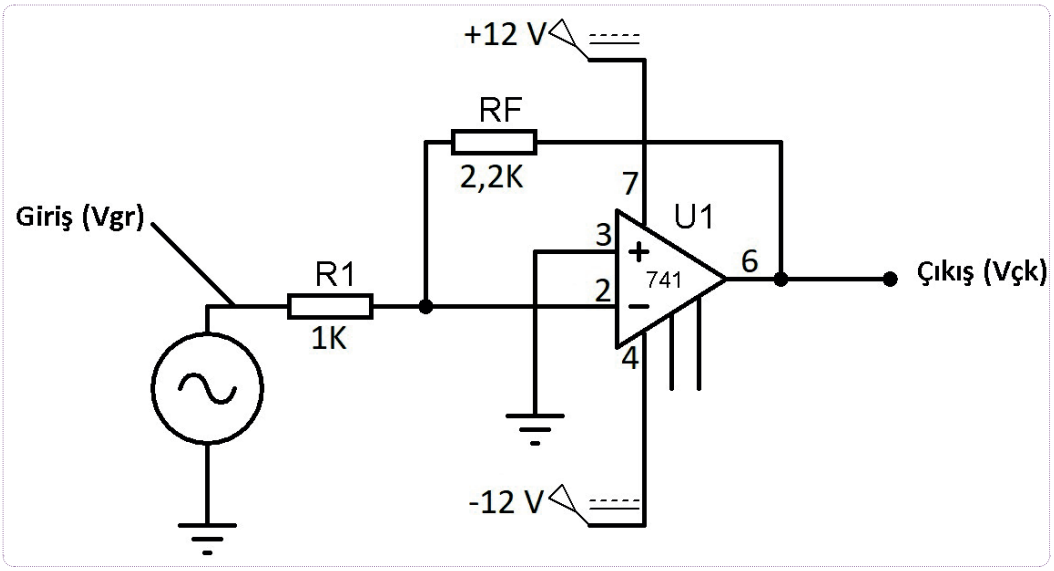
R1= R2 = R3 = Rf olduğu için Vçk =(Vgr2 + Vgr1) ➔ (10 - 4) = 6 volt olur.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23704

3.3. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 1

Amaç: Op-amp uygulama devresinin giriş-çıkış sinyallerini ölçerek açıklamak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.15: Op-amp'la eviren devre uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/+12 V 0 -12 V (Simetrik)	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220/1 V, 3 V (50 Hz)	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 2.2 KΩ, 3.3 KΩ, 4.7 KΩ	4 Adet
Entegre	LM741	1 Adet
Avometre	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. Uygulamaya başlamadan önce eviren yükselteç konusunda gördüğünüz hesaplama yöntemi ile Tablo 3.4'teki hesaplamaları yapınız.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak Şekil 3.15'teki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23704

3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız, güç kaynağının gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Avometrenin kademesini AC volt ölçme kademesine alınız.
5. Güç kaynağını 12 volta getiriniz.
6. Tablo 3.5'teki giriş-çıkış değerlerinin ölçümlerini avometre ile yapınız. Rf dirençlerini değiştiriniz. Ölçümleri tekrar yapınız.
7. Ölçümleriniz ile hesaplamalarınızı karşılaştırıp atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Enerji tasarrufu sağlamak için kullanmadığınız cihazları kapatmayı unutmayınız.

Tablo 3.4: Eviren Yükselteç Hesaplama Tablosu

Vgr = 1 V	R1= 1 KΩ, Rf=2,2 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = 1 V	R1= 1 KΩ, Rf=3,3 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = 1 V	R1= 1 KΩ, Rf=4,7 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = 3 V	R1= 1 KΩ, Rf=2,2 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = 3 V	R1= 1 KΩ, Rf=3,3 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = 3 V	R1= 1 KΩ, Rf=4,7 KΩ	Vçk=.....V

Tablo 3.5: Eviren Yükselteç Ölçüm Tablosu

Vgr = ...V	R1= 1 KΩ, Rf=2,2 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = ...V	R1= 1 KΩ, Rf=3,3 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = ...V	R1= 1 KΩ, Rf=4,7 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = ...V	R1= 1 KΩ, Rf=2,2 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = ...V	R1= 1 KΩ, Rf=3,3 KΩ	Vçk=.....V
Vgr = ...V	R1= 1 KΩ, Rf=4,7 KΩ	Vçk=.....V

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Hesaplamalarınız ile ölçümleriniz arasında fark var mıdır? Açıklayınız. Atölyedeki arkadaşlarınızla karşılaştırınız.

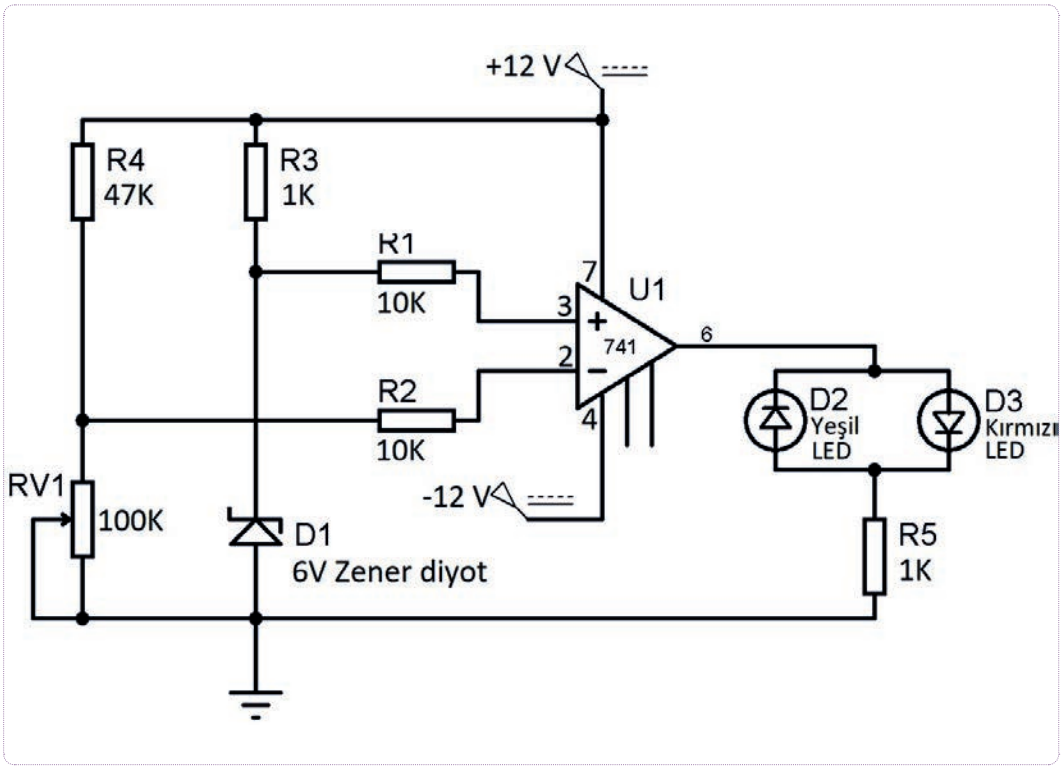
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23705

3.4. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 2

Amaç: Op-amp uygulama devresini çalıştırmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.16: Op-amp'la karşılaştırıcı devre uygulaması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/+12 V 0 -12 V (Simetrik)	1 Adet
Direnç	2x1 KΩ, 2x10 KΩ, 47 KΩ	5 Adet
Potansiyometre	100 KΩ	1 Adet
Zener Diyot	6 V	1 Adet
LED	Yeşil, Kırmızı	2 Adet
Entegre	LM741	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23705

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak Şekil 3.16'daki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız, güç kaynağının gerilimini 12 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
3. Potansiyometrenin konumuna göre yanan LED'leri Tablo 3.6'ya kaydediniz.
4. Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 3.6: Karşılaştırıcı Çıkışı LED'lerin Durum Tablosu

Pot Maximum	
Pot Minimum	

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Karşılaştırıcı Op-amp devresinde potansiyometrenin görevi nedir? Açıklayınız.

2. Devrede kullanılan LED'lerin amacı nedir?

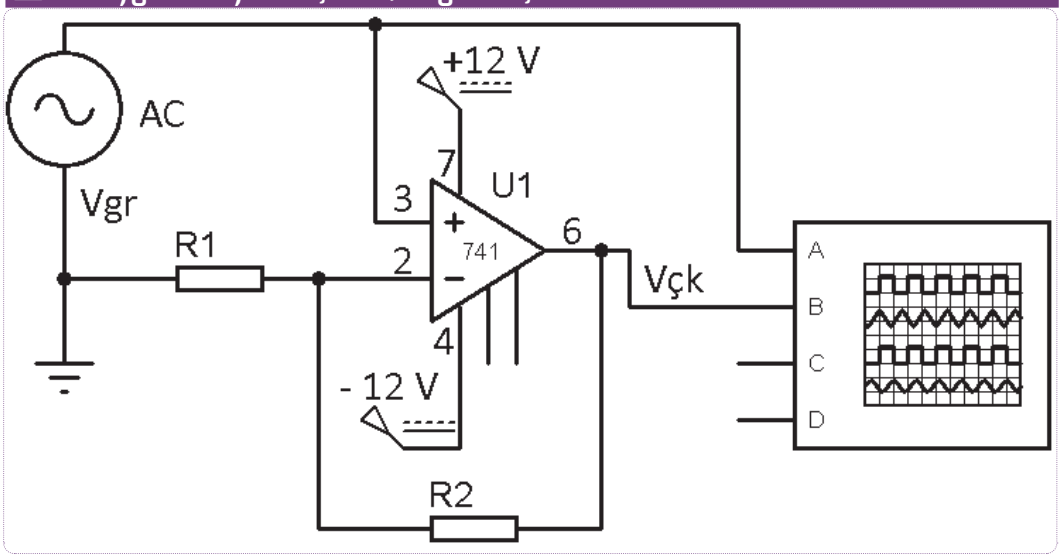
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23706

3.5. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 3

Amaç: Op-amp'lı uygulama devrelerinin giriş-çıkış sinyallerini osiloskop ile ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.17: Evirmeyen yükselteç devre şeması ve osiloskop bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/+12V 0 -12V (Simetrik)	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220/3V (50Hz.)	1 Adet
Direnç	2.2 KΩ, 4.7 KΩ, 2x10 KΩ, 22 KΩ, 100 KΩ, 220 KΩ, 470 KΩ	8 Adet
Entegre	LM741	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Avometre	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. Tablo 3.7'deki R1 (Giriş direnci) ve R2 (Geri besleme direnci) değerlerine göre evirmeyen yükseltecin kazancını ve çıkış gerilimini hesaplayıp Tablo 3.7'ye kaydediniz.

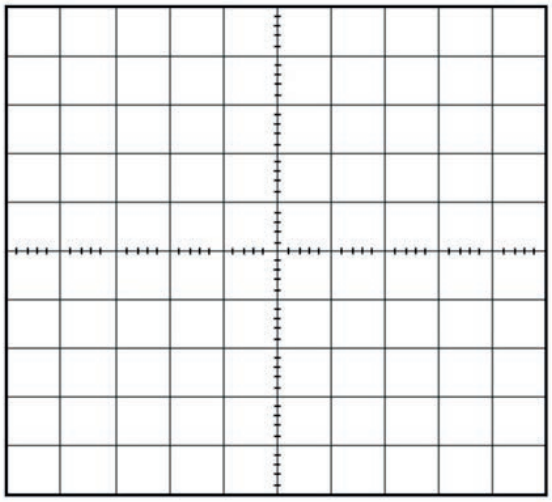
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23706

2. İş güvenliği tedbirlerini alarak Şekil 3.17'deki gibi uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Osiloskop bağlantısını Şekil 3.17'deki gibi yapınız.
5. R1=2.2 KΩ, R2=4.7 KΩ dirençleri takarak osiloskop ölçümlerini yapınız. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 3.18 ve Şekil 3.19'a çiziniz.
6. Tablo 3.7'deki R1 (Giriş direnci) ve R2 (Geri besleme direnci) değerlerine göre dirençleri değiştirerek evirmeyen yükseltecin çıkış gerilimi avometreyi AC volt ölçüm kademesine alarak ölçümleri yapıp Tablo 3.7'ye kaydediniz.
7. Yaptığınız ölçümleri ve çizimlerinizi atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Tablo 3.7: Evirmeyen Yükselteç Hesaplama ve Ölçüm Tablosu

R1	R2	Hesaplanan Kazanç	Hesaplanan Çıkış Gerilimi (Vçk)	Ölçülen Çıkış Gerilimi (Vçk)
2,2 KΩ	4,7 KΩ	.....	V	V
2.2 KΩ	10 KΩ	.....	V	V
4,7 KΩ	10 KΩ	.....	V	V
4,7 KΩ	22 KΩ	.....	V	V
10 KΩ	10 KΩ	.....	V	V
10 KΩ	22 KΩ	.....	V	V
22 KΩ	100 KΩ	.....	V	V
100 KΩ	220 KΩ	.....	V	V
100 KΩ	470 KΩ	.....	V	V
220 KΩ	470 KΩ	.....	V	V

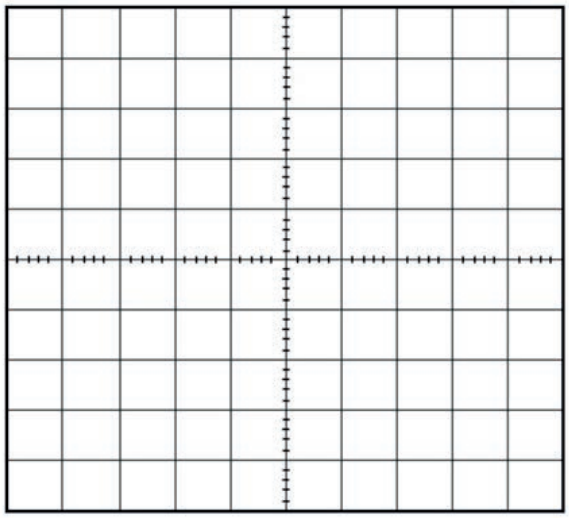
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23706



Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Şekil 3.18: Osilaskop ekranı (Evirmeyen yükselteç giriş sinyali çizim alanı)



Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Şekil 3.19: Osilaskop ekranı (Evirmeyen yükselteç çıkış sinyali çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

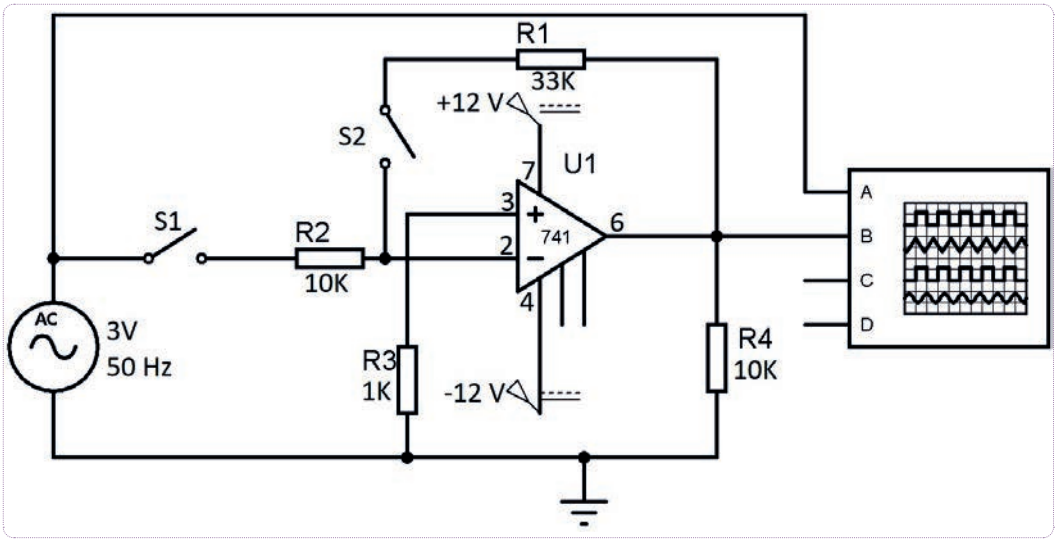
1. Hesapladığınız ve ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

3.6. UYGULAMA: OP-AMP UYGULAMA DEVRESİ 4

Amaç: Op-amp'lı uygulama devrelerinin giriş-çıkış sinyallerini osiloskop ile ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.20: Eviren yükselteç devre şeması ve osiloskop bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/+12 V 0 -12 V (Simetrik)	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220/3 V (50 Hz)	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 2x10 KΩ, 33 KΩ	4 Adet
Entegre	LM741	1 Adet
Anahtar	On-off	2 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

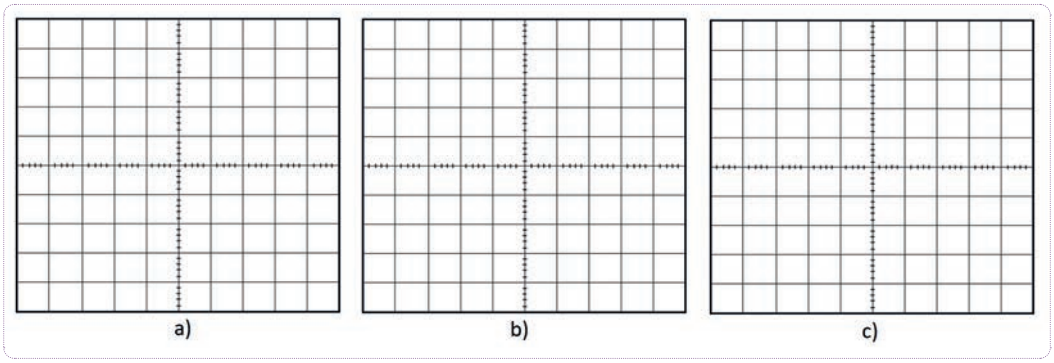
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.

2. Osiloskop bağlantısını Şekil 3.20'deki gibi yapınız.
3. Atölye öğretmeninizden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağının gerilimini 12 volta getiriniz. Uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Osiloskobun Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yapınız. Tablo 3.8'e kaydediniz.
5. Tablo 3.8'deki anahtar durumlarını devrede uygulayıp osiloskopta gördüğünüz şekilleri tabloda belirtilen Şekil 3.21. a, b, c'ye çiziniz.
6. Yaptığınız ölçümleri ve çizimlerinizi atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 3.8: Anahtar Durumları ve Osiloskop Ayarları

S1 anahtarı	S2 anahtarı	Şekil No	Volt/Div	Time/Div
Açık	Açık	Şekil 3.21: a)		
Kapalı	Açık	Şekil 3.21: b)		
Kapalı	Kapalı	Şekil 3.21: c)		



Şekil 3.21: Osiloskop ekranı çizimleri a) b) c)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Op-amp'ın kazancını hesaplayıp çıkış değeri ile karşılaştırınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

3.3. ENTEGRE DEVRE UYGULAMALARI YAPMA

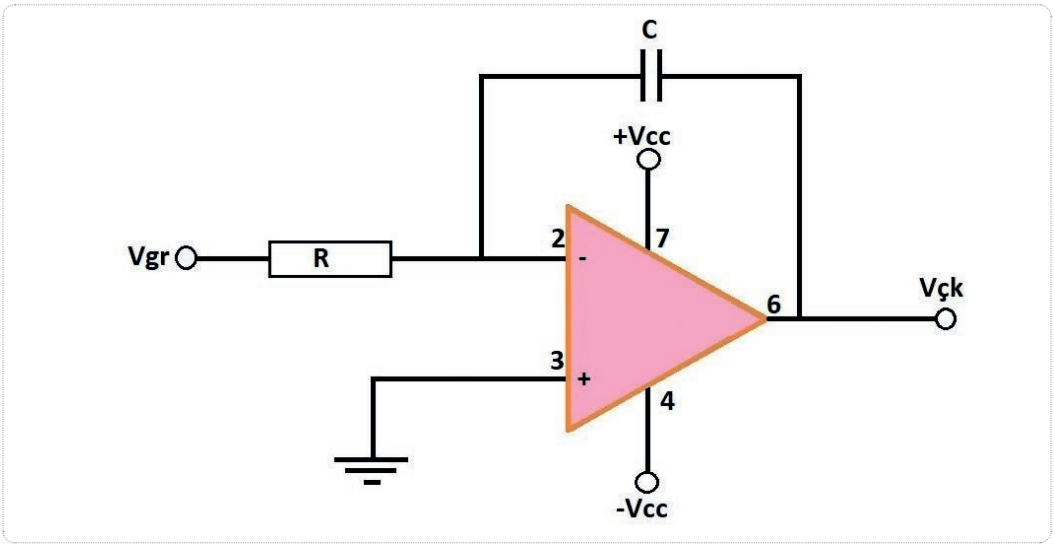
Entegre devreler kullanılarak analog sinyallerle matematiksel işlemler yapılır. Özellikle integral ve türev gibi karmaşık hesaplamalarla alan hesabı, iki nokta arasındaki mesafe ölçümü gibi birçok işlem gerçekleştirilir.

İşlemsel yükselteçler ile integratör ve diferansiyatör devreler yapılır.

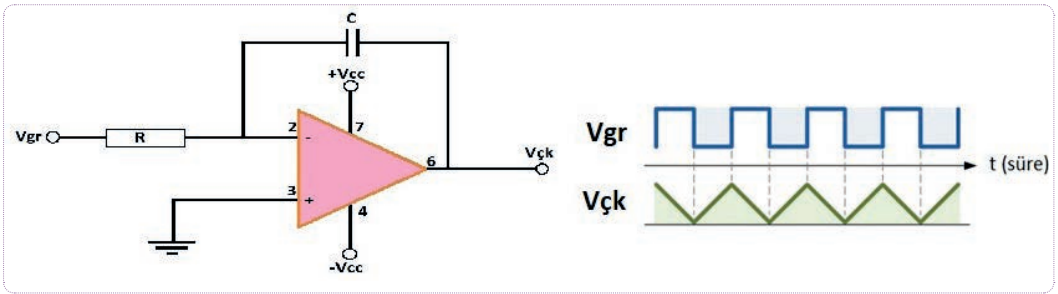
3.3.1. İntegratör Devre (İntegral Alıcı Devre)

Giriş sinyalinin genliği ve süresiyle orantılı çıkış sinyali üreten işlemsel yükselteç devresine **integratör devre** denir. İntegratör devre, matematiksel olarak giriş sinyalinin integralini alıp çıkış voltajı üretir. Şekil 3.22'de integratör devre görülmektedir.

İntegratör devrenin girişine kare dalga sinyal uygulandığında çıkışında üçgen dalga sinyal elde edilir (Şekil 3.23).

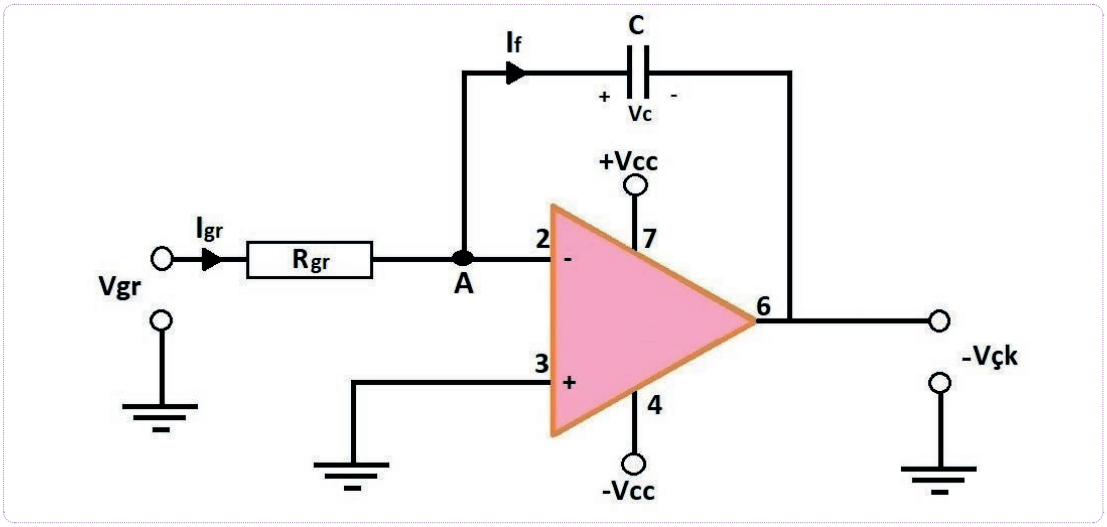


Şekil 3.22: İntegratör devre



Şekil 3.23: İntegratör devre giriş-çıkış sinyalleri

İntegratör devrenin çalışmasına Şekil 3.24'te verilen devre üzerinden bakılacak olursa giriş sinyali (V_{gr}), giriş direncine (R_{gr}) uygulanır. Kondansatör, ilk anda kısa devre özelliği gösterir. A noktasında gerilim 0 volt olur. Bu noktada kondansatörün empedansı çok düşük olduğundan X_C/R_{gr} kazanç oranı da çok küçük olup birden az voltaj kazancı sağlar. Geri besleme kondansatörü (C), giriş voltajının etkisiyle şarj olmaya başlar, empedansı Xc, şarj hızıyla orantılı olarak yavaşça artar. Kondansatör, R_C serisinin R-C zaman sabiti (τ) tarafından belirlenen bir oranda şarj olur. Vc yavaşça artar ve şarj akımının azalmasına neden olur. Kondansatörün empedansı arttıkça, X_c/R_{gr} oranında doğrusal olarak artan bir rampa çıkış voltajı üretilir. Kondansatör, tam şarj olduğunda daha fazla DC akımı akışını engelleyen açık devre görevi görür. Geri besleme kondansatörünün giriş direncine (X_C/R_{gr}) oranı sonsuzdur ve sonsuz kazançla sonuçlanır.



Şekil 3.24: İntegratör devresinde akım yönleri

Kondansatör üzerindeki voltaj (V_C), kondansatör üzerindeki yükün (Q) kapasitansına (C) bölünmesiyle bulunur. A noktası toprak potansiyelinde olduğundan V_C aynı zamanda $-V_{çk}$ voltajına eşittir. Bu durum aşağıdaki eşitlikle görülebilir:

$$V_C = V_A - V_{çk} = 0 - V_{çk}$$

$$V_C = -V_{çk}$$

Kondansatör üzerindeki geri besleme akımı şu formülle bulunur:

$$I_f = C\frac{dV_{çk}}{dt}$$

Giriş akımı (I_{gr}) ile geri besleme akımı (I_f) birbirine eşit olduğundan gerilimler cinsinden şu formül yazılır:

$$I_{gr} = I_f$$

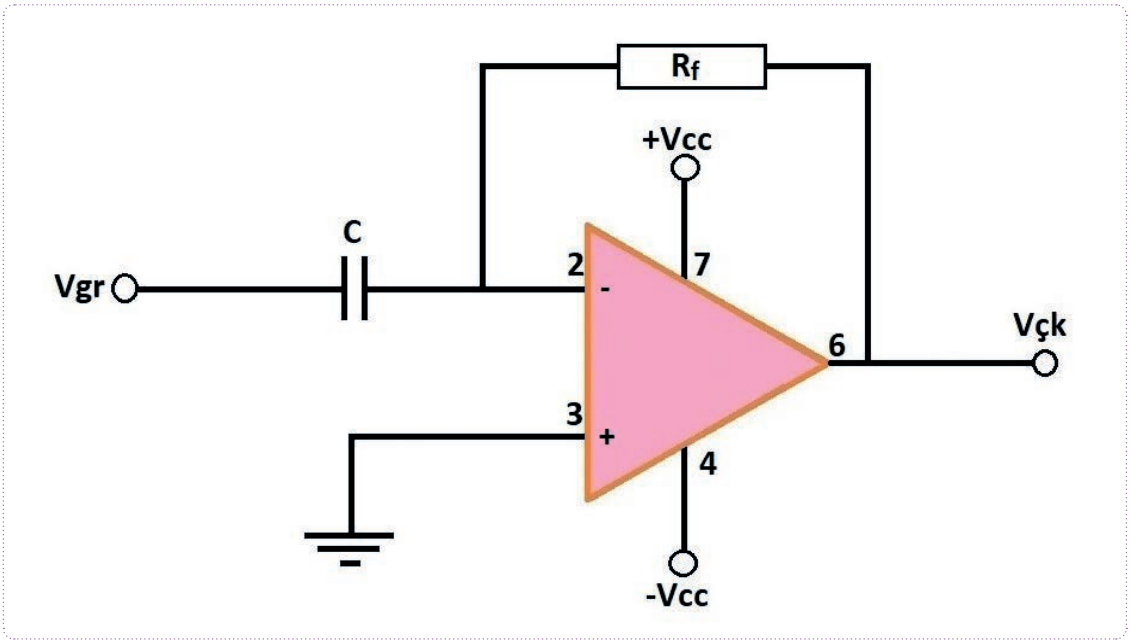
$$\frac{V_{gr}}{R_{gr}} = C\frac{dV_{çk}}{dt}$$

Buradan Vçk çıkış gerilimi için şu formülü elde edilir:

$$V_{çk} = -\int_0^t V_{gr}\frac{dt}{R_{gr}C}$$

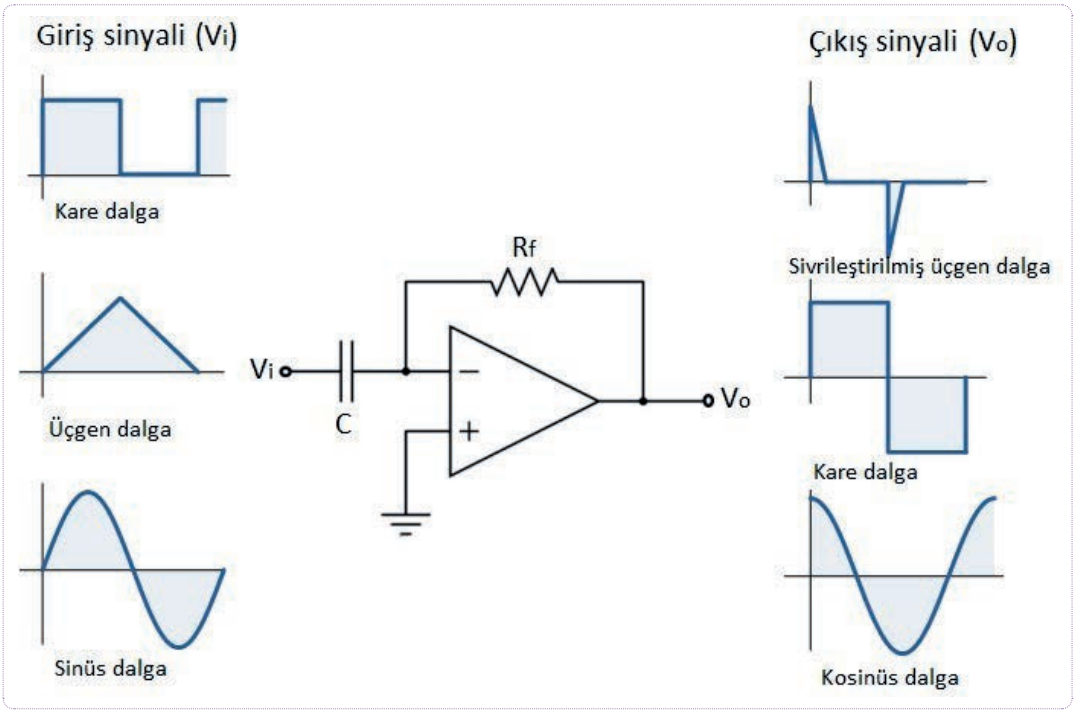
3.3.2. Diferansiyatör Devre (Türev Alıcı Devre)

Giriş sinyalinin birinci türevi olan bir çıkış sinyali üreten işlemsel yükselteç devresine **diferansiyatör devre** denir. Diferansiyatör devre, matematiksel olarak giriş voltajının zamana göre değişim oranıyla doğru orantılı bir voltaj çıkışı üretir. Başka bir deyişle giriş voltajı sinyalindeki değişiklik ile giriş akımı ne kadar büyük olursa çıkış voltajı da o kadar büyük olur. Şekil olarak da sinyalde daha fazla yükselme meydana gelir. Şekil 3.25'te diferansiyatör devre görülmektedir.



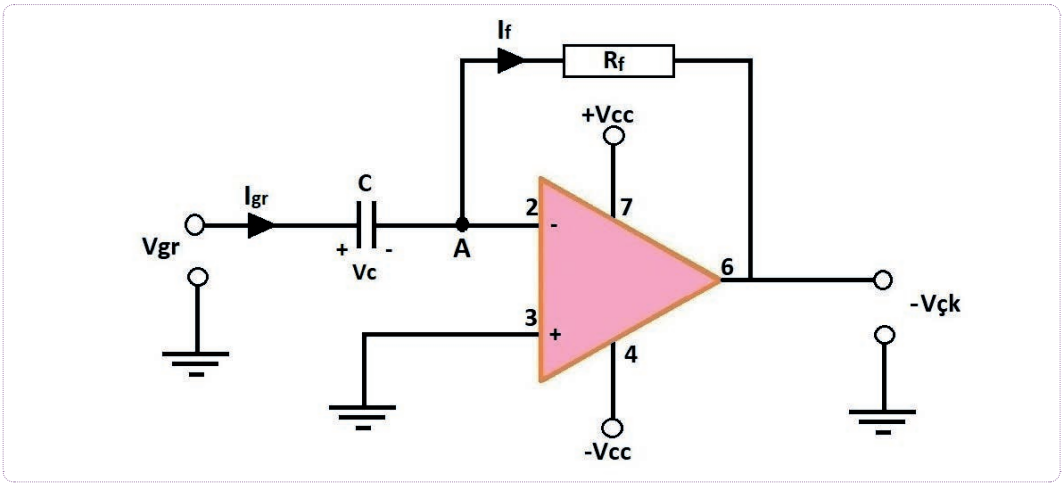
Şekil 3.25: Diferansiyatör devre

Diferansiyatör devrenin girişine üçgen dalga uygulandığında çıkışında kare dalga, girişine kare dalga uygulandığında çıkışında sivriltilmiş üçgen dalga elde edilir. Diferansiyatör devrenin girişine sinüzoidal dalga uygulandığında çıkışında 180º faz farkı alınmış sinüzoidal dalga elde edilir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26: Diferansiyatör devre giriş-çıkış sinyalleri

Diferansiyatör devrenin çalışmasına Şekil 3.27'de verilen devre üzerinden bakılacak olursa giriş sinyali (V_i) kondansatöre uygulanır. Kondansatör, DC gerilimi bloke ettiğinden A noktasında gerilim 0 volt olur. Kondansatör, sadece AC giriş sinyalinin geçmesine izin verir.



Şekil 3.27: Diferansiyatör devresinde akım yönleri

Düşük frekanslarda kondansatörün reaktansı **(AC akımda kondansatörün direnci)**, yüksektir. Böylece kazanç **(R_f/X_c)** azaldığından yükselteç çıkış voltajı da düşüktür. Yüksek frekanslı giriş sinyalinde kondansatörün reaktansı çok daha düşüktür. Bu da kazancı artırarak yükselteç çıkış voltajını artırır. Çok yüksek giriş sinyali frekanslarda diferansiyatör devresinin çalışmasını kararlı hâle getirebilmek için R_f direncine paralel küçük değerde kondansatör bağlanır. Diferansiyatör devresinde kondansatör üzerinden geçen akım şu şekildedir:

$$I_{gr} = I_f \quad ve \quad I_f = -\frac{V_{çk}}{R_f}$$

Kondansatör üzerindeki yük (Q) şu şekildedir:

$$Q = C \times V_{gr}$$

Kondansatör şarjındaki değişim oranı şu şekildedir:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{C\, dV_{gr}}{dt}$$

dQ/dt aynı zamanda kondansatör üzerinden geçen akıma ve I_f' ye eşittir. I_{gr} ile I_f eşit olduğundan

$$I_{gr} = I_f$$

$$C\frac{dV_{gr}}{dt} = -\frac{V_{çk}}{R_f}$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikten çıkış voltajı da şu şekilde elde edilir:

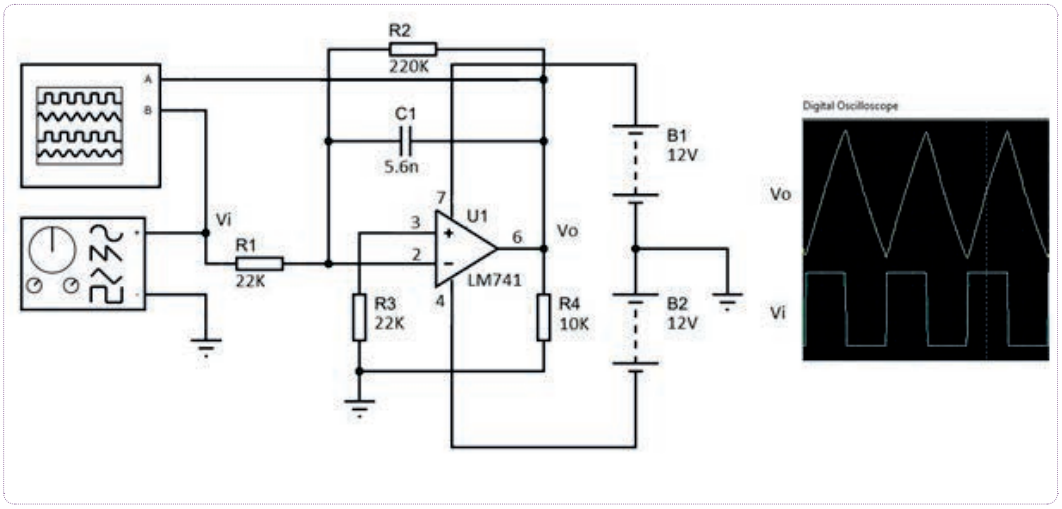
$$V_{çk} = -R_f\, C\frac{dV_{gr}}{dt}$$

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27836

3.7. UYGULAMA: OP-AMP İLE İNTEGRATÖR DEVRE YAPIMI

Amaç: İşlemsel yükselteç ile integratör devre yapmak ve giriş-çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.28: İntegratör uygulama devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

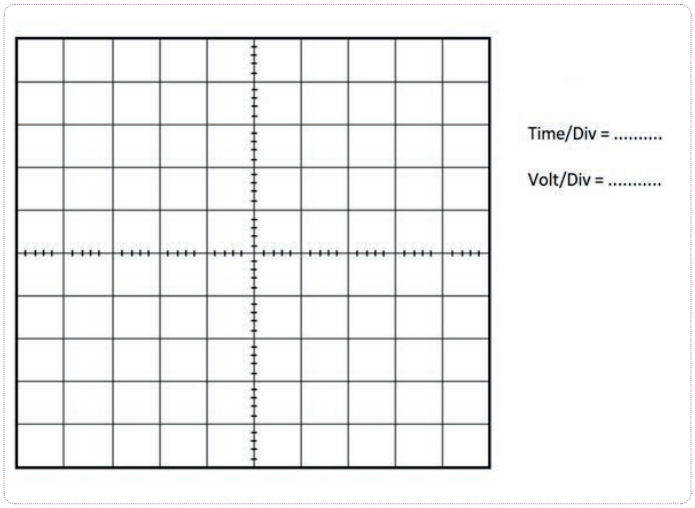
Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 V	2 Adet
Op-amp	LM741	1 Adet
Direnç	2x22 KΩ, 220 KΩ, 10 KΩ	4 Adet
Kondansatör	5.6 nF	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jenaratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak Görsel 3.28'deki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını uygulama devresine bağlayınız.
3. Sinyal jeneratörünü 1V/1KHz kare dalga sinyal değerine ayarlayınız.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27836

4. Osiloskobun B kanalına sinyal jeneratörünün canlı ucunu, osiloskop A kanalına LM741'in 6 numaralı ayağını bağlayınız.
5. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynaklarını 12 volt değerine ayarlayınız. Güç kaynaklarını uygulama devresine bağlayınız.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 3.29 üzerindeki tabloya çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getiriniz. Giriş sinyalinin çıkışa yükseltilerek aktarıldığını gözleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynaklarının, sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
9. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
10. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Şekil 3.29
İntegratör devresi giriş-çıkış sinyali çizim alanı

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devredeki C1 kondansatörü değerinin çıkış sinyalinin şekli üzerinde bir etkisi var mıdır?
2. Devrede R2 direnç değeri azaltılırsa çıkış sinyalinin genliği nasıl değişir?

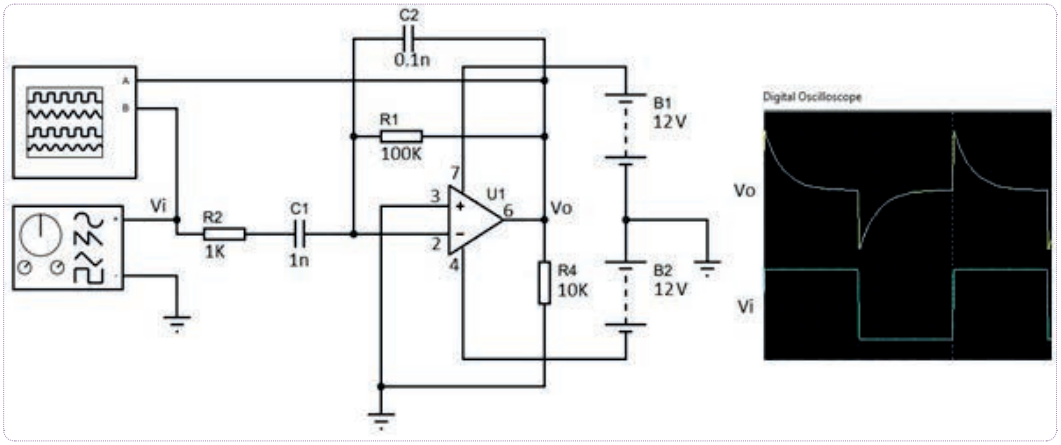
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27837

3.8. UYGULAMA: OP-AMP İLE DİFERANSİYATÖR DEVRE YAPIMI

Amaç: İşlemsel yükselteç ile diferansiyatör devre yapmak ve giriş-çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 3.30: Diferansiyatör uygulama devresi ve giriş-çıkış sinyalleri

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

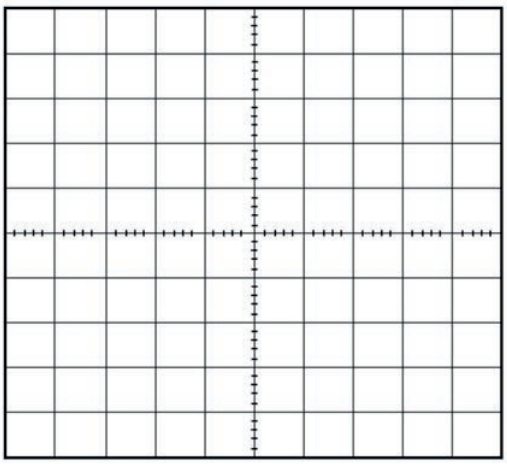
Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 V	2 Adet
Op-amp	LM741	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 10 KΩ, 100 KΩ	3 Adet
Kondansatör	0.1 nF, 1 nF	2 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jenaratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak Görsel 3.30'daki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynağını uygulama devresine bağlayınız.
3. Sinyal jeneratörünü 1 V/1 KHz kare dalga sinyal değerine ayarlayınız.
4. Osiloskobun B kanalına sinyal jeneratörünün canlı ucunu, osiloskobun A kanalına LM741'in 6 numaralı ayağını bağlayınız.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27837

5. Atölye öğretmeninizden izin aldıktan sonra güç kaynaklarını 12 volt değerine ayarlayınız. Güç kaynaklarını uygulama devresine bağlayınız.
6. Osiloskop ekranında gördüğünüz sinyalleri Şekil 3.31 üzerindeki tabloya çiziniz.
7. Osiloskop ekranında sinyalleri üst üste getiriniz. Giriş sinyalinin çıkışa yükseltilerek aktarıldığını gözleyiniz.
8. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynaklarını, sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.
9. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak çalışma alanınızı temizleyiniz.
10. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Şekil 3.31
Diferansiyatör devresi giriş-çıkış sinyali

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devredeki C_1 kondansatörü değerinin çıkış sinyalinin şekli üzerinde bir etkisi var mıdır?
2. Devreye C_2 kondansatörü takılmazsa çıkış sinyali nasıl değişir?
3. Devrede R_1 direnç değeri azaltılırsa çıkış sinyalinin genliği nasıl değişir?

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Düşük genlikli sinyalleri yükseltmeye yarayan elemanlara yükselteç denir.
2. (….) Op-amp'ların giriş dirençleri çok düşüktür.
3. (….) Op-amp'lar; içerisinde direnç, kondansatör, transistör gibi elemanları barındıran bir yapıya sahiptir.
4. (….) Evirmeyen Op-amp'larda giriş sinyali ile çıkış sinyali arasında faz farkı vardır.
5. (….) Devreleri birbirinden yalıtmak için gerilim izleyici Op-amp devresi kullanılır.
6. (….) Negatif geri besleme çıkış sinyalini azaltır, fakat çıkış sinyalinin kalitesini arttırır.
7. (….) Op-amp, fark alıcı devre girişine uygulanan iki sinyali birbirinden çıkararak çıkışa aktarır.
8. (….) Girişine bir sinyal uygulanarak çıkışında sinyal üreten sisteme osilatör denir.
9. (….) Devre girişine uygulanan sinyalin integralini alan elektronik devreye integratör denir.
10. (….) Diferansiyatör devre girişine kare dalga sinyal uygulanınca devre çıkışında üçgen dalga elde edilir.

B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

11. Bir Op-amp'ın giriş sinyali 3 V, çıkış sinyali 9 V ise bu Op-amp'ın kazancı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

12. Bir Op-amp'ın giriş sinyali 1,5 V, çıkış sinyali 6 V ise bu Op-amp'ın kazancı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1,5
B) 3
C) 3,5
D) 9
E) 12

13. Aşağıdakilerden hangisi bir yükselteç çeşidi <u>değildir</u>?

A) Enstrümantasyon
B) Manyetik
C) Radyo frekans
D) Ses
E) Video

14. Bir yükselteç entegresinin katalog bilgileri okunurken aşağıdakilerden hangisinin bir önemi yoktur?

A) Bacak sayısı
B) Çalışma akımı
C) Çalışma gerilimi
D) Çalışma gücü
E) Sıcaklığa dayanım

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

15. Aşağıdakilerden hangisi Op-amp'lı yükselteç çeşidi değildir?

A) Eviren
B) Fark alıcı
C) Karşılaştırıcı
D) Mantık
E) Toplayıcı

16. R1 direnci (giriş direnci) 10 KΩ, Rf geri besleme direnci 50 KΩ olan eviren yükseltecin kazancı aşağıdakilerden hangisidir?

A) -1
B) -3
C) -3,5
D) -4
E) -5

17. R1 direnci (giriş direnci) 10 KΩ, Rf geri besleme direnci 20 KΩ olan evirmeyen yükseltecin kazancı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1
B) 3
C) 4
D) 6
E) 7

18. Giriş sinyali (Vgr) 5 Volt olan gerilim izleyici yükseltecin çıkış sinyali kaç volttur?

A) 1
B) 2
C) 5
D) 10
E) 15

19. İntegratör devre girişine kare dalga sinyal uygulanınca devre çıkışında elde edilen sinyalin şekli aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kare
B) Kosinüs
C) Sinüzoidal
D) Sivriltilmiş üçgen dalga
E) Üçgen

20. Diferansiyatör devre girişine kare dalga sinyal uygulanınca devre çıkışında elde edilen sinyalin şekli aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kare
B) Kosinüs
C) Sinüzoidal
D) Sivriltilmiş üçgen dalga
E) Üçgen

uçak bakım alanı

4. ÖĞRENME BİRİMİ

MODÜLASYON

analog elektronik atölyesi

Konular

4.1. GENLİK MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA

4.2. FREKANS MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA

4.3. DARBE MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA

Temel Kavramlar ve Terimler

Genlik (GM), frekans (FM), faz modülasyonu (PM), darbe modülasyonu, darbe genişlik modülasyonu (PWM).

Öğrenme Birimi Açıklaması

Bu öğrenme birimi; genlik modülasyonu, frekans modülasyonu ve darbe modülasyonu ile ilgili konuları ve uygulamaları içermektedir. Ayrıca bu öğrenme biriminde modülasyon ve çeşitleri ile ilgili bilgiler verilecektir.

Hazırlık Çalışmaları

1. **Kablosuz iletişimin ne olduğunu arkadaşlarınızla tartışınız.**
2. **Havada yayılan elektromanyetik dalgalar nasıl elde ediliyor? Fikirlerinizi sınıfta paylaşınız.**
3. **Radyoda dinlediğiniz kanallar birbirlerine karışmadan insanlara nasıl ulaşıyor olabilir?**

4.1. GENLİK MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA

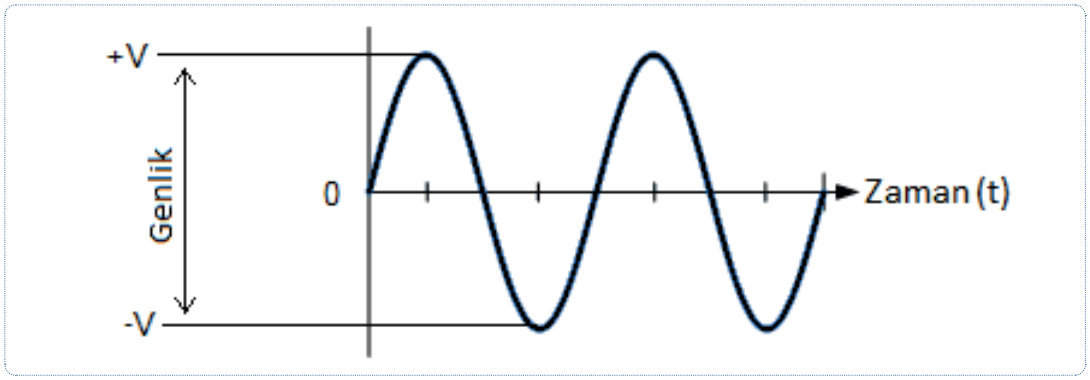
Yüksek frekanslı sinyal genliğinin (taşıyıcı) daha düşük frekanslı sinyalin (bilgi) genliğine göre değiştirilmesiyle oluşturulan sinyale **genlik modülasyonlu sinyal** denir.

4.1.1. Modülasyonla İlgili Temel Kavramlar

Modülasyonu tanımlamadan önce bazı kavramları hatırlamak gerekir. Bu kavramlar, sinüs sinyal üzerinde gösterilecektir. Bu kavramlar diğer sinyal türlerinde de geçerlidir.

Genlik

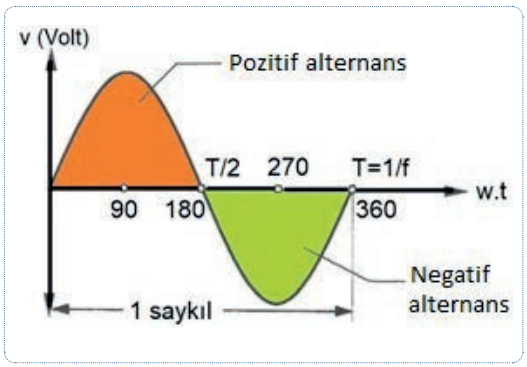
Bir sinyalin vektörel gösterimindeki alt ve üst sınırına **genlik** denir. Şekil 4.1 üzerinden incelendiğinde bir sinyalin vektörel olarak alt ve üst sınırları içinde kalan kısmına **sinyalin genliği** denir.



Şekil 4.1: Sinüs sinyalin genliği

Alternans

Bir sinyalin sıfır noktasından başlayıp tepe değere ulaştıktan sonra tekrar sıfır noktasına ulaştığı bölüme **bir alternans** denir. İki çeşit alternans vardır. Pozitif alanda olan alternanslara **pozitif alternans**, negatif alanda olan alternanslara **negatif alternans** denir (Şekil 4.2).



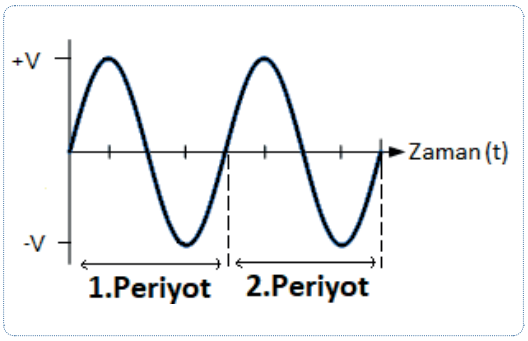
Şekil 4.2
Alternans ve saykıl

Saykıl

Pozitif ve negatif alternansların toplamına **bir saykıl** denir (Şekil 4.2).

Periyot

Bir saykılın tamamlanması için geçen süreye **periyot** denir. **T** harfi ile gösterilir. Birimi (sn.) saniyedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3
Sinüs sinyalde periyot

Frekans

Bir saniyedeki periyot sayısına **frekans** denir. **F** harfi ile ifade edilir. Birimi Hz'dir.

$F = \frac{1}{T}$ formülü ile hesaplanır.

1. Örnek: Periyodu 0,25 sn. olan sinyalin frekansı kaç Hz'dir

Çözüm: $F = \frac{1}{0,25}$=4 Hz olarak bulunur.

2. Örnek: Periyodu 0,1 sn. olan sinyalin frekansı kaç Hz'dir?

Çözüm: $F = \frac{1}{0,1}$=10 Hz olarak bulunur.

Modülasyon

Bilgi sinyallerinin taşıyıcı sinyaller vasıtasıyla istenen yere iletilmesi işlemine **modülasyon** denir. Bir antenle elektromanyetik dalgaların (ses, görüntü vb.) iletilmesi için kullanılan sinyaller, genellikle düşük frekanstadır. Bu sebeple bilgi sinyallerinin doğrudan iletilmesi fiziksel olarak mümkün olmayabilir. Bilgi sinyallerini doğrudan aktarmak için belirli bir güce ve frekansa sahip olması gerekir. Bunu sağlamanın yolu modülasyondur.

Bir sinyali taşımada kullanılacak anten boyunu hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$\lambda = \frac{c}{F}$$

$$Anten\ Boyu = \frac{\lambda}{4}$$

λ = Dalga boyu
c = Işık hızı (300 000 km/sn.)
F = Çalışma frekansı (Hz)

Örnek

Frekansı 2 KHz olan bir bilgi sinyalinin iletilmesi için gereken anten boyunu hesaplayınız. (c=300 000 km/sn.)

Çözüm

1 KHz'in 1000 Hz olduğu unutulmamalıdır.

λ=300 000/1000=300 km ➔ Dalga boyu 300 km bulunur. Anten Boyu=300/4=75 km

Anten boyu 75 km gibi yüksek bir değerdir. Bu anteni pratikte kullanmak mümkün değildir.

Bilgi sinyalini yüksek frekanslı bir taşıyıcı sinyale bindirip gönderildiğinde frekans artacağı için anten boyu da azalacaktır. Bu durum örnek üzerinden aşağıdaki şekilde açıklanır.

1 KHz'lik bilgi sinyali 100 KHz'lik bir taşıyıcıya bindirilip gönderilirse anten boyu ne kadar olur?

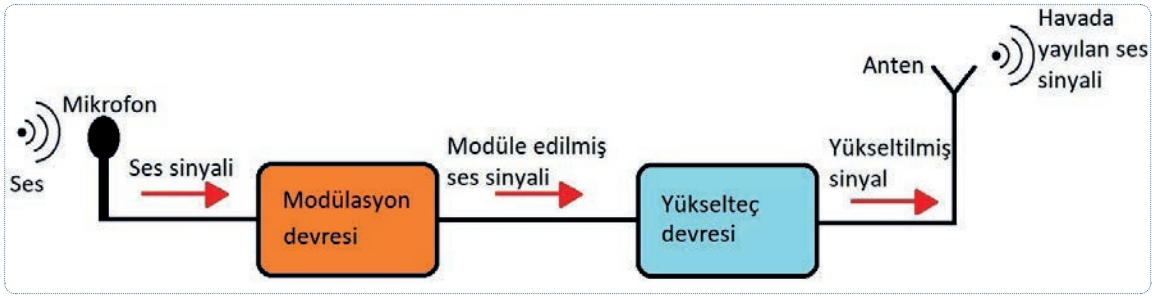
100 KHz=100 000 Hz olduğu unutulmamalıdır.

λ=300 000/100 000=3 km ➔ Dalga boyu 3 km bulunur. Anten Boyu=3/4=0,75 km

Yukarıda görüldüğü gibi frekans artınca anten boyu da azalmaktadır.

Bozucu çevre etmenleri (başka sinyaller, ısı, ışık vb.) de modülasyon yapmayı gerekli kılan bir diğer durumdur. Bu sebeple düşük frekanslı bilgi sinyalinin uzak mesafelere iletilmesi için yüksek frekansların üzerine bindirilerek gönderilmesi gerekir.

Şekil 4.4'te ses sinyali modülasyonun nasıl yapıldığı basit blok diyagram olarak görülmektedir. Ses sinyalleri gibi diğer bilgi sinyalleri de aynı şekilde iletilir.



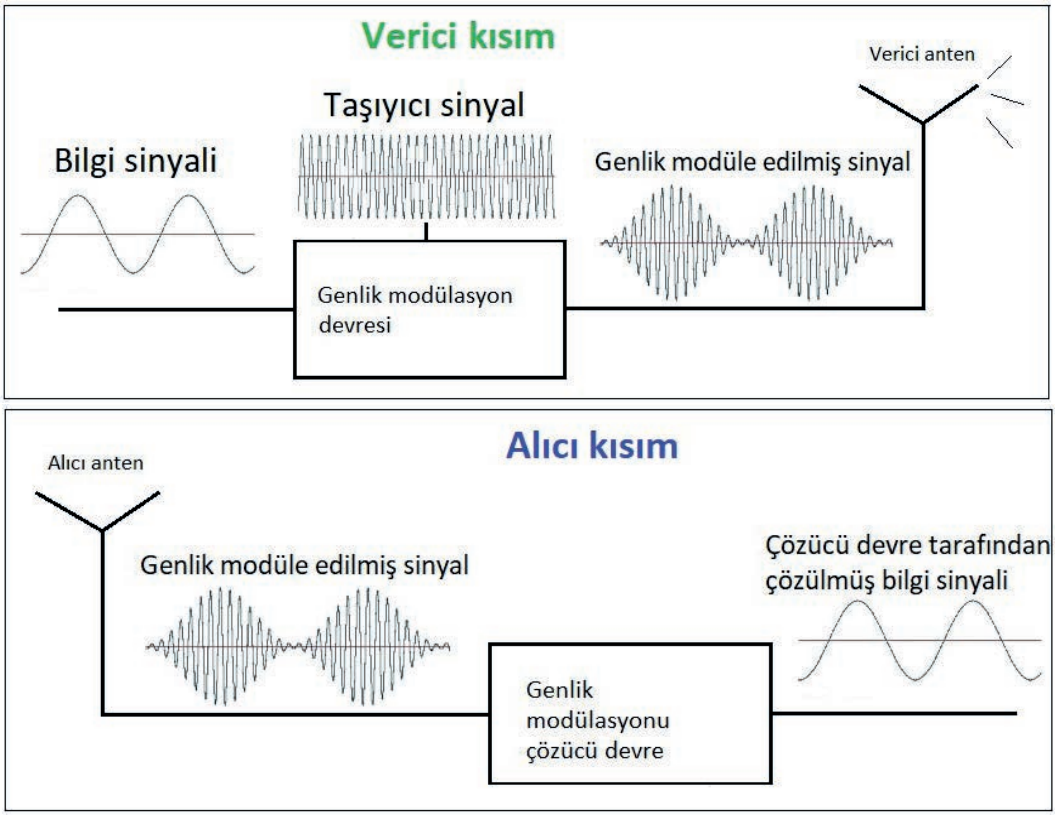
Şekil 4.4
Modülasyon blok şeması

4.1.2. Genlik Modülasyonu

Bilgi sinyallerini iletmenin bir yolu genlik modülasyonudur. Yüksek frekanslı sinyalin genliği değiştirilip iletilmek istenen bilgi sinyalinin yapısına benzetmek ve kodlamaktır. Genlik modülasyonu, GM olarak ifade edilir.

Uzak mesafelere gönderilmek istenen düşük frekanslı bilgi sinyalleri (ses, görüntü vb.) önce elektrik enerjisine çevrilir. Daha sonra taşıyıcı sinyal üzerine bindirilerek elektromanyetik dalgalar şeklinde uzak mesafelere ulaştırılır.

Bilgi sinyali, taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilerek kodlanır. Verici antenler vasıtasıyla elektromanyetik dalgalar hâlinde havaya yayılır. Alıcı anten, elektromanyetik dalgaları alarak çözücü devreye gönderir. Çözücü devre ise modüle edilmiş sinyali, ilk gönderilen bilgi sinyali hâline dönüştürür. Burada görülen basit bir blok şemadır. Bu şema diğer modülasyon türlerinde de geçerlidir fakat modülasyon yöntemleri farklıdır. Bu yüzden blok şema diğer modülasyon türleri için de önemlidir (Şekil 4.5).

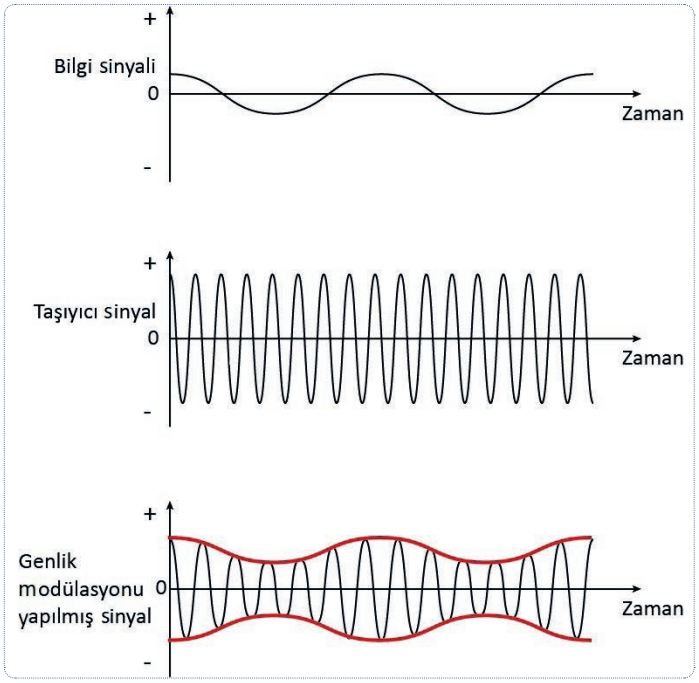


Şekil 4.5
Genlik modülasyon blok şeması

4.1.3. Genlik Modülasyonlu Sinyal

Kaynaktan alıcıya iletmek için kullanılan ses, görüntü vb. verilerin elektromanyetik veya elektriksel işaretlerine **bilgi sinyali** denir. Bilgi sinyalleri değişik yapılarda olabilir. Bu yapılar; kare, sinüs, üçgen, testere dişi ve kompleks vb. dir.

Bilgi sinyalinin taşınması için gerekli olan yüksek frekanslı sinyale **taşıyıcı sinyal** denir. Örneğin 10 KHz'lik bilgi sinyalini 100 Kz'lik bir taşıyıcı sinyal vasıtasıyla iletmek mümkündür.



Şekil 4.6
Genlik modülasyonu

Taşıyıcı sinyal genliği bilgi sinyalinin genliğine göre değiştirilerek genlik modülasyonlu sinyal elde edilir.

Genlik modülasyonuna uğramış sinyal, kırmızı çizgiler ile bilgi sinyalini içerisinde barındırır (Şekil 4.6). Görsel 4.1'deki osiloskop ekranında genlik modülasyonlu sinyal görülmektedir. Taşıyıcı sinyalin dış zarfı bilgi sinyaline göre değişmektedir.

Görsel 4.1
Genlik modüleli sinyal ile bilgi sinyali karşılaştırılması

4.1.4. Genlik Modülasyonlu Sinyalde Bulunan Farklı Frekans Tipleri

Bilgi sinyalinde yer alan bütün frekanslar, modülasyon işleminde alt ve üst yan bantlar olarak elde edilir (Şekil 4.7).

Şekil 4.7
Genlik modülasyonlu işaretin frekans ortamında gösterimi

Bilgi Kutusu

- Bir işaretin, frekans spektrumunda işgal ettiği yere **bant genişliği** denir.
- **Spektrum (tayf),** elektromanyetik dalgaların belli bir değer kümesiyle sınırlanmadan birbiri ardınca sonsuz bir şekilde değişmesidir.

4.1.4.1. Çift Yan Bant Genlik Modülasyonu

Bilginin iletilmesi sırasında alt ve üst yan bantların her ikisinin de kullanıldığı genlik modülasyonuna **çift yan bant genlik modülasyonu** denir.

4.1.4.2. Tek Yan Bant Genlik Modülasyonu

Bilgi iletimi sırasında tek bir yan bandın kullanılmasına **tek yan bant genlik modülasyonu** denir. En sık kullanılan modülasyon türüdür. Tek yan bant modülasyonu gücün minimum düzeyde harcaması sayesinde sık kullanılır.

Örnek

100 Hz ile 10 KHz frekans aralığında olan bilgi sinyali 500 KHz'lik bir taşıyıcı sinyale genlik modülasyonu sonucu oluşan alt yan bantlar ve üst yan bantları Şekil 4.8 üzerinde incelendiğinde;

Şekil 4.8
Alt yan bant ve üst yan bant

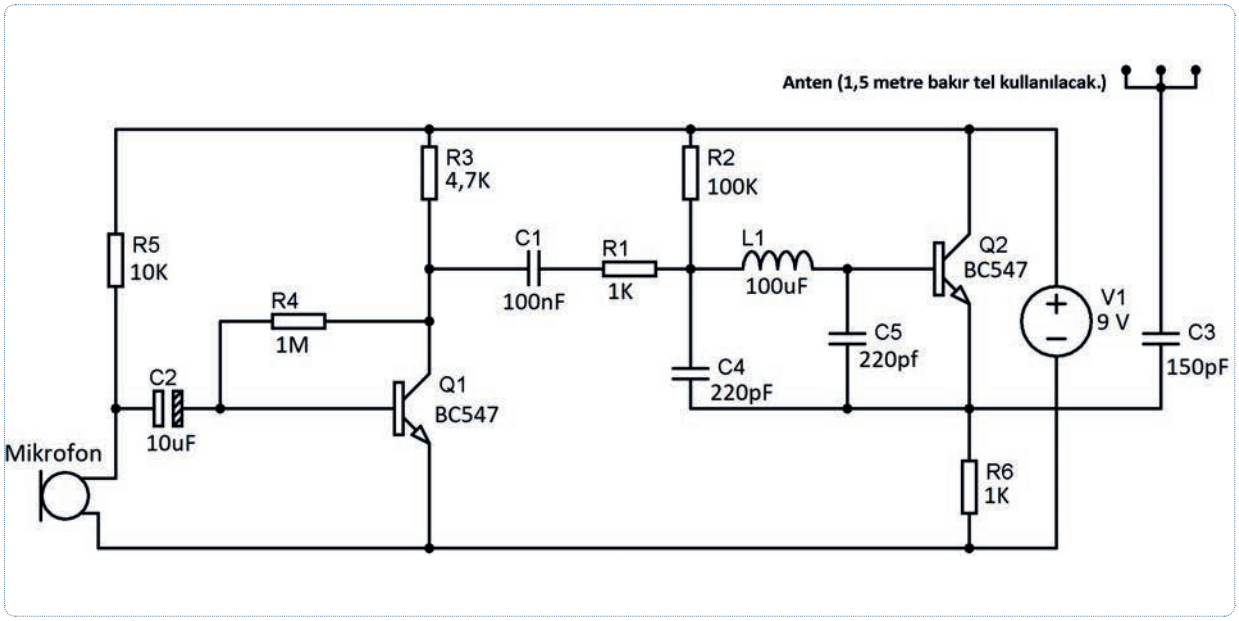
Alt Yan Bant=Taşıyıcı Sinyal–Bilgi Sinyali ➔ 500 KHz–10 KHz ve 500 KHz–100 Hz arasındadır. Sonuç, 490 KHz ile 499,9 KHz arasında çıkar.

Üst Yan Bant=Taşıyıcı Sinyal+Bilgi Sinyali ➔ 500 KHz+100hz ve 500 KHz+10 KHz arasındadır. Sonuç, 500,1 KHz ile 510 KHz arasında çıkar.

4.1. UYGULAMA: GENLİK MODÜLASYONLU VERİCİ DEVRE (GM VERİCİ)

Amaç: GM verici devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.9: GM verici devre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/9 V	1 Adet
Direnç	2x1 KΩ, 4,7 KΩ, 10 KΩ,100 KΩ, 1 MΩ	6 Adet
Transistör	2xBC547	2 Adet
Kutupsuz Kondansatör	100 nF, 2x220 pF, 150 pF	4 Adet
Kutuplu Kondansatör	10 uF	1 Adet
Mikrofon	Kapasitif	1 Adet
Bobin	100 uH	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.9'daki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız. Güç kaynağının gerilimini 9 volta getiriniz.
4. Mikrofon girişine ses uygulayınız.
5. Bir GM alıcı radyo temin ederek yaptığınız GM verici devresini test ediniz. Yaptığınız devre sabit frekanslı olduğu için GM alıcının frekansını, vericiden gönderdiğiniz sesi duyana kadar ayarlama yapınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. GM verici ve alıcı arasındaki farkları açıklayıp arkadaşlarınızla fikirlerinizi paylaşınız.

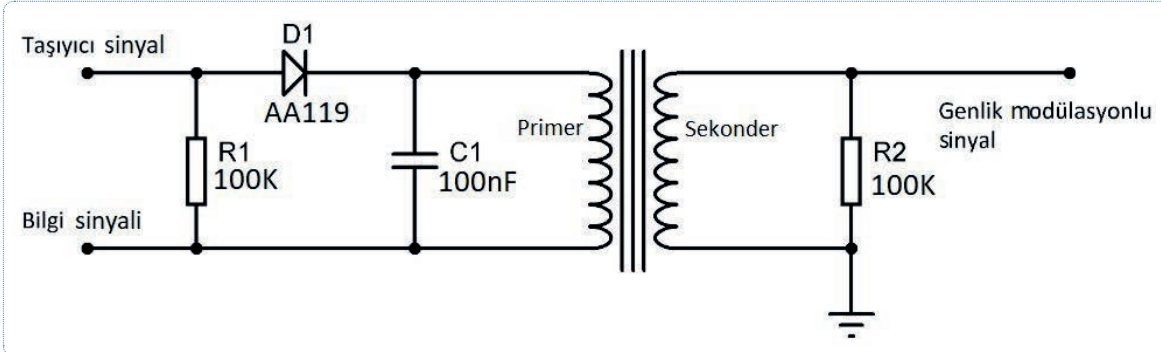
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

4.2. UYGULAMA: GENLİK MODÜLASYONLU VERİCİ DEVRE KURMAK 1

Amaç: Genlik modülasyonlu devre kurmak ve giriş-çıkış sinyallerinin ölçümlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.10: Genlik modülasyon devre şeması

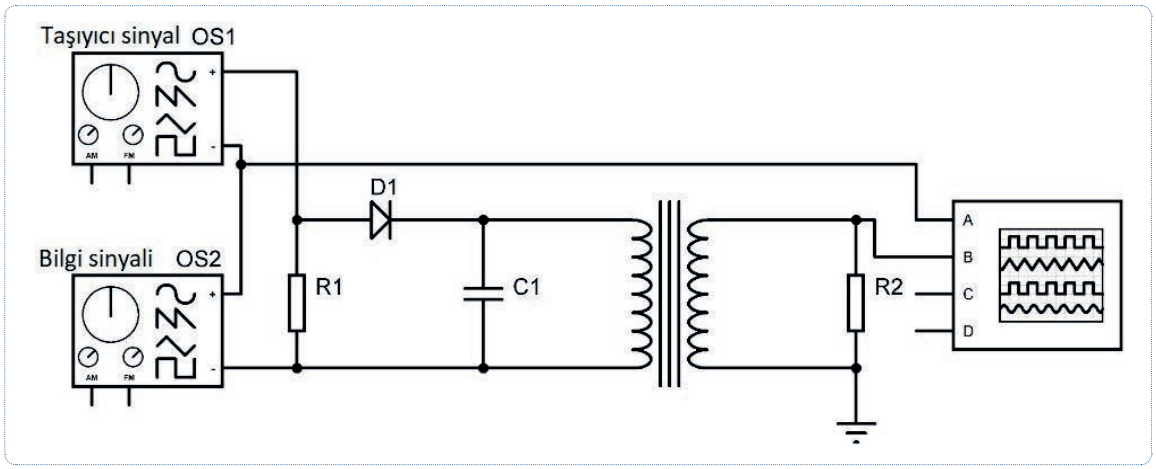
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Direnç	2x100 KΩ	2 Adet
Diyot	AA119 (Germanyum)	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	100 nF	1 Adet
Trafo	Nüveli, (primer sekonder bobinli)	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

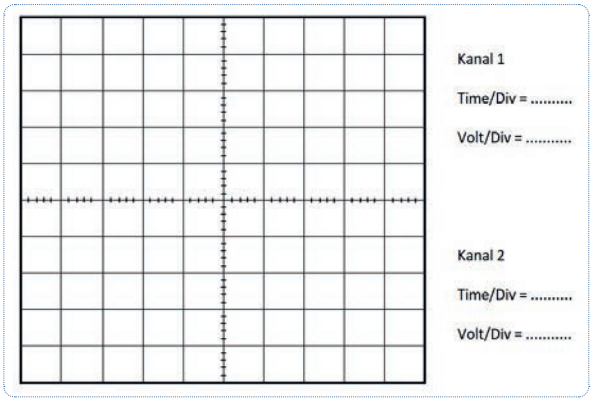
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.10'daki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü Şekil 4.11'deki gibi bağlayınız.
4. Sinyal jeneratörlerinden bilgi sinyali 1 KHz 1 Vpp'ye, taşıyıcı sinyali 100 KHz 5 Vpp'ye ayarlayınız.

5. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Şekil 4.12'ye yazınız.
6. Çıkış sinyalini Şekil 4.12'ye çiziniz.



Şekil 4.11
Genlik modülasyonlu devre sinyal jeneratörü ve osiloskop bağlantısı



Şekil 4.12
Osiloskop ekranı (GM sinyali çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

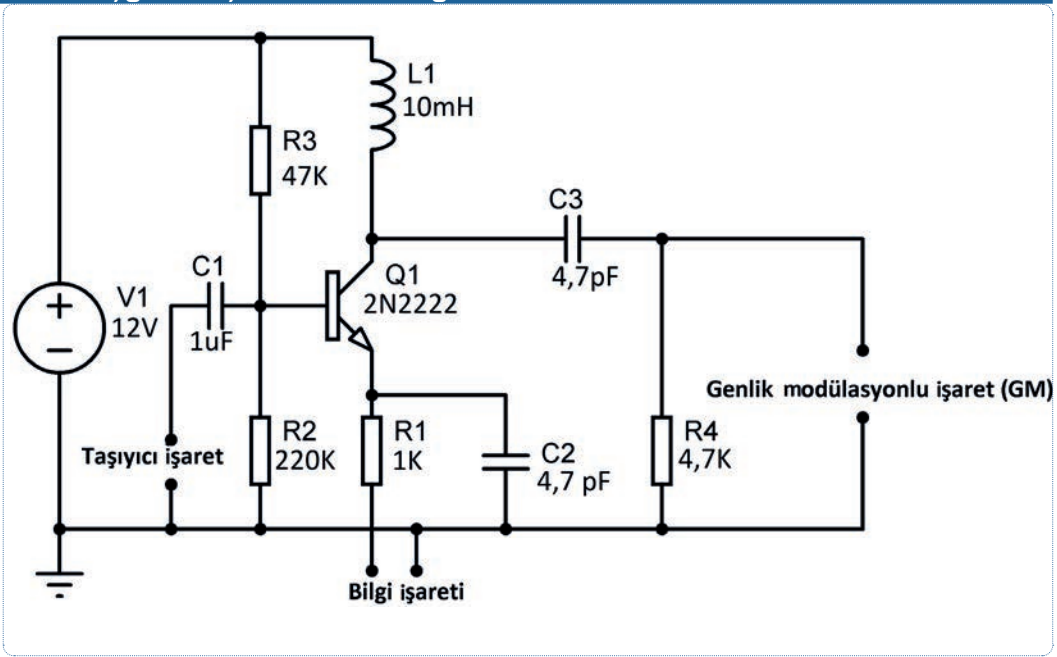
1. Modülasyon sinyal ile taşıyıcı sinyal arasındaki farkları açıklayınız.
2. Modülasyon sinyal ile bilgi sinyali arasındaki farkları açıklayınız.
3. Modülasyonun gerekliliğini arkadaşlarınızla paylaşıp fikirlerinizi karşılaştırınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

4.3. UYGULAMA: GENLİK MODÜLASYONLU VERİCİ DEVRE KURMAK 2

Amaç: Genlik modülasyonlu devre şeması kurmak ve giriş-çıkış sinyallerinin ölçümünü yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.13: Genlik modülasyon devre şeması

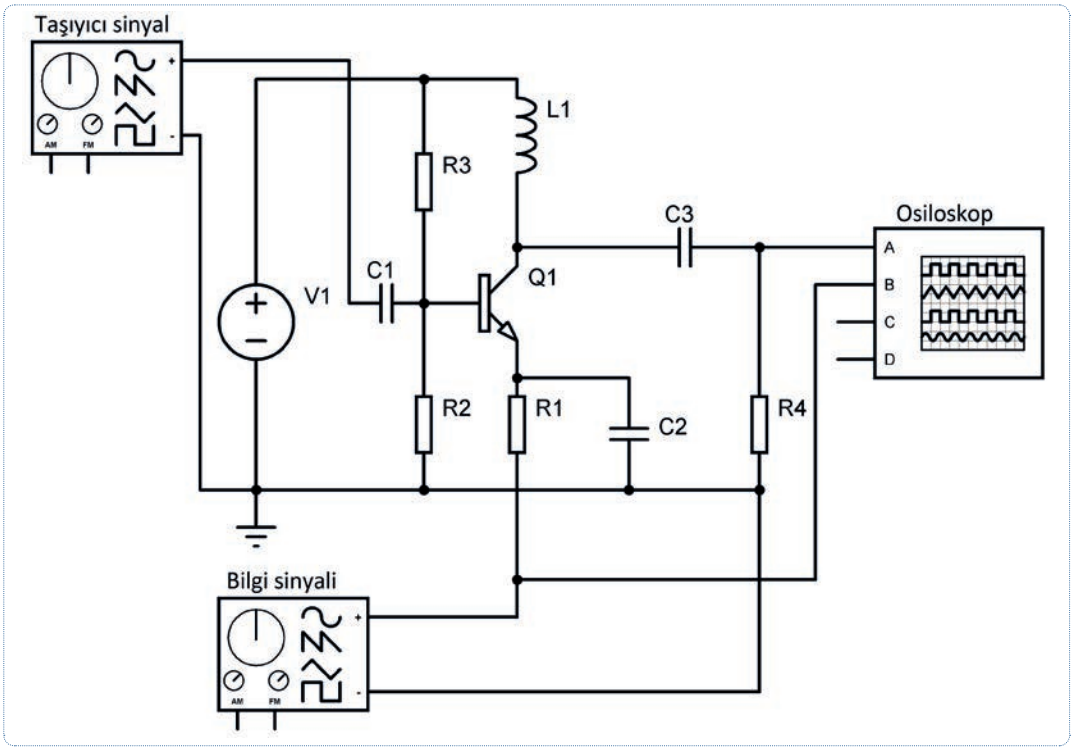
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
DC Güç Kaynağı	220/12 V	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 4,7 KΩ, 47 KΩ, 220 KΩ	4 Adet
Kutupsuz Kondansatör	2x4,7 pF, 1 uF	3 Adet
Transistör	2N2222	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

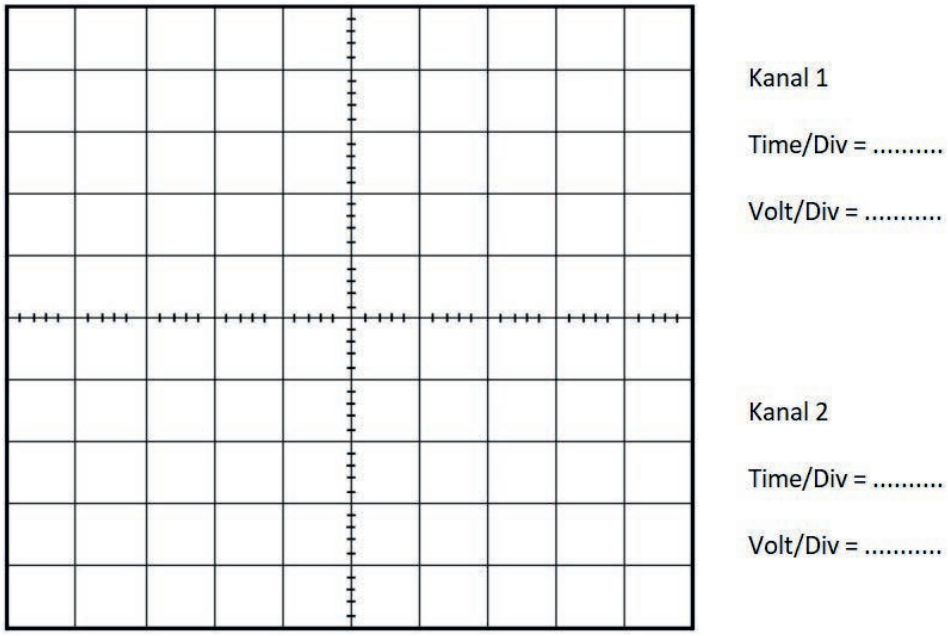
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.13'deki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde osiloskop ve sinyal jeneratörü bağlantılarını yapınız.
4. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü Şekil 4.14'teki gibi bağlayıp açınız. Güç kaynağını gerekli voltaja getiriniz.
6. Bilgi sinyali 15 KHz, 1 Vpp'ye, Taşıyıcı sinyali 300 KHz 1 Vpp'ye ayarlayınız.



Şekil 4.14: Genlik modülasyonlu devre sinyal jeneratörü ve osiloskop bağlantısı

uygulama sayfası

7. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Şekil 4.15'e yazınız.
8. Çıkış sinyalini Şekil 4.15'e çiziniz.
9. Malzemelerinizi gerektiği kadar kullanınız. Fazla malzemelerinizi saklayınız. Daha sonraki uygulamalar için gerekli olabilir.



Şekil 4.15: Osiloskop ekranı (GM sinyali çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Uygulanan bilgi sinyalinin genliği değiştirildiğinde çıkış sinyalinde nasıl bir değişim meydana gelir? Uygulama yaparak arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Bilgi sinyali ile modüleli sinyal arasındaki farkları açıklayınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

4.2. FREKANS MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA

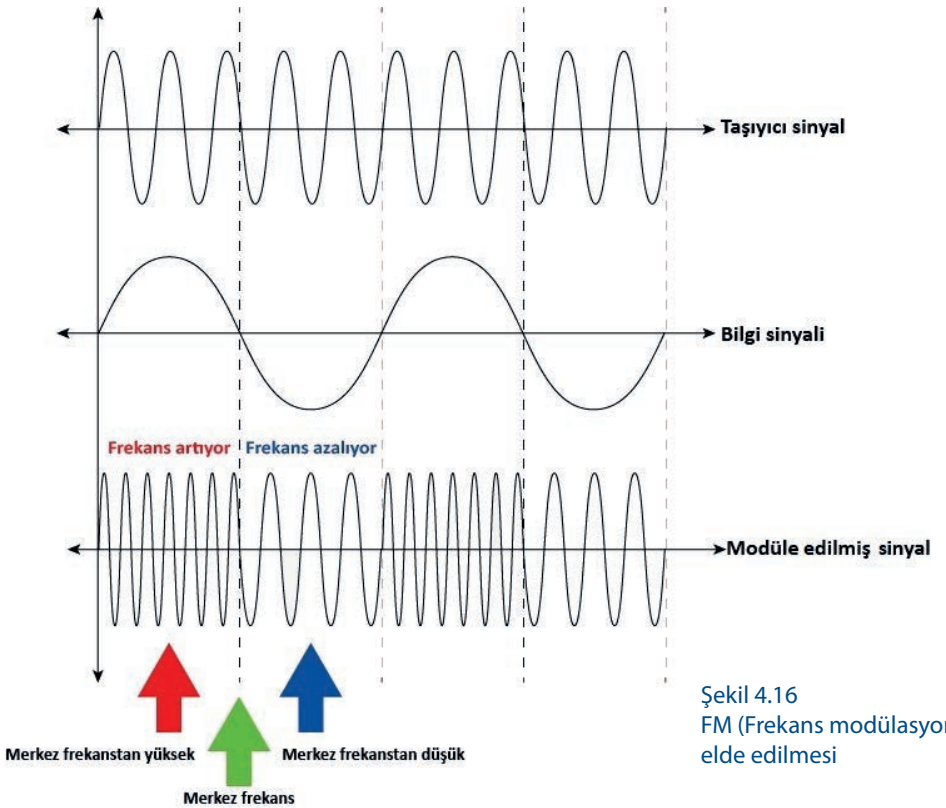
Taşıyıcı sinyal frekansının bilgi sinyalinin genliğine göre değiştirilmesiyle oluşturulan sinyale **frekans modülasyonlu sinyal** denir.

4.2.1. Frekans Modülasyonun Elde Edilmesi

Frekans modülasyonu, bilgi sinyalinin durumuna göre genliği sabit tutulan taşıyıcı sinyalin frekansının değiştirilmesi ile oluşur. Genlik modülasyonuna göre bazı avantajları vardır. Bunlardan en önemlisi, bilgi sinyalini iletilmek istenen ortama daha iyi iletmesidir. Böylece daha kaliteli bir iletim gerçekleşir.

Frekans modülasyonu için iki önemli sinyal vardır. Bunlar alçak frekanslı bilgi sinyali ve yüksek frekanslı taşıyıcı sinyalidir. Modüle edilmemiş taşıyıcının frekansına, **merkez** ya da **sükunet frekansı** adı verilir. Örneğin 2 KHz'lik bilgi sinyali ile 100 MHz'lik taşıyıcı sinyal, frekans modülasyonuna tabi tutulursa buradaki 100 MHz taşıyıcının merkez frekansıdır. Modülasyon için gerekli olan sinyaller, Şekil 4.16'da bilgi ve merkez frekanslı taşıyıcı sinyali olarak gösterilmiştir.

Bilgi sinyalinin pozitif (+) alternanslarında, taşıyıcının frekansı yükselir. Bu değer merkez frekansının üstündedir. Taşıyıcının en yüksek frekansı, bilgi sinyalinin pozitif (+) maksimum değerinde elde edilir. Bilgi sinyalinin negatif (-) alternanslarında, taşıyıcının frekansı azalır. Bu değer merkez frekansının altındadır. En düşük taşıyıcı frekansı, bilgi sinyalinin negatif (-) maksimum değerinde elde edilir. Modüle eden sinyalin genliği sıfırsa taşıyıcı frekansı merkez frekansına eşittir (Şekil 4.16).



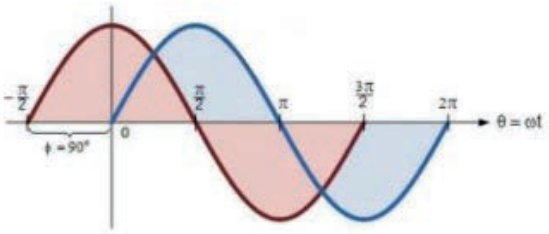
Şekil 4.16
FM (Frekans modülasyonu) elde edilmesi

4.2.2. Faz Modülasyonu

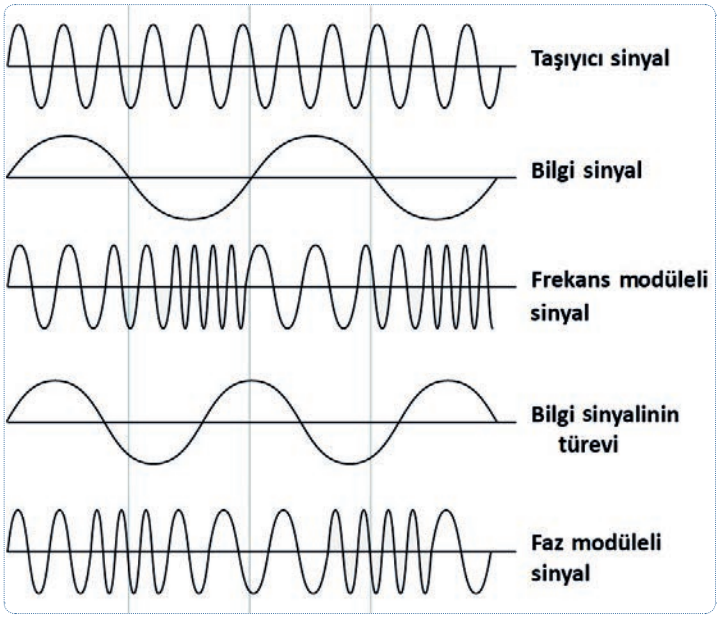
Faz modülasyonu ile frekans modülasyonu birbirlerine benzer. Kablosuz haberleşmede faz modülasyonu ve frekans modülasyonu birlikte kullanılır.

Faz modülasyonu **PM** olarak ifade edilir. Taşıyıcı sinyal fazının, bilgi sinyalinin genliğine ve frekansına bağlı olarak değiştirilmesidir. Faz modülasyonu **(PM),** bir taşıyıcı dalganın anlık fazında varyasyonlar olarak bir mesaj sinyalini kodlar. Faz modülasyonu, frekans modülasyonu ile birlikte iki temel modülasyondan biridir. Bir taşıyıcı sinyalin fazı, mesaj sinyalinin değişen sinyal seviyesini takip edecek şekilde modüle edilir. Pik genliği ve taşıyıcı sinyalin frekansı sabit tutulur ancak mesaj sinyalinin genliği değiştikçe taşıyıcının fazı da değişir. Faz modülasyonu, radyo dalgalarını iletmek için yaygın olarak kullanılır. Wi-Fi, GSM ve uydu televizyon gibi geniş bir teknolojinin altında yatan birçok dijital iletim, kodlama şemasının ayrılmaz bir parçasıdır (Şekil 4.18).

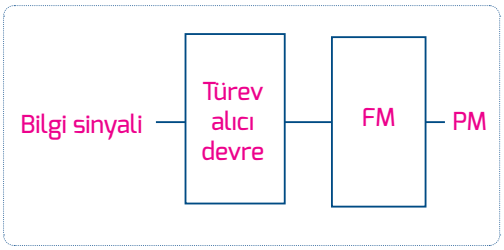
Bilgi Kutusu



Kırmızı sinyal mavi sinyalden 90^0 daha önce polarite olmaya başladığı için kırmızı sinyal mavi sinyalden 90^0 **ileri fazda** ya da mavi sinyal kırmızı sinyalde 90^0 **geri fazdadır**, denir.



Şekil 4.18
Frekans ve faz modülasyon sinyalleri



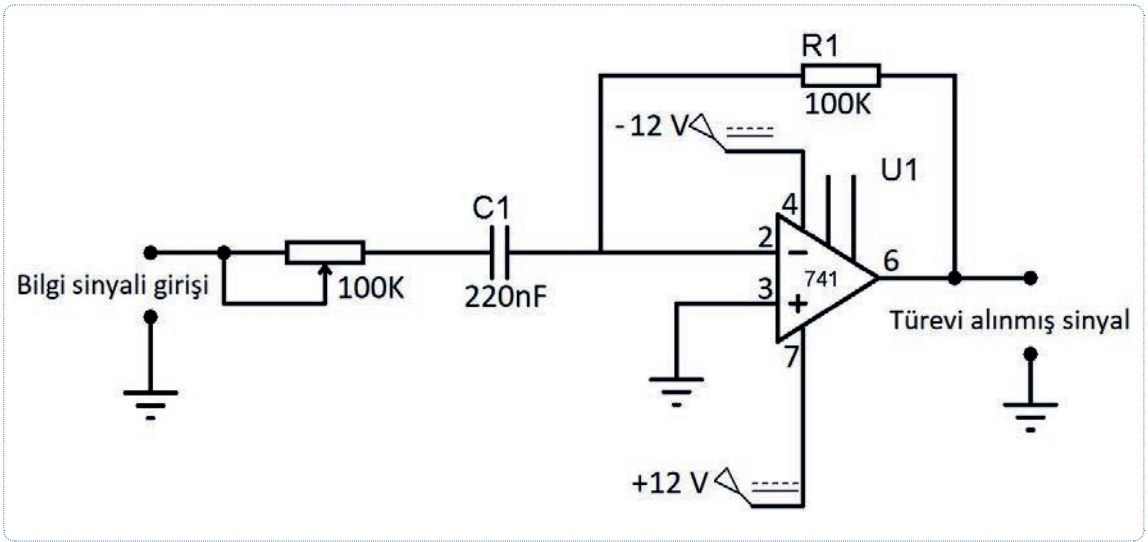
Şekil 4.17
Faz modüle sinyalin elde edilmesi

Faz modüleli sinyalin elde edilmesi için öncelikle bilgi sinyalinin türev alıcı devre ile türevi alınır. Daha sonra frekans modülasyonu uygulanır ve faz modüleli sinyal elde edilir (Şekil 4.17). Şekil 4.18 üzerinde bilgi sinyalinin pozitif alternansında faz modüle edilmiş, sinyalin frekansı azalmıştır. Sinyal, bilgi sinyalinin sıfır olduğu noktada modüle edilmiş ve merkez frekansa eşittir. Bilgi sinyalinin negatif alternansında modüle edilmiş, sinyal yüksek frekanstadır.

4.4. UYGULAMA: TÜREV ALICI DEVRE KURMAK

Amaç: Türev alıcı devre kurarak ölçümlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.19: Türev alıcı devre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/12 V (Simetrik +12 V 0 -12 V)	1 Adet
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
Direnç	100 KΩ	1 Adet
Potansiyometre	100 KΩ	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	220 nF	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

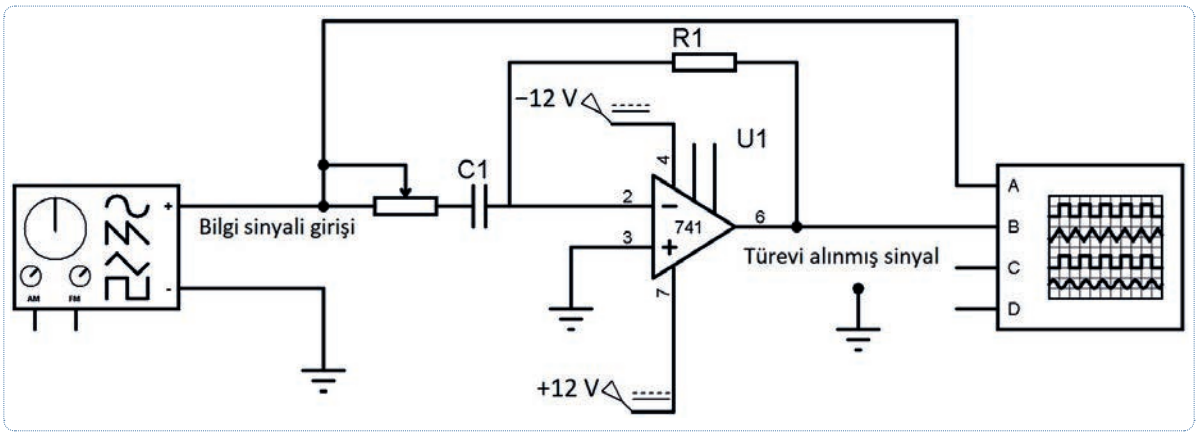
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.19'daki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

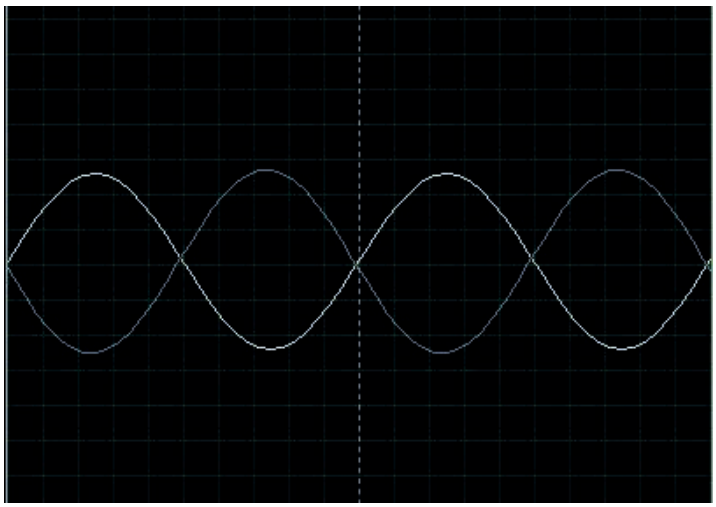
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23707

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23707

3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Osiloskop ve sinyal jeneratörünü Şekil 4.20'deki gibi devreye bağlayınız.
5. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü açınız. Güç kaynağını gerekli voltaja getiriniz.
6. Sinyal jeneratöründen önce 1 KHz'lik bir sinüs sinyali uygulayınız. Osiloskopta oluşan sinyallerin Görsel 4.2'deki gibi olması için Volt/Div ve Time/Div ayarları ile devrede bulunan potansiyometre ayarlarını yapınız.
7. Osiloskopta elde edilen sinyalleri Şekil 4.21'e çiziniz.
8. Sinyal jeneratöründen farklı sinyaller (kare, üçgen vb.) uygulayınız. Uyguladığınız sinyale göre çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
9. Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.



Şekil 4.20: Türev alıcı devre sinyal jeneratörü ve osiloskop bağlantısı



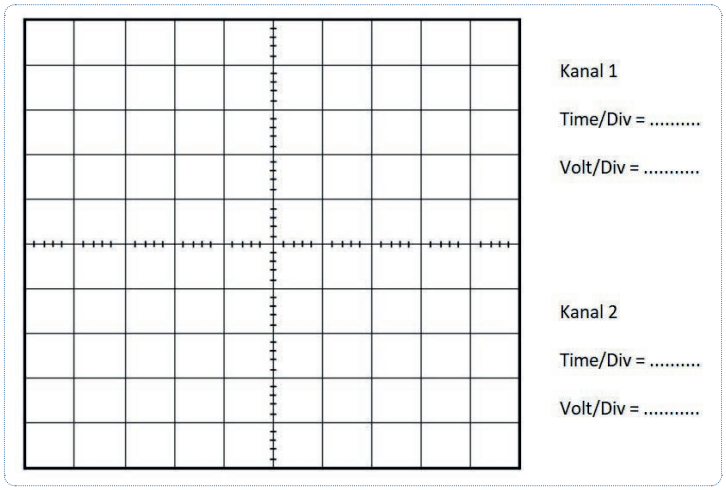
Görsel 4.2
Türev alıcının osiloskoptaki çıkış görüntüsü

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=23707

süre: 2 ders saati

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devredeki potansiyometrenin görevini kısaca açıklayınız.



Şekil 4.21
Osiloskop ekranı
(Türev alıcı devrenin giriş-çıkış sinyali çizim alanı)

2. Devrenin girişine sinüs sinyal uygulandığında çıkış sinyalinin durumunu kısaca yorumlayınız.

3. Devre girişine sinüs sinyali hariç farklı bir sinyal uyguladığında çıkışta oluşan sinyali yorumlayınız.

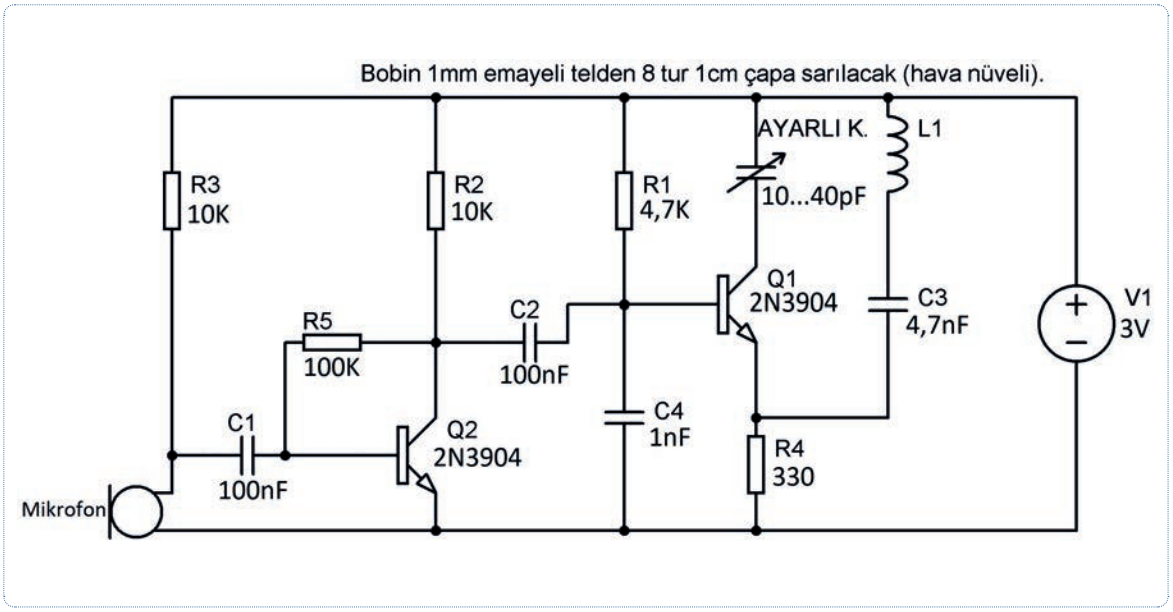
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

4.5. UYGULAMA: FM VERİCİ DEVRE KURMAK 1

Amaç: Frekans modülasyonlu (FM verici) devre şeması kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.22: FM Verici uygulama devre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
DC Güç Kaynağı	220/3 V	1 Adet
Direnç	330 Ω, 4.7 KΩ, 2x10 KΩ, 100 KΩ	5 Adet
Transistör	2x2N3904	2 Adet
Kutupsuz Kondansatör	1 nF, 4.7 nF, 2x100 nF	4 Adet
Ayarlı Kondansatör	10 pF…40 pF (trimmer)	1 Adet
Mikrofon	Kapasitif	1 Adet
Bobin	(1 mm telden 8 tur 1 cm çapa sarılacak)	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

süre: 2 ders saati

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.22'deki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Mikrofon girişine ses uygulayınız. Ayarlı kondansatör ile frekans ayarı yapınız.
5. Bir FM alıcı temin ederek yaptığımız FM verici devresini test ediniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devrede kullanılan bobine bir metal yaklaştırıldığında sinyalde bozulma olmasının nedeni ne olabilir? Arkadaşlarınızla bu konuyu tartışınız.

2. Bu uygulamada bobinin görevini kısaca açıklayınız.

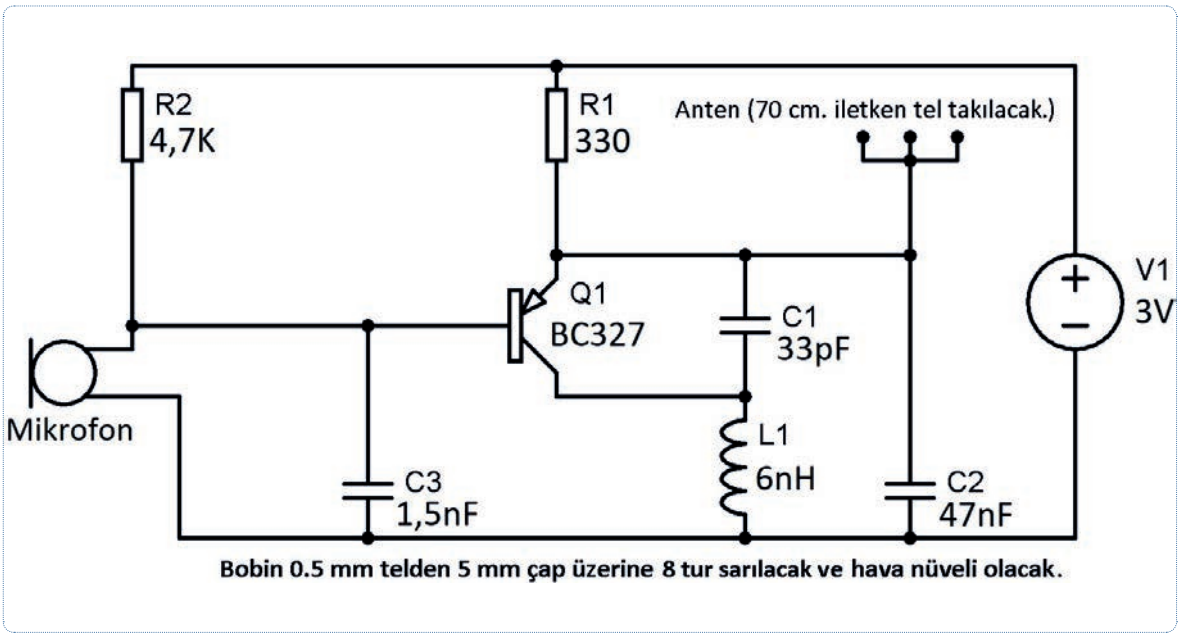
uygulama sayfası

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

4.6. UYGULAMA: FM VERİCİ DEVRE KURMAK 2

Amaç: Frekans modülasyonlu devre şeması kurmak ve giriş-çıkış sinyallerinin ölçümlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.23: Frekans modülasyon uygulama devre şeması

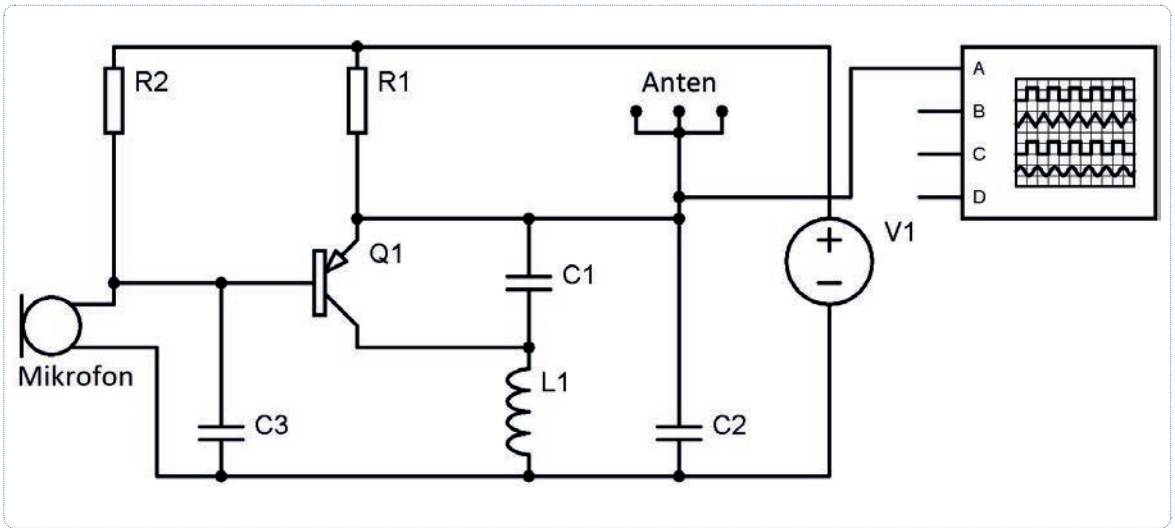
Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
DC Güç Kaynağı	220/3 V	1 Adet
Direnç	330 Ω, 4.7 KΩ	2 Adet
Transistör	BC327	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	1,5 nF, 33 pF, 47 pF	3 Adet
Mikrofon	Kapasitif	1 Adet
Bobin	6 nH	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

süre: 2 ders saati

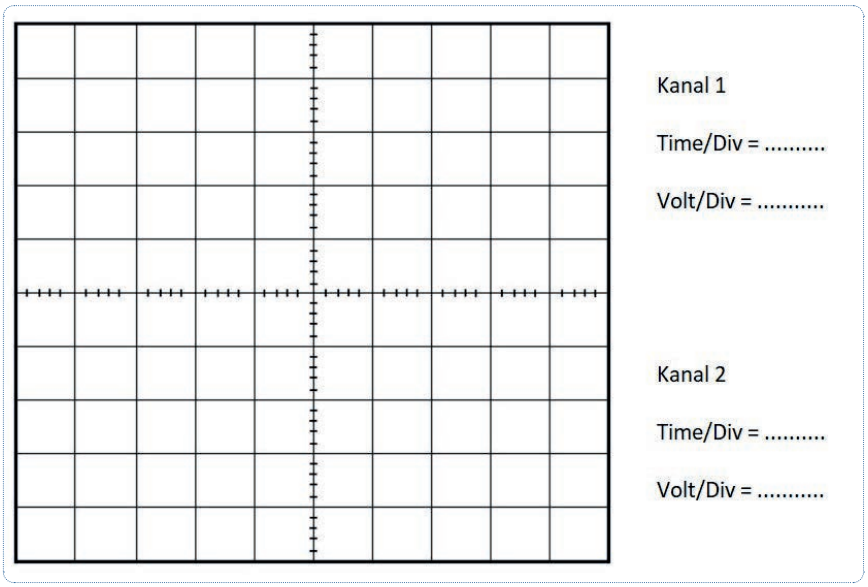
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.23'teki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız, güç kaynağı gerilimini 0 volta getirip uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Osiloskobu Şekil 4.24'teki gibi bağlayıp açarak güç kaynağını 9 volta getiriniz.
5. Mikrofon girişine ses uygulayınız ve çıkış sinyallerini inceleyiniz.
6. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Şekil 4.25'e yazınız.
7. Çıkış sinyallerini Şekil 4.25'e çiziniz.
8. Bir FM alıcı temin ederek yaptığınız FM verici devresini test ediniz.



Şekil 4.24: Frekans modülasyonlu devre osiloskop bağlantısı

uygulama sayfası



Şekil 4.25: Osiloskop ekranı (FM verici çıkış sinyali çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Mikrofona ses uygulanmadığı zaman çıkışta nasıl bir sinyal gözlemliyorsunuz? Açıklayınız.

2. Devrede kullanılan bobine bir metal yaklaştırıldığında sinyalde bozulma veya kayma meydana geliyor mu? Açıklayınız.

3. Bu uygulamada bobinin görevini kısaca açıklayınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

4.3. DARBE MODÜLASYONLU SİNYALİ OLUŞTURMA

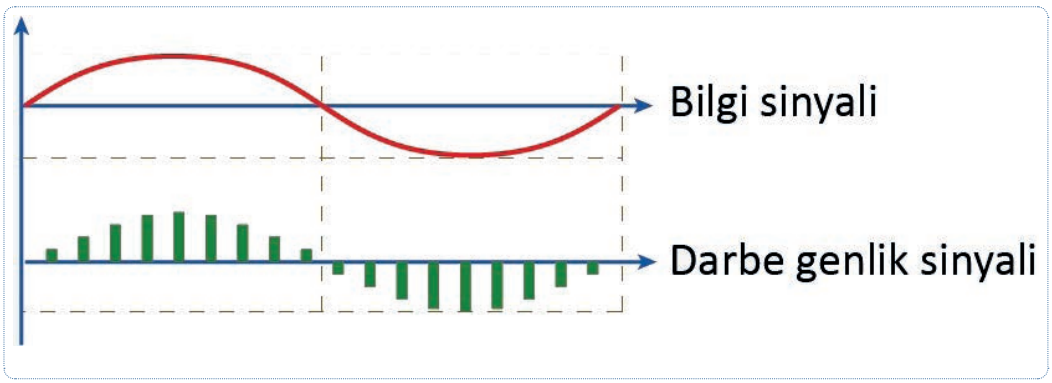
Bir eğrinin çizimi, belli sayıda nokta ile yapılır. Bu nokta sayısı sonsuza kadar çıkabilir. Nokta sayısına göre yapılan hata miktarı da değişir. Eğrilerin bu şekilde çizimi darbe modülasyonunun temel mantığını ortaya koyar. Darbe modülasyonunda iletilecek elektriksel işaretlerden belirli zamanlarda numuneler alınarak iletilir. Alıcı tarafta bu numunelerden orijinal işaret elde edilir.

Darbe modülasyonu, modülasyondan ziyade bir bilgi işleme tekniğidir. İletilecek bilgi, önce darbe numunelerine dönüştürülür. Daha sonra bu darbeler ile taşıyıcı işaret, genlik veya frekans modülasyonuna tabi tutulur.

Genlik modülasyonu (GM) ile frekans modülasyonu (FM) arasında iletilebilecek bilgiye bağlı taşıyıcının bazı parametreleri sürekli değişirken, darbe modülasyonunda bilgi numunelerine bağlı olarak darbeler şeklinde bir etki söz konusudur. Darbe süresi çok kısadır. Darbe modülasyonlu dalgada darbe araları uzun süre boştur. Boş alan, darbe aralarında başka bilgiler iletilir.

4.3.1. Darbe Genlik Modülasyonu

Genliğin her anında modülasyon sinyalinin anlık genliği tarafından kontrol edilir. Sinyal, düzenli aralıklarla örneklenir. Her numunenin örnekleme anında sinyalin genliği ile orantılı yapıldığı bir modülasyon sistemidir. Bu teknik, veriler bir dizi sinyal darbesinin genliğini kodlayarak iletir (Şekil 4.26).

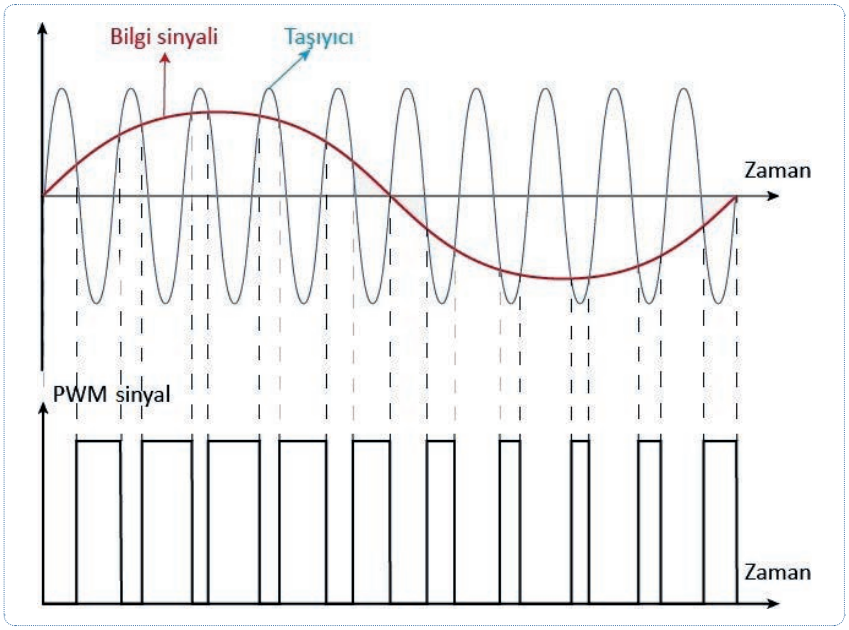


Şekil 4.26: Darbe genlik modülasyonu

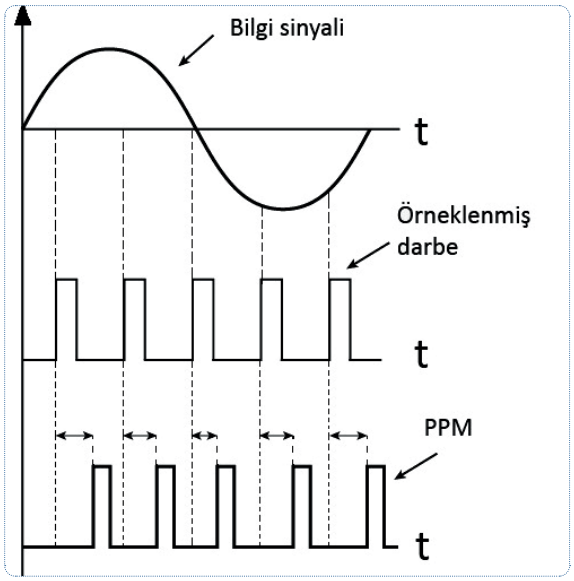
4.3.2. Darbe Genişlik Modülasyonu

Darbe genişlik sinyali, PWM olarak ifade edilir. Üretilecek darbelerin genişliklerini kontrol ederek çıkışta üretilmek istenen sinyalin elde edilmesi tekniğidir. Bu modülasyon sistemi, bilgi sinyaline göre darbelerin uzunluklarını, genişliklerini (sürelerini) ayarlayarak gerçekleştirir.

Şekil 4.27'de bilgi sinyalinin pozitif alternansının tepe değerinde darbeler en geniş durumdadır. Bilgi sinyali sıfır noktasına geldiğinde darbeler merkez darbe genişliğine gelir. Bilgi sinyali negatif alternansa geldiğinde darbe genişliği azalır. Bu kodlama yöntemi ile PWM üretilir.



Şekil 4.27
PWM sinyali



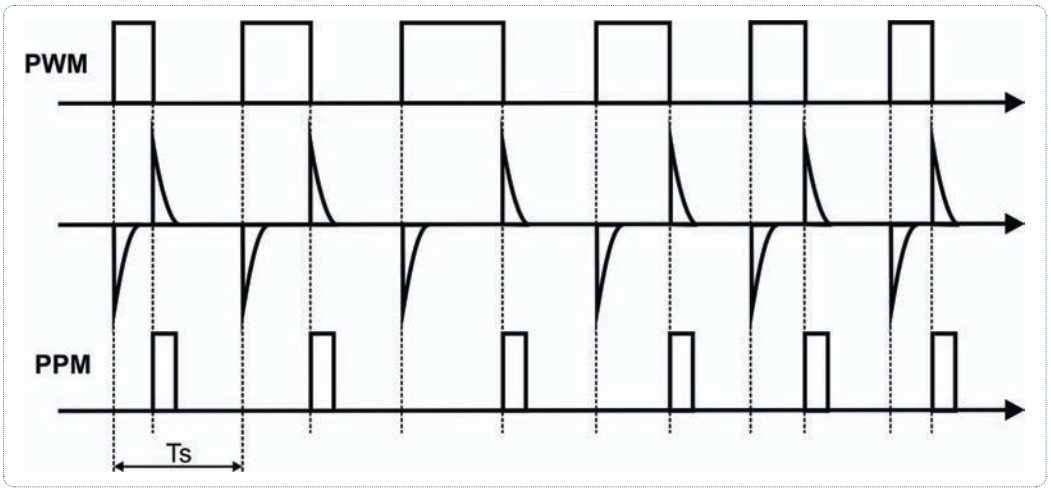
Şekil 4.28
PPM Modülasyonu

- Darbe Pozisyon Modülasyonu

Darbe pozisyon modülasonu **PPM** olarak ifade edilir. Darbe genişlik (PWM) ve darbe pozisyon (PPM) modülasyonları birbirine benzer. Şekil 4.28'de darbelerin bilgi sinyaline göre pozisyon aldığı görülmektedir. PWM işaretinden de PPM işaretini elde etmek mümkündür.

PWM işaretinden PPM işaretini elde etmek için PWM işaretinde önce yükselen ve düşen kenarlarda impuls sinyal üretilir. Daha sonra **impuls sinyaller** bir türev alıcıya uygulanır. Türev alıcı, impulstaki gerilim değişimi süresince sabit genlikli pals (darbe) oluşturur. Bunun için pozitif impulslara karşı duyarlı olan **schmitt tetikleyici** kullanılarak darbe genliği ve darbe süresi sabit olan darbeler elde edilir. PWM işaretinde gürültü az olduğu için böyle bir işaretten PPM işaretinin elde edilmesi gürültü açısından büyük fayda sağlar.

Alıcı tarafından çözülen PPM darbeleri önce PWM darbelerine dönüştürülür. Bunun için integrasyon işlemi yapılarak orijinal işaret elde edilir. PPM işareti bir flip-flop transistörünün bazına (beyz) uygulanarak PWM işareti elde edilir. Diğer flip-flop transistörünün bazına ise vericiden yayınlanan senkronizasyon işaretleri uygulanır (Şekil 4.29). Senkronizasyon darbelerinin gerekliliği diğer modülasyon çeşitlerine göre olumsuz olarak görülebilir. Darbe pozisyon modülasyonu; gürültüsüz çalışması ve diğer özelliklerinin sağladığı avantajlar sayesinde en çok tercih edilen modülasyon tipidir.



Şekil 4.29: PWM işaretinden PPM işaretinin elde edilmesi

Bilgi Kutusu

İmpuls (impıls) Sinyal

İmpulsun Türkçe karşılığı "dürtü"dür. Buradan yola çıkarak impuls sinyale **dürtü sinyali** veya **tetikleme sinyali** denir.

Schmitt (şimit) Tetikleme Devre

Üçgen ve kare dalga üretmede kullanılan iki konumlu devredir.

- Darbe Kod Modülasyonu

Bilgi Kutusu

Kuantalama

Bir analog sinyali dijital (sayısal) sinyale dönüştürme işlemidir.

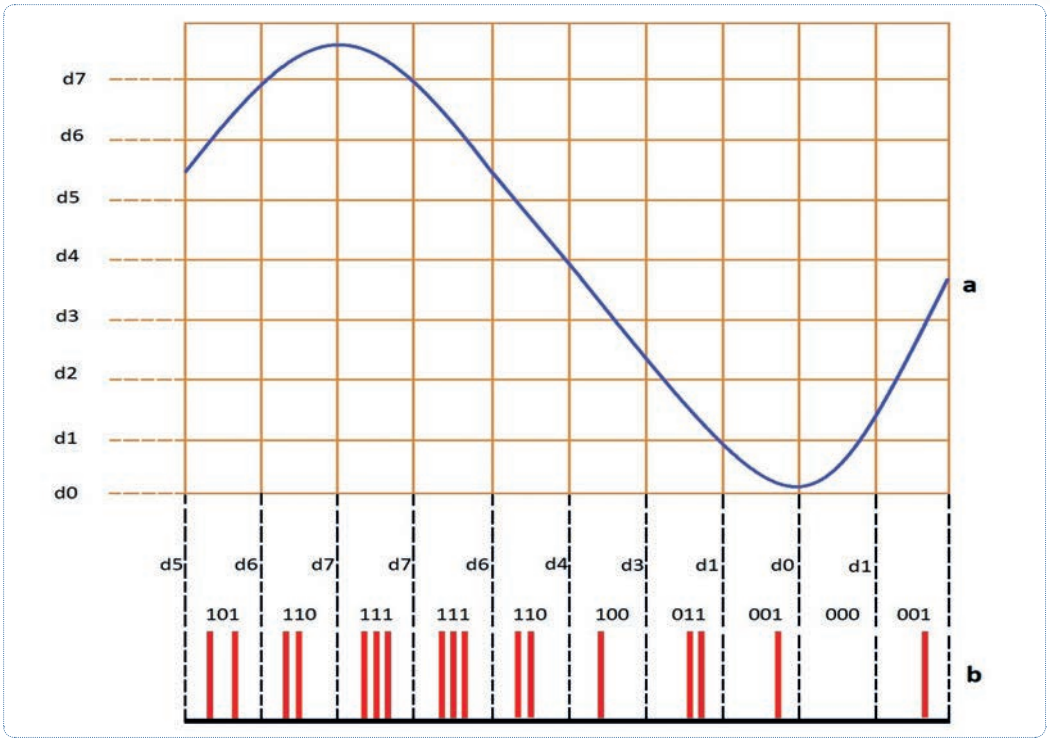
Darbe kod modülasyonu, PCM olarak ifade edilir. PCM'de darbeler, sabit uzunlukta ve sabit genliktedir. PCM'de bilgi işareti, örnekleme sinyalinin frekansına bağlı bir hızla örneklenir. Örnekleme (sampling), gönderilecek bilgi sinyalinden periyodik örnek alınması işlemidir. Daha sonra örnek değerler kuantalanır. Kullanılan her örnek değere önceden belirlenmiş seviyede en yakın değerle yakınlaştırma yapılır. Her örnek değer ya da buna karşılık gelen kuantalama seviyesi, bir binary kod sözcüğü ile kodlanır. Buna göre örnek değerler dizisi, bir binary kod sözcüğü dizisi ile gösterilir. Sonuçta elde edilen 0-1 dizisi bir darbe dizisine dönüştürülür. 1 darbeyi, 0 darbe yokluğunu gösterir.

Tablo 4.1: Onluk Sayıların 3 Bitlik Binary Kodları

Karşılık Gelen Onluk Sayı Değeri	Binary Kod
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Analog **a** sinyali darbe kod modülasyonu sonucu **b** sinyali olarak kodlanır.

Şekil 4.30'da bilgi sinyalinin başlama noktası d5 olduğu için ilk kodlama, binary olarak 101 kodlanmıştır. Daha sonra d6'ya çıkan bilgi sinyali, binary 110 olarak kodlanmıştır. Kodlama işlemi bilgi sinyalinin bulunduğu noktada modülasyonlu sinyal binary, yani dijital kodlanır.

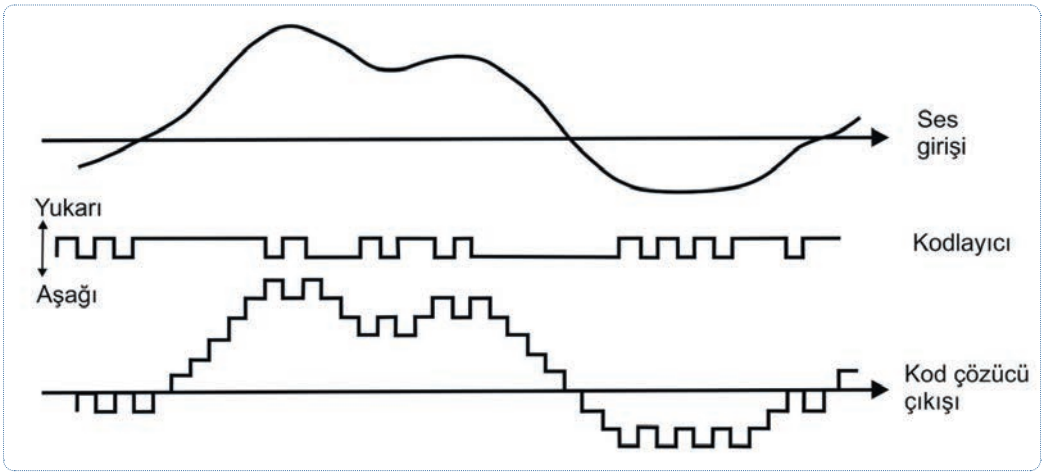


Şekil 4.30
Darbe kod modülasyonu

4.3.3. Delta Modülasyonu

Delta modülasyonu **DM** olarak ifade edilir. Delta modülasyonu darbe kod modülasyonu (PCM) gibi dijital modülasyon tekniğidir. Delta modülasyonunda modülasyona uygulanacak işaretin azalamakta mı artmakta mı azalmakta olduğu belirlenir

Kodlayıcı; giriş-çıkış sinyali artıyorsa lojik 1, azalıyorsa lojik 0 değerini alır. Bu sistem, PCM sistemine göre daha basittir. Ses işaretinde ani değişimler olmaz. Bir numuneden sonraki numuneye kadar küçük bir fark oluşur. PCM sisteminde ise ani değişimlerin cevabı alınabilir (Şekil 4.31).



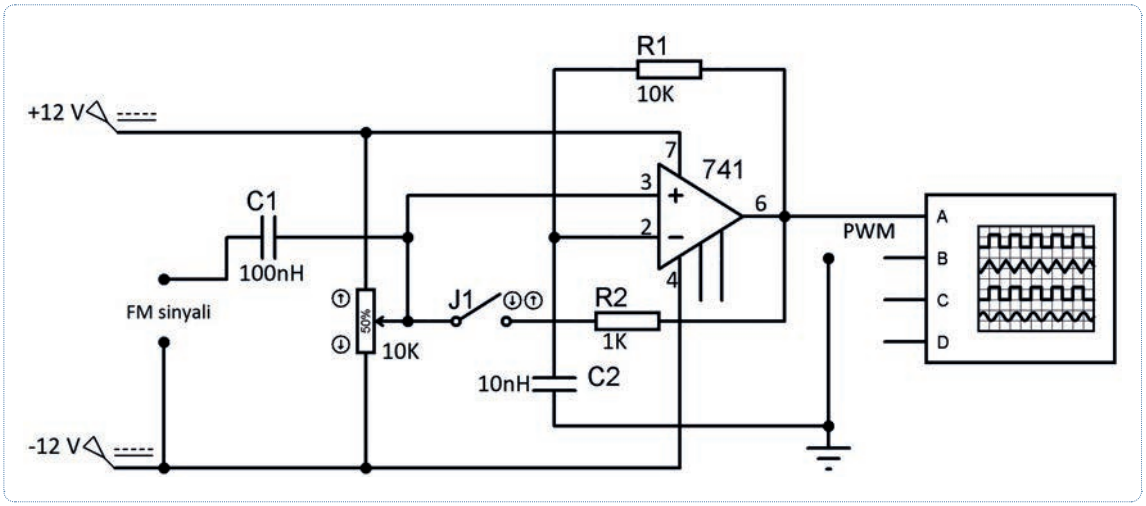
Şekil 4.31: Delta modülasyonu ve kod çözücü çıkışı

4.7. UYGULAMA: DARBE MODÜLASYONLU DEVRE KURMAK 1

Amaç: PWM devresi kurarak giriş-çıkış sinyallerinin ölçümlerini yapmak.

süre: 2 ders saati

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.32: PWM uygulama devre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

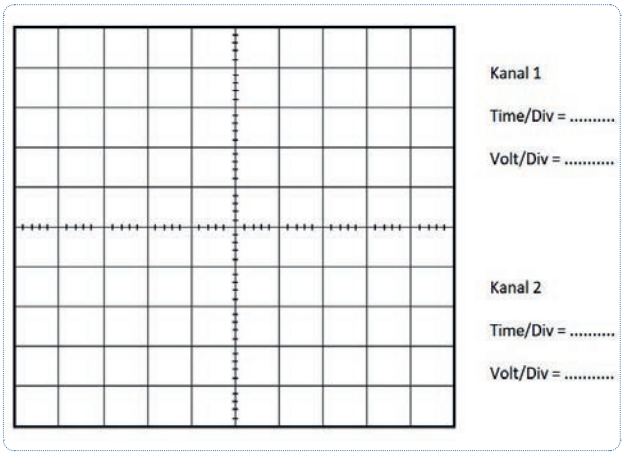
Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
DC Güç Kaynağı	220/12 V (Simetrik)	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 2,2 KΩ, 4,7 KΩ, 10 KΩ	4 Adet
Potansiyometre	10 KΩ	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	10 nF, 47 nF, 100 nF, 470 nF	4 Adet
Entegre	LM 741	1 Adet
Anahtar	On/Off	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

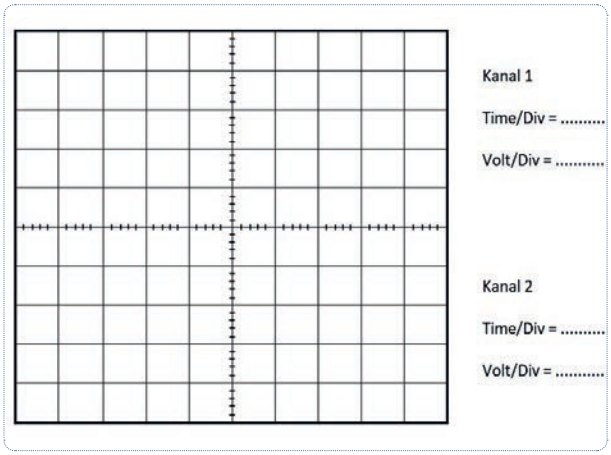
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.32'deki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Uygulama devresini öğretmen gözetiminde güç kaynağı kapalı konumdayken bağlayınız.

uygulama sayfası

4. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü devreye bağlayıp güç kaynağı açınız.
5. J1 anahtarı kapatınız. Potansiyometreyi ayarlayınız. Potu (Potansiyometreyi) ayarlarken çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
6. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Şekil 4.33'e yazınız.
7. Çıkış sinyallerini Şekil 4.33'e çiziniz.
8. Enerjiyi kesiniz ve R1 direnci 4,7 KΩ, R2 direnci 2,2 KΩ, C1 kondansatörü 470 nF, C2 kondansatörü 47 nF kondansatör ile değiştirip devreyi tekra çalıştırınız. Osiloskobun Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Şekil 4.34'e yazınız. Osiloskopta gözlemlediğiniz sinyali Şekil 4.34'e çiziniz.
9. Enerjisi tasarrufu sağlamak için güç kaynağının, sinyal jeneratörünün ve osiloskobun enerjisini kesiniz. Ölçüm cihazlarını arkadaşlarınızın da kullanmasına özen gösteriniz.



Şekil 4.33
Osiloskop ekranı (PWM devresi çıkış sinyali çizim alanı)



Şekil 4.34
Osiloskop ekranı (PWM devresi çıkış sinyali çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

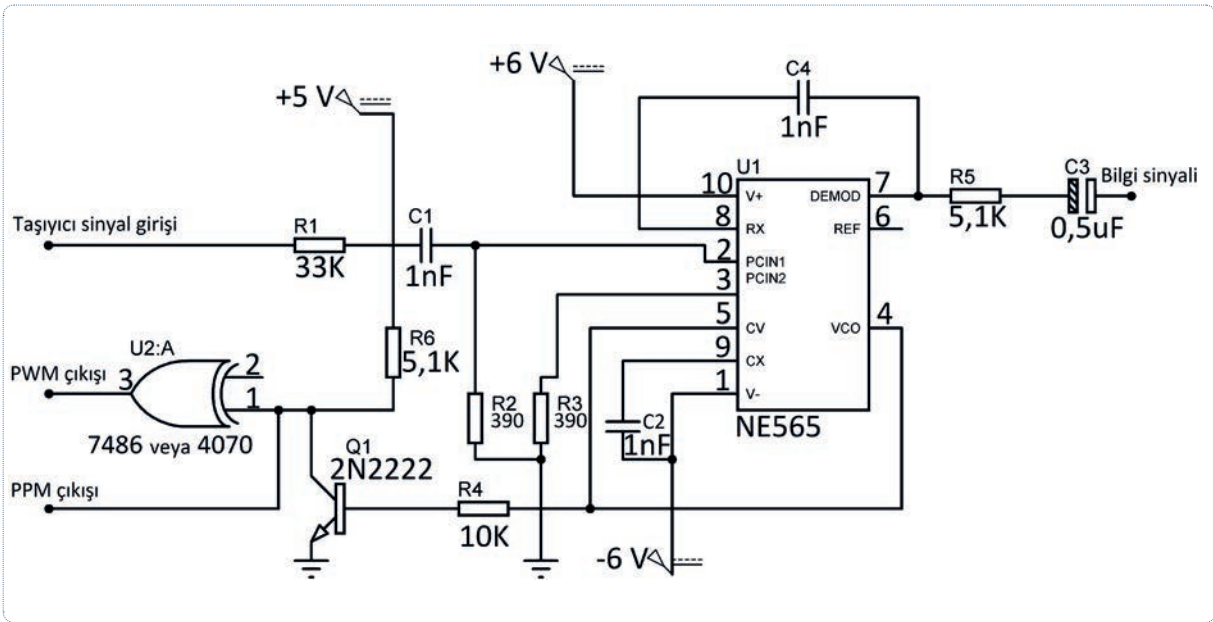
1. R1 ve R2 dirençlerin değerleri değiştirildiğinde PWM sinyalindeki değişimi kısaca yorumlayınız.
2. J1 anahtarının görevini açıklayınız.
3. Devrede kullanılan potansiyometrenin görevini açıklayınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

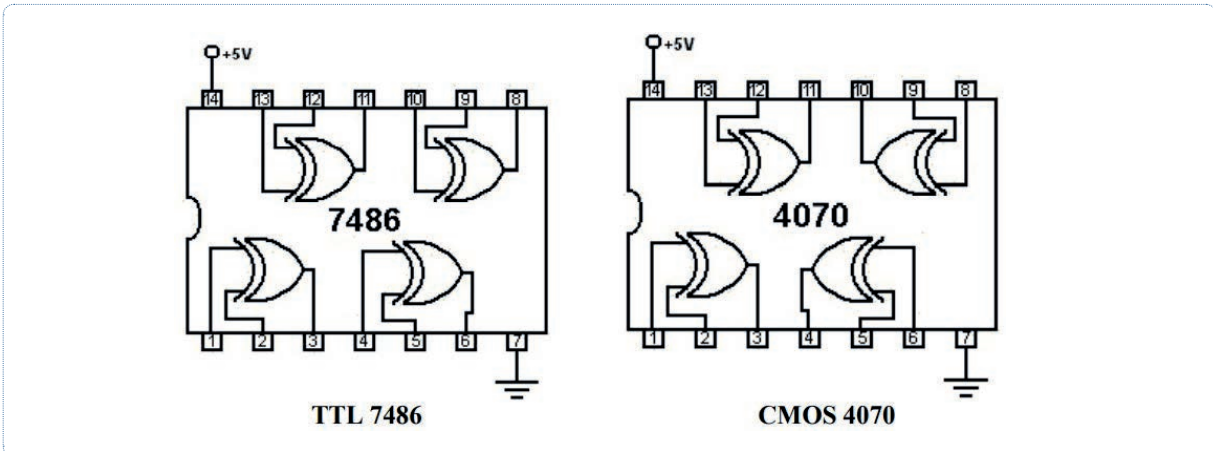
4.8. UYGULAMA: DARBE MODÜLASYONLU DEVRE KURMAK 2

Amaç: PPM ve PWM devresi kurarak giriş-çıkış sinyallerinin ölçümlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.35: PPM ve PWM uygulama devre şeması



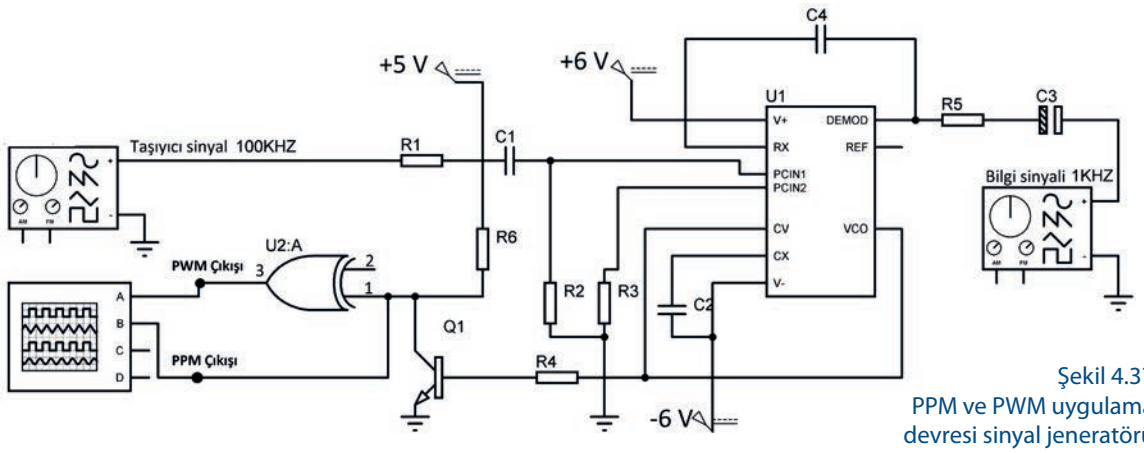
Şekil 4.36: 7486 ve 4070ayak bağlantıları

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

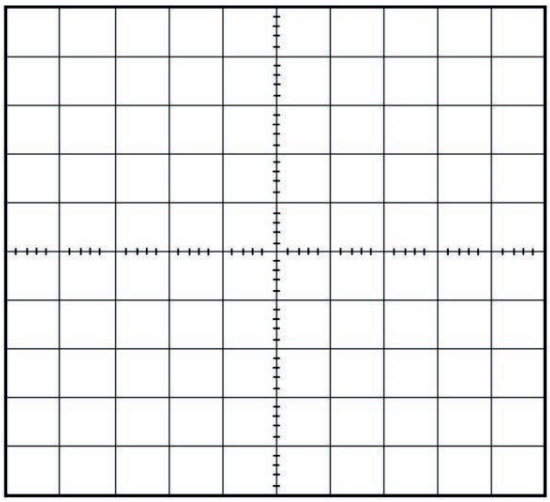
Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
Sinyal Jeneratörü	Sinüzoidal	1 Adet
DC Güç Kaynağı	220/5 V, 220/6 V (Simetrik)	2 Adet
Direnç	2x390 Ω, 2x5,1 KΩ, 10 KΩ, 33 KΩ	6 Adet
Transistör	2N2222	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	2x1 nF, 100 pF	3 Adet
Kutuplu Kondansatör	0.5 uF	1 Adet
Entegre	NE565, 4070 veya 7486	2 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.35'deki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz. Şekil 4.36'da 7486 ve 4070 entegresinin ayak bağlantıları verilmiştir. Bu bağlantıları dikkate alarak devreyi kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde osiloskop bağlantılarını yapınız.
4. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Osiloskobu Şekil 4.37'deki gibi bağlayıp açınız. Güç kaynaklarını gerekli voltaja getiriniz.
6. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını PWM için Şekil 4.38'e, PPM için Şekil 4.39'a yazınız.
7. Çıkış sinyalleri PWM'yi Şekil 4.38'e, PPM'yi Şekil 4.39'a çiziniz.



Şekil 4.37
PPM ve PWM uygulama devresi sinyal jeneratörü ve osiloskop bağlantısı



Kanal 1

Time/Div = ...

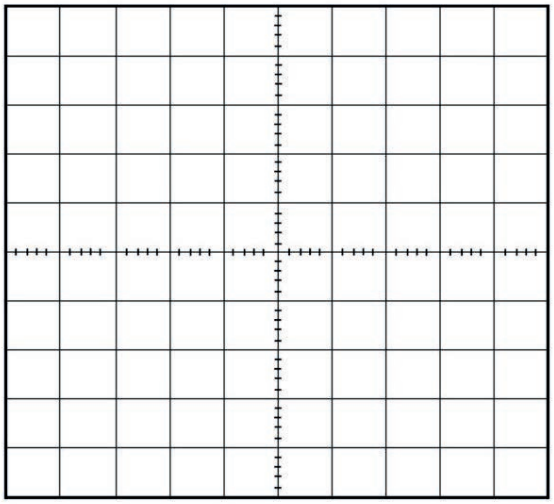
Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Şekil 4.38
Osiloskop ekranı (PPM ve PWM uygulama devresi çıkış sinyalleri çizim alanı)



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Şekil 4.39
Osiloskop ekranı (PPM ve PWM uygulama devresi çıkış sinyalleri çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. PWM ve PPM'de oluşan sinyaller arasındaki farkı kısaca açıklayınız.

2. 7486 veya 4070 entegresinin +5 volt beslemesi bağlanmazsa oluşan veya oluşmayan sinyal hangisidir? Nedenini açıklayınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

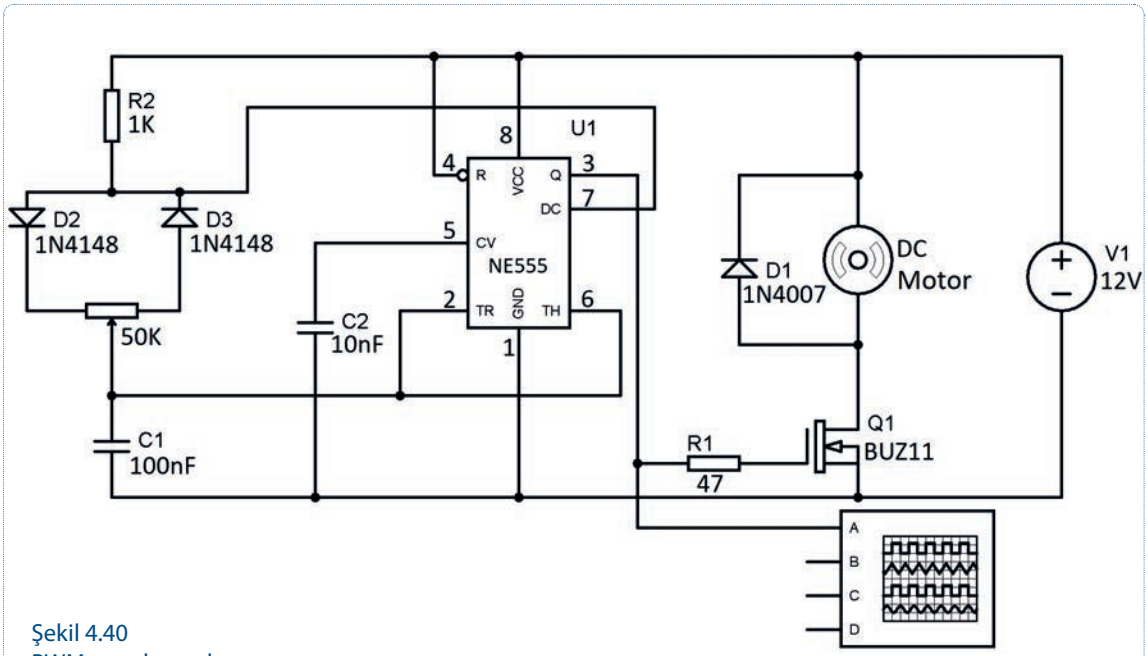
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27844

süre: 2 ders saati

4.9. UYGULAMA: PWM DEVRESİ KURMAK

Amaç: PWM devresi kurarak giriş-çıkış sinyallerinin ölçümlerini yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Şekil 4.40
PWM uygulama devre şeması

Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

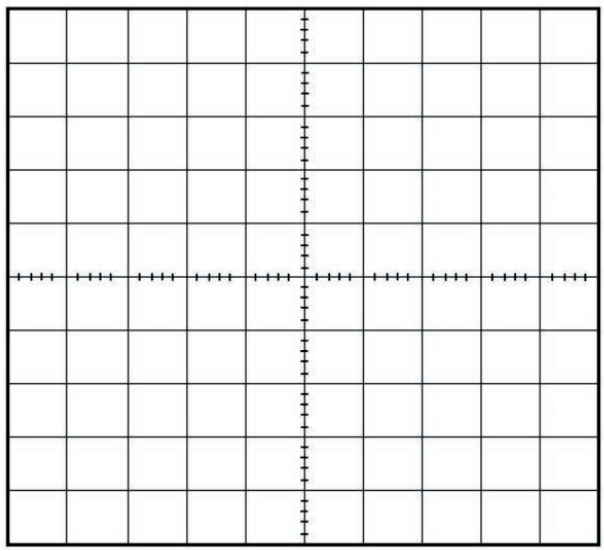
Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Dijital	1 Adet
DC Güç Kaynağı	220/12 V	1 Adet
Direnç	47 Ω, 1 KΩ	2 Adet
Potansiyometre	50 KΩ	1 Adet
Diyot	2x1N4148, 1N4007	3 Adet
Mosfet	BUZ11	1 Adet
Kutupsuz Kondansatör	10 nF, 100 nF	2 Adet
Entegre	NE555	1 Adet
DC Motor	12 V	1 Adet
Breadboard	Tekli	1 Adet

uygulama sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27844

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Şekil 4.40'daki uygulama devresini breadboard üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninizin gözetiminde osiloskop bağlantılarını yapınız.
4. Atölye öğretmeninizin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 volta getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Güç kaynağını 12 volta getiriniz. Osiloskobu açınız ve Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
6. Potansiyometreyi minumuma getiriniz. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Şekil 4.41'e çiziniz.
7. Potansiyometreyi maksimuma getiriniz. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Şekil 4.42'ye çiziniz.
8. Potansiyometre ayarı yaparken motorun hızındaki değişimi ve osiloskop ekranında gördüğünüz sinyal değişimini gözlemleyiniz.
9. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz. Devreniz çalışmıyorsa devrenizi tekrar kontrol ediniz.
10. Çalışma ortamında gereksiz çalışan güç kaynağı ve osiloskop gibi cihazları kapatmayı unutmayınız.



Kanal 1

Time/Div = ...

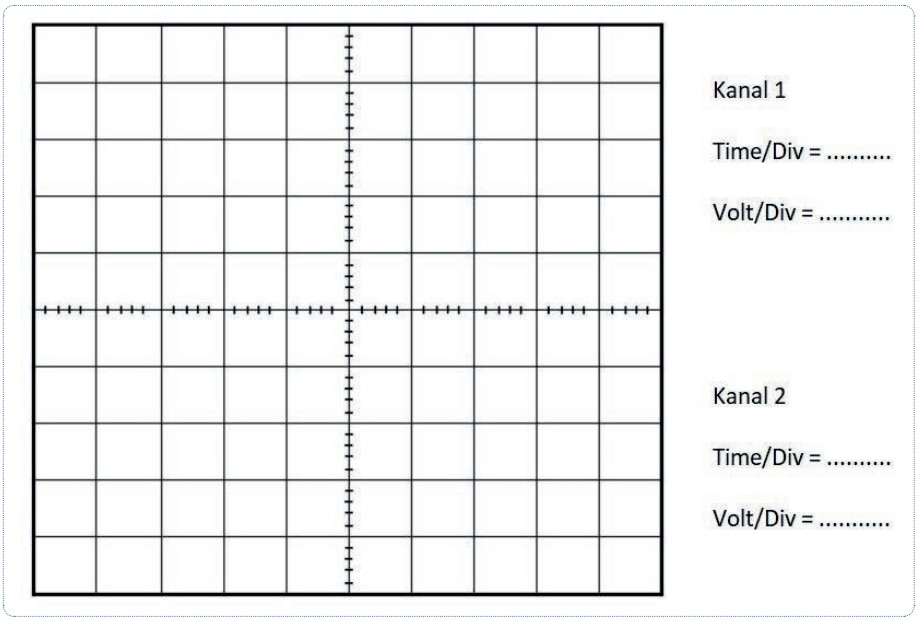
Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Şekil 4.41: Osiloskop ekranı (PWM uygulama devresi çıkış sinyalleri çizim alanı)



Şekil 4.42: Osiloskop ekranı (PWM uygulama devresi çıkış sinyalleri çizim alanı)

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=27844

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devrede potansiyometrenin ayarı değiştirildiğinde osiloskop ekranında görülen PWM sinyali ile motorun dönme hızındaki değişimi açıklayınız.

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			10	30	40	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Aldığı Puan							Onay (İmza)
.....									.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (….) Düşük frekanslı bir bilgi sinyalini uzak mesafelere göndermek mümkündür.
2. (….) Modülasyon yaparken bilgi sinyali ve taşıyıcı sinyal olmak zorundadır.
3. (….) Modülasyon, düşük frekanslı sinyallerin yüksek frekanslı sinyaller vasıtasıyla taşınmasıdır.
4. (….) Genlik modülasyonu yaparken sinyaller dijital sinyale çevrilir.
5. (….) Genlik modülasyonu sinyal şekli bilgi sinyalinin pozitif veya negatif alternansına göre şekillenir.
6. (….) Bilgi sinyali, frekans modülasyonunda taşıyıcı sinyalin frekans değişimi ile kodlanır.
7. (….) Frekans modülasyonunda bilgi sinyalinin negatif alternansının maksimum değerinde en düşük frekanslı taşıyıcı sinyal elde edilir.
8. (….) Faz modülasyonu bilgi sinyalinin genliğine göre taşıyıcı sinyalin fazının değiştirilmesiyle elde edilir.
9. (….) Darbe genlik modülasyonu bilgi sinyalinin genliğine göre taşıyıcı sinyalin darbelerinin genliğinin değiştirilmesiyle elde edilir.
10. (….) Darbe modülasyonu, modülasyondan ziyade bilgi işleme tekniğidir.

B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

11. **Aşağıdakilerden hangisi modülasyonun görevidir?**

A) Elektrik üretmek için
B) Bilgi iletmek için
C) Güç artırımı
D) Empedans dengeleme
E) Sinyal genliği yükseltme

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

12. Bir saykılın tamamlanması için geçen süre aşağıdakilerden hangisidir?

A) Alternans B) Frekans C) Genlik

D) Pals E) Periyot

13. Aşağıdakilerden hangisi genlik modülasyonu türlerinden biridir?

A) Frekans
B) Faz
C) Tek yan bant
D) Darbe genişlik
E) Delta

14. Genlik modülasyonunda bilgi sinyali 1 KHz, taşıyıcı sinyal 200 KHz ise üst yan bant frekansı maksimum kaç KHz'dir?

A) 101 KHz B) 199 KHz C) 200Khz

D) 201 KHz E) 210 KHz

15. Taşıyıcı sinyalin genliği sabit tutularak sadece frekansına göre bilgi sinyalinin kodlanması aşağıdakilerden hangisidir?

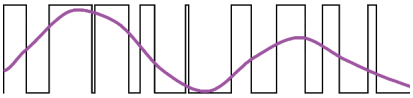
A) Darbe genişlik
B) Delta
C) Faz
D) Frekans
E) Genlik

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

16. Türev alıcı devre ile frekans modülasyonunun oluşturduğu modülasyon türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Darbe genlik
B) Darbe genişlik
C) Delta
D) Frekans
E) Genlik

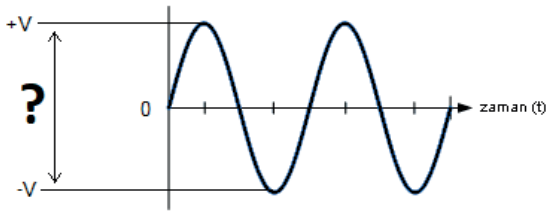
17.



Şekildeki modülasyon türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Darbe genişlik
B) Delta
C) Faz
D) Frekans
E) Genlik

18.

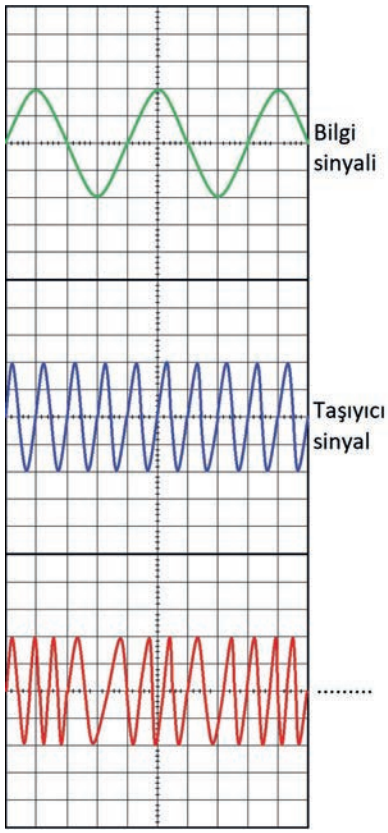


Şekildeki sinyalde soru işareti ile gösterilen yere aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?

A) Bant B) Genlik C) Frekans D) Periyot E) Saykıl

19.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



Şekildeki modülasyon türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Darbe genlik
B) Delta
C) Faz
D) Frekans
E) Genlik

20. Periyodu 1 sn. olan sinyalin Hertz (Hz) olarak frekansı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

EK-1

UYGULAMA GÖZLEM FORMU

YÖNERGE

Uygulama faaliyetleri kapsamında aşağıda listelenen ölçütlerden öğrencinin kazandığı gözlenen beceriler için EVET, kazanamadığı gözlenen beceriler için HAYIR kutucuğuna "X" işareti konulmalıdır. Başlatılan uygulama, bitiş sürecine kadar gözlemlenmeli, ölçütler işaretlenerek değerlendirilmelidir.

DEĞERLENDİRME ALANLARI VE ÖLÇÜTLERİ

		EVET	HAYIR
İŞ GÜVENLİĞİ			
1	İş elbisesi, eldiven, ayakkabı, baret, gözlük v.b kullandı.		
2	İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uydu.		
BİLGİ			
1	Kitapta verilen bilgileri kaynak olarak kullandı.		
2	Çalışma sonunda istenilen ürünü elde etti.		
3	Uygulamaya ilişkin çıkarımlarda bulundu.		
BECERİ			
1	Uygulamaya ait araç gereci hazırladı.		
2	Araç gereci uygulamaya uygun olarak kullandı.		
3	Uygulamayı işlem basamakları sırasına göre tamamladı.		
4	Uygulamaya ilişkin tasarruf tedbirlerini uyguladı.		
TEMİZLİK DÜZEN			
1	Araç gereci temiz ve düzenli kullandı.		
2	Çalışma alanın temizliğini yaptı.		
SÜRE			
1	Uygulamayı verilen sürede tamamladı.		

DEĞERLENDİRME

Uygulamaların sonunda yer alan tabloda değerlendirme alan ve puanları gösterilmiştir. Bu alanlar sahip olduğu ölçüt sayısına bölünerek **Alan Ölçüt Puanı** hesaplanır. (Alan Ölçüt Puanı= Alan Puanı / Ölçüt Sayısı)

Alandaki EVET'ler sayılır ve Alan Ölçüt Puanı ile çarpılarak **Aldığı Puan** hesaplanır. (Aldığı Puan= EVET x Alan Ölçüt Puanı)

Elde edilen sonuç, uygulama sayfası sonundaki ilgili alan bölümüne Aldığı Puan olarak işlenir.

Ölçütlerdeki HAYIR sayısına göre uygulamanın tekrar edilmesi önerilir.

KAYNAKÇA

** Kaynakça APA 6.0 formatında düzenlenmiştir.*

YAZILI KAYNAKLAR

Bereket, M., Tekin, E. (2003). *Temel Elektronik*. İzmir.

Boylestad, R., Shelsky, L.N. (1994). E*lektronik Elemanlar ve Devre Teorisi*. Ankara: MEB.

Dutar, C. (1980). *Radyo Alıcıları*. İstanbul.

Pastacı, H. (1996). *Modern Elektronik Sistemler.* İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.

Türkçe Sözlük (2019). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

TDK Sözlük. https://www.tdk.gov.tr/icerik/diger-icerikler/tumsozlukler/

http://diyot.net (Erişim tarihi ve saati: 05.10.2020, 19.04)

https://maker.robotistan.com (Erişim tarihi ve saati: 09.11.2020, 12.15)

https://muhendislik.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/152/files/deney-2-07032016.pdf (Erişim tarihi ve saati: 11.11.2020, 15.40)

https://320v.com (Erişim tarihi ve saati: 13.11.2020, 18.30)

http://kisi.deu.edu.tr/asli.ergun/5-Optik%20Sensor%20ve%20Transduserler.pdf (Erişim tarihi: Erişim tarihi ve saati: 14.11.2020, 16.30)

https://maker.robotistan.com Erişim tarihi ve saati: 24.09.2020, 13.30)

https://www.tamsat.org.tr/ Erişim tarihi ve saati: 01.10.2020, 8.30)

https://diyot.net/op-amp (Erişim tarihi ve saati: 16.10.2020, 11:15)

http://hilmi.trakya.edu.tr/ders_notlari/elektronik/OpAmp_dereleri.pdf (Erişim tarihi ve saati: 19.10.2020, 15:25)

https://staff.emu.edu.tr/alimurat/tr/dersler/eete-232/ders-notlar%C4%B1 (Erişim tarihi ve saati: 28.10.2020, 12:05)

http://akademik.duzce.edu.tr/Content/Dokumanlar/ugurhasirci/DersNotlari/02edd484-10fe-4612-8c30-3e-6c5385f695.pdf (Erişim tarihi ve saati: 29.10.2020, 09:30)

https://www.emo.org.tr/ekler/afe4567e1bf64d3_ek.pdf?dergi=89 (Erişim tarihi ve saati: 07.11.2020, 11:15)

http://www.ehm.yildiz.edu.tr/images/files/Deney5.pdf (Erişim tarihi ve saati: 12.11.2020, 18:25)

https://www.elektronikhaberlesme.org ELH 203 Telefon İletim ve Anahtarlama Sistemleri: Yılmaz KOÇAK: 3. Haberleşme Sistemlerinde Temel Kavramlar 3 (Erişim tarihi ve saati: 11.10.2020, 14:30)

http://depo.osmaniye.edu.tr/dosyalar/eemb/Dosyalar/Dijital%20Haberle%C5%9Fme%20F%C3%B6y%C3%BC_Deney%205_Bolum1.pdf (Erişim tarihi ve saati: 12.10.2020, 19:50)

https://tf.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/033004/2019-2020/LAB/Haberle%C5%9Fme_1_Deney_Kitap%C3%A7%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf (Erişim tarihi ve saati: 15.10. 2020, 15:05)

https://staff.emu.edu.tr/alperdoganalp/Documents/courses/eet268/AH%20DERS2.pptx (Erişim tarihi ve saati: 19.10.2020, 16:00)

https://tr.fmuser.net/content/?2067.html (Erişim tarihi ve saati: 30.10.2020, 11:10)

GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin görsel kaynakçasına karekod aracılığı ile ulaşabilirsiniz.

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1610

CEVAP ANAHTARI

	ÖĞRENME BİRİMİ			
	1	2	3	4
1	D	D	D	Y
2	D	D	Y	D
3	Y	Y	D	D
4	D	D	Y	Y
5	Y	Y	D	D
6	Y	D	D	D
7	D	Y	D	Y
8	D	Y	Y	D
9	Y	Y	D	D
10	D	D	Y	D
11	D	C	C	B
12	B	E	D	E
13	C	C	B	C
14	C	A	A	D
15	B	C	D	D
16	D	B	E	A
17	E	E	B	A
18	A	B	C	B
19	E	A	E	C
20	B	B	D	A