MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİYO ÖLÇME ATÖLYESİ

DERS KİTABI

MESLEKİ ve TEKNİK ANADOLU LİSESİ

9

BİYO ÖLÇME ATÖLYESİ

DERS KİTABI

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ ve TEKNİK
ANADOLU LİSESİ

9

BİYO ÖLÇME ATÖLYESİ

DERS KİTABI

YAZARLAR

Büşra AĞIN
Çağdaş Sadık YILDIRIM
Merve Gizem KARABULUT
Ramis İLERİ

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

DİL UZMANI

Abdullah ŞAHİN

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI

....

....

REHBERLİK VE GELİŞİM UZMANI

....

GÖRSEL TASARIM UZMANI

Seyfullah YENİ



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 hürriyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

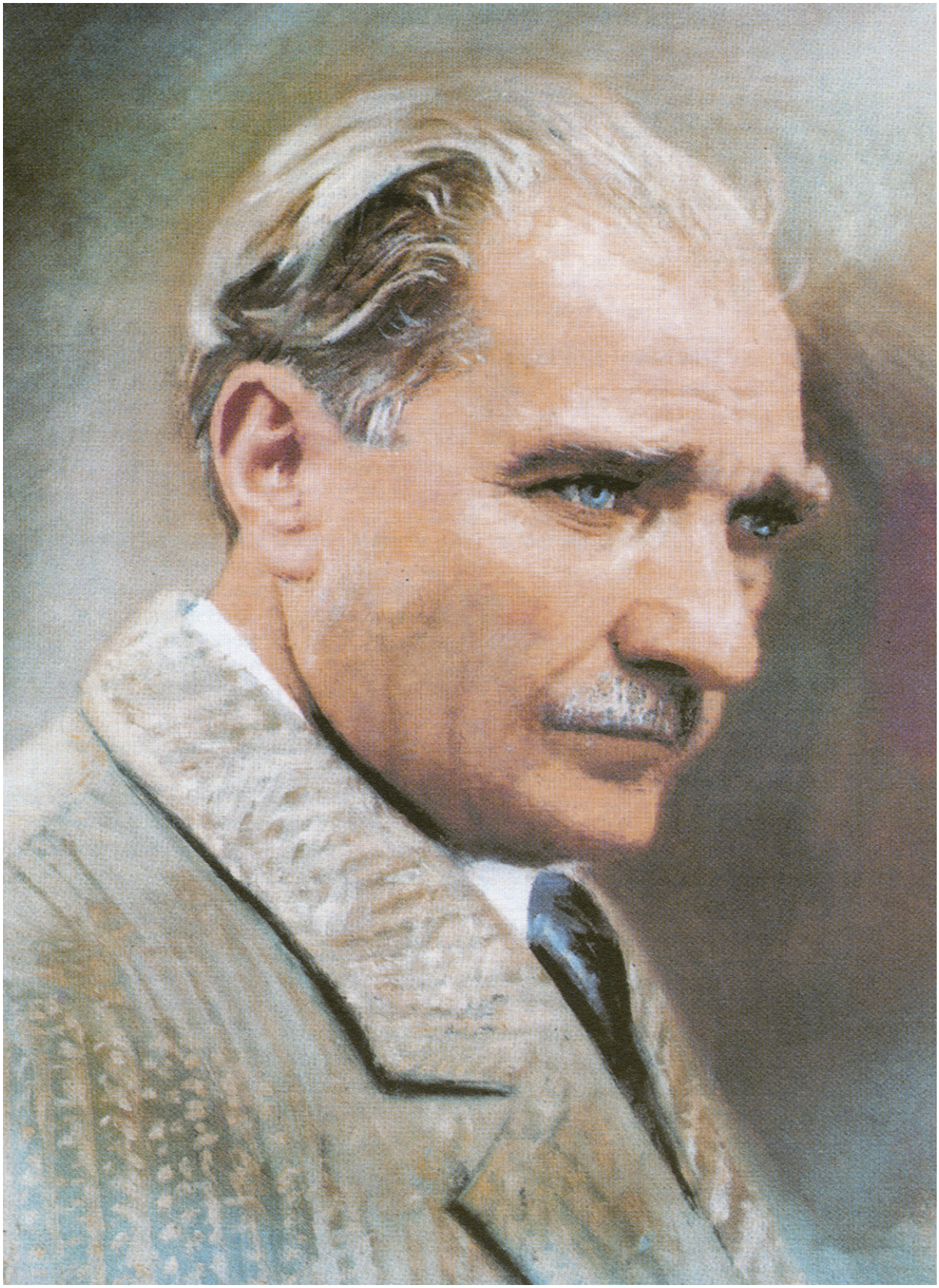
GENÇLİĞE HİTABE

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

1 BİYOMEDİKAL ELEKTRİK VE ÖLÇME

1.1 İLETKENLERİ VE YALITKAN MALZEMELERİ SEÇEREK İLETKEN BAĞLANTILARI 16
UYGULAMA 1.1 İLETKEN TEL VE KABLOLARDA EK İŞLEMLERİ 22
1.2 TOPRAKLAMA ELEMANLARINI SEÇEREK TOPRAKLAMA 23
UYGULAMA 1.2 PRİZ TOPRAKLAMASI BAĞLANTISI 24
1.3 ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ 25
1.4 KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİ 27
1.5 DOĞRU AKIM ÖZELLİKLERİ 31
1.6 ANALOG DEVRE ELEMANLARI, ANALOG DEVRE ELEMANLARININ KARAKTERİSTİKSEL ÖZELLİKLERİ VE ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİN ÖLÇÜMÜ 32
UYGULAMA 1.3 DİRENÇ ÖLÇÜMÜ YAPMAK 40
UYGULAMA 1.4 LDR/NTC/PTC 42
UYGULAMA 1.6 KAPASİTANS VE ENDÜKTANS ÖLÇMEK 46
UYGULAMA 1.7 OSİLOSKOP İLE ÖLÇÜM YAPMAK 48
1.7 DOĞRU AKIM DEVRE HESAPLAMALARI VE ÖLÇÜMLERİ 50
UYGULAMA 1.8 DOĞRU AKIMDA BOBİN VE KONDANSATÖR BAĞLAYARAK DEVRE KONTROLÜNÜ YAPMAK 56
UYGULAMA 1.9 DOĞRU AKIMDA DİRENÇ BAĞLAYARAK DEVRE KONTROLÜNÜ YAPMAK 58
1.8 OHM KANUNU 60
UYGULAMA 1.10 OHM KANUNU 62
1.9 KİRŞOF KANUNLARI 64
UYGULAMA 1.11 KİRŞOF'UN GERİLİMLER KANUNU 67
UYGULAMA 1.12 KİRŞOF'UN AKIMLAR KANUNU 68
1.10 ALTERNATİF AKIM ÖZELLİKLERİ 69
UYGULAMA 1.13 ALTERNATİF AKIM ÖZELİKLERİ 76
UYGULAMA 1.14 ALTERNATİF AKIM ÖZELİKLERİ 77
1.11 AC DEVRE ÇEŞİTLERİNİN ÇÖZÜMLEMELERİ VE DEVRE ÖLÇÜMLERİ 78
UYGULAMA 1.15 ALTERNATİF AKIMDA DEVRE ÇÖZÜMLERİNİ YAPMAK 84
UYGULAMA 1.16 ALTERNATİF AKIMDA R-L DEVRE ÖLÇÜMLERİ YAPMAK 86
UYGULAMA 1.17 ALTERNATİF AKIMDA R-C DEVRE ÖLÇÜMLERİ YAPMAK 87

İÇİNDEKİLER

2

BİYOMEDİKAL TEMEL VE SAYISAL ELEKTRONİK

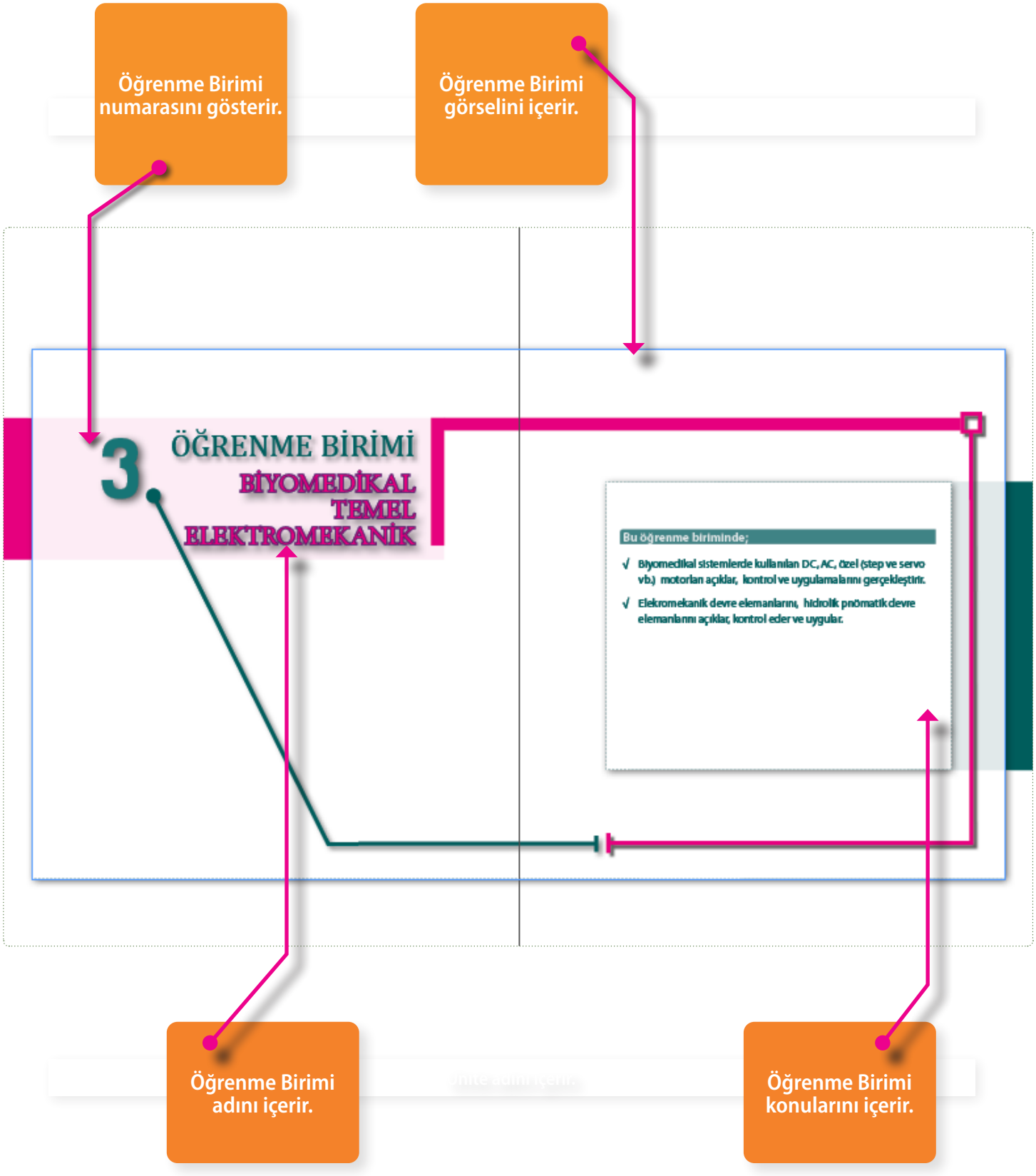
2.1 BASKI DEVRE VE LEHİMLEME 90
UYGULAMA 2.1 İLETKENLERİN LEHİMLENMESİ - 1 ÖN LEHİMLEME 96
UYGULAMA 2.2 İLETKENLERİN LEHİMLENMESİ - 2 3D GEOMETRİK ŞEKİL YAPIMI 97
UYGULAMA 2.3 ARTIK ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARI İLE SERBEST ÇALIŞMA 98
UYGULAMA 2.4 DELİKLİ PLAKET ÜZERİNE 99
LEHİMLEME UYGULAMALARI VE SÖKÜM İŞLEMLERİ 99
UYGULAMA 2.5 FLİP FLOP DEVRESİNİ BASKI DEVRE İLE UYGULAMA 100
2.2 BİYOMEDİKAL SİSTEMLERDE GÜÇ KAYNAKLARI 102
UYGULAMA 2.6 DOĞRULTMA DEVRESİ-1 YARIM DALGA DOĞRULTMAÇ DEVRESİ 107
UYGULAMA 2.7 DOĞRULTMA DEVRESİ-2 KÖPRÜ TİPİ TAM DALGA DOĞRULTMAÇ DEVRESİ 109
UYGULAMA 2.8 POZİTİF GERİLİM REGÜLATÖR DEVRE UYGULAMASI 111
UYGULAMA 2.9 SİMETRİK VE AYARLI GÜÇ KAYNAĞI UYGULAMASI 112
2.3 TRANSİSTÖRLÜ TEMEL YÜKSELTEÇ VE ANAHTARLAMA DEVRELERİ 114
UYGULAMA 2.10 TRANSİSTÖRÜN DİYOT EŞ DEĞERİNİ OLUŞTURMAK 116
UYGULAMA 2.11 TRANSİSTÖR SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE UÇ TESPİTİ 117
UYGULAMA 2.13 TRANSİSTÖR YÜKSELTEÇ DEVRESİ 119
UYGULAMA 2.14 RÖLE SEÇMEK 120
UYGULAMA 2.15 TRANSİSTÖR ANAHTARLAMA DEVRESİ 121
UYGULAMA 2.16 RÖLE YARDIMI İLE ANAHTARLAMA DEVRESİ 122
UYGULAMA 2.17 LDR İLE TRANSİSTÖR KONTROLÜ 123
2.4 OSİLATÖR UYGULAMALARI 124
UYGULAMA 2.18 KRİSTAL OSİLATÖR DEVRESİ TASARIMI 128
UYGULAMA 2.19 ENTEGRELİ OSİLATÖR DEVRESİ 129
2.5 TEMEL MANTIK DEVRELERİ 130
UYGULAMA 2.20 1 VE 0 HAYATIN NERESİNDE? 139
UYGULAMA 2.21 SAYI SİSTEMLERİNİN BİRBİRİNE DÖNÜŞÜMÜ VE 140
İKİLİ SAYI SİSTEMLERİNDE MATEMATİKSEL İŞLEMLER 140
UYGULAMA 2.22 DEĞİL KAPISI UYGULAMASI 141
UYGULAMA 2.23 VE KAPISI UYGULAMASI 143
UYGULAMA 2.24 VEYA KAPISI UYGULAMASI 145
2.25 LOJİK KAPILARLA TASARIM 147
2.6 ELEKTRİK ELEKTRONİK DEVRE ŞEMALARININ BİLGİSAYARDA ÇİZİMİ VE SİMÜLASYON UYGULAMASI 148
UYGULAMA 2.26 SİMÜLASYON PROGRAMI MENÜ İŞLEMLERİ 158
UYGULAMA 2.27 ANALOG TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 161
UYGULAMA 2.28 SİMÜLASYON PROGRAMI MENÜ İŞLEMLERİ 164
UYGULAMA 2.29 ANALOG DEVRELER İLE İLGİLİ UYGULAMA VE ÖLÇÜMLER 167
UYGULAMA 2.30 TRANSİSTÖRLÜ DEVRE ÇİZİMİ VE ÖLÇÜMÜ 169
UYGULAMA 2.31 OPAMPLI DEVRE ÇİZİMİ VE ÖLÇÜMÜ 172
UYGULAMA 2.32 DİJİTAL TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 1 174
UYGULAMA 2.33 DİJİTAL TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 2 178
UYGULAMA 2.34 DİJİTAL TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 3 180

3 BİYOMEDİKAL TEMEL ELEKTROMEKANİK

3.1 BİYOMEDİKAL SİSTEMLERDE AC, DC VE ÖZEL MOTORLAR 184
UYGULAMA 3.1 ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI VE YÖN DEĞİŞTİRİLMESİ 193
UYGULAMA 3.2 DC MOTOR HIZ KONTROL VE YÖN DEĞİŞTİRME DEVRESİ 195
UYGULAMA 3.3 STEP MOTOR ÇALIŞMASI 197
UYGULAMA 3.4 SERVO MOTOR ÇALIŞMASI 199
3.2 HİDROLİK VE PNÖMATİK SİSTEMLER 200
UYGULAMA 3.5 HİDROLİK KALDIRAÇ YAPIMI 210

KAYNAKÇA 212

KİTABIN TANITIMI



Öğrenme Birimi Uygulama Süresini içerir.

Öğrenme Birimi Bilgi Yaprağını gösterir.

Öğrenme Birimi konu başlığını içerir.

Öğrenme Birimi adını gösterir.

Öğrenme Birimi Uygulama Yaprağını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

Süre 2 Ders Saati

İLETKEN TEL VE KABLOLARDA DÜZ EK İŞLEMLERİ

Amaç

Temel elektrik devreleri sınıflandırmak, örneklendirmek.

1.1/1.1 Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken tel	1,5 mm² veya 1,5 mm² tek damarlı	1 metre
Pense		1 Adet
Kablo soyma pensi		1 Adet
Cetvel		1 Adet
İzole bant		1 Adet
Tornavida		1 Adet
Yan keski		1 Adet

1.1/1.2 İşlem Basamakları

a) Tüm araç ve gereçleri hazırlayınız.
b) İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.

Düz ek için;

c) İletken telden pense yardımıyla 15 cm'lik iki parça tel kesiniz.
ç) Kesilen iki parça 15 cm'lik telin birer uçlarından, uçların 5 cm'lik bölümünün yalıtkanlarını soyunuz.
d) İletkenlerin soyulmuş kısımları üst üste gelecek şekilde ve iki iletken aralarında 90°'lik açı yapacak şekilde çapraz tutunuz. İletkenler çapraz durumda iken 1/3 oranında tutulmasına dikkat ediniz.
e) İletkenleri kesişme noktalarından başlayarak iletkenlerden birini, diğerinin üzerine sarınız.
f) Sarma işlemine, iletkenin soyulan kısmının tamamı bitene kadar devam ediniz.
g) Diğer iletkeni, birinci iletkenin üzerine ters yönde ve birinci ile aynı şekilde sarınız.
ğ) Sarma işlemi tamamlandıktan sonra, bükülen iletkende fazlalık kalırsa, fazlalığı keserek kaldırınız. Yeri, izole bant ile yalıtınız.

Tek için

h) Tüm araç ve gereçleri hazırlayınız.
ı) İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
i) İletken telden pense yardımıyla 20 cm'lik iki parça kesiniz.
j) Kestiğiniz iletkenlerden birinin bir ucundan, ucun 5 cm'lik bölümünün yalıtkanını soyunuz.
k) Diğer iletkenin ek almak istediğiniz yerinden 3 cm'lik bölümünün yalıtkanını soyunuz.
l) İletkenlerin soyulmuş kısımları üst üste gelecek şekilde (T şeklinde) ve iki iletken aralarında 90°'lik açı yapacak şekilde çapraz tutunuz.
m) Birinci teli, ikinci telin yalıtkanı soyulmuş kısmını kapatacak şekilde ikinci telin üzerine sarınız.
n) Sarma işlemi tamamlandıktan sonra, bükülen iletkende fazlalık kalırsa, fazlalığı keserek kaldırınız ve ek yeri izole bant ile yalıtınız.

Öğrencinin Numarası / Adı Soyadı ...../	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	..../..../20....
Öğretmenin Adı Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay(İmza) .....

TOPRAKLAMA ELEMANLARINI SEÇEREK TOPRAKLAMA

Amaç

Topraklama elemanlarını seçerek topraklama yapmak.

Giriş

Bir cihazın topraklamasını yapabilmek için topraklama ve topraklama elemanları hakkında bilgi edinmek gerekir.

1.2 Topraklama

Topraklama, elektrik akımından kaynaklanabilecek tehlikeli durumların önüne geçmek için kullanılan en etkili önlemlerden biridir. Elektrik enerjisinin üretim ve iletim tesislerinde, gerilim altında olmayan bütün iletken tesisat kısımlarının uygun iletkenler kullanılarak toprak içerisine yerleştirilmiş iletkenlere bağlantı yapılması işlemi topraklama olarak adlandırılır.

Topraklama işleminin yapılmasındaki amaç, iyi yapılmamış bir yalıtım hatasından kaynaklanabilecek olan kaçakların, insan hayatını tehlikeye sokacak derecede olmasını engellemek ve bu tehlikeli durumları ortadan kaldırmaktır. Topraklama sayesinde hem insan hayatının hem de işletmenin emniyeti sağlanmış olur.

1.2.1 Amaçlarına Göre Topraklama Çeşitleri

Amaçlarına göre topraklama çeşitleri; koruma topraklaması, işletme topraklaması, yıldırma karşı topraklama ve fonksiyon topraklaması olmak üzere dört çeşittir.

1.2.2 Topraklama Elemanları

Topraklama işleminde kullanılacak elemanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Toprak iletkeni
- Bağlantı elemanları
- Topraklayıcılar (Topraklama elektrodu)
- Zemin

1.2.2.1 Topraklama İletkenleri

Topraklanacak bir cihazı ya da tesis bölümünü, topraklayıcıya bağlayan, toprağın dışında veya yalıtılmış bir şekilde toprağın altına çekilmiş iletkendir. Çeşitli kalınlıklarda ve şekillerde üretilebilirler. Bakır veya galvanizli iletkenden yapılmaktadırlar.

Topraklama iletkenlerine örnek olarak bakır şeritler, som bakır iletkenler, esnek örgülü bakır iletkenler, örgülü alüminyum iletkenler verilebilir.

1.2.2.2 Topraklayıcılar (Topraklama Elektrotları)

Toprağa gömülmüş, toprakla arasında iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülü, geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçalarıdır.

1.2.2.2.1 Statik Elektrik Topraklama Levhası

Bazı elektronik devreler, insan vücudundaki statik elektriğe karşı hassas olabilmektedir. Statik elektrik topraklama levhası, bu tür cihazların arızalarının giderilmesi veya bakımının yapılmaya başlanmadan önce vücuttaki statik elektriğin atılması için kullanılır.

Değerlendirme Puan Tablosunu içerir.

Sayfa numarasını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

BİYOMEDİKAL ELEKTRİK VE ÖLÇME

Bu öğrenme biriminde;

- √ İletkenleri ve yalıtkan malzemeleri seçerek iletken bağlantılarını yapmayı,
- √ Topraklama elemanlarını seçerek topraklama yapmayı,
- √ Zayıf akım tesisat devrelerini,
- √ Kuvvetli akım tesisat devrelerini,
- √ Doğru akım özelliklerini,
- √ Analog devre elemanlarını, karakteristiksel özelliklerini, görevlerini açıklayarak elektriksel büyüklükleri ölçmeyi,
- √ Doğru akım devrelerinin hesaplamasını ve bağlantısını yapmayı,
- √ OHM kanununu formüllerle hesaplayarak deneyini yapmayı,
- √ Kirşof kanunlarını formüllerle hesaplayarak deneylerini yapmayı,
- √ Alternatif akım mantığını kavrayarak özelliklerini,
- √ AC devre çeşitlerinin çözümlemelerini ve devre ölçümlerini yapmayı öğreneceksiniz.

1.1 İLETKENLERİ VE YALITKAN MALZEMELERİ SEÇEREK İLETKEN BAĞLANTILARI

AMAÇ

İletkenleri ve yalıtkan malzemeleri seçerek iletken bağlantılarını yapar.

GİRİŞ

Tıbbi cihazlar birçok elektronik elemanın birbirine elektriksel olarak bağlanmasıyla çalışmaktadır. Bu elektronik elemanların elektriksel bağlantısı iletken malzemeler ile yapılmaktadır. Elektrik enerjisinin iletimini sırasında elektriksel tehlikelerden korunmak amacıyla yalıtkan malzemelerde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu bölümde iletken ve yalıtkanlar hakkında bilgi sahibi olacak ve iletken bağlantıları yapmayı öğrenip uygulayacaksınız.

1.1.1 Elektrik Akımı ve Elektrik Akımının Elde Edilmesi

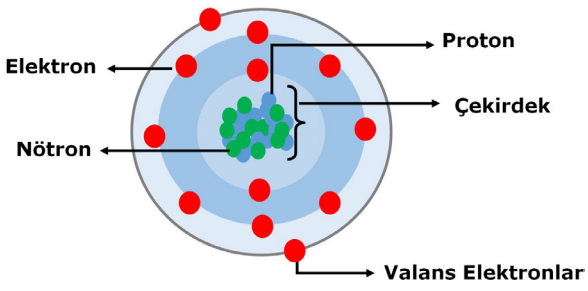
Atomun Yapısı

Bir elementin kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük parçacığa atom denir. Atom çekirdek ve çekirdeğin etrafında yörünge adı verilen bölgelerde bulunan elektronlardan oluşur. Çekirdek ise pozitif yüklü protonlar ve yüksüz nötronlardan oluşur. Atomlar proton ve elektron sayılarına göre farklı elektriksel özellikler kazanırlar. Bir atomdaki proton sayısı ile elektron sayısı eşit olduğunda bu atom elektriksel olarak yüksüzdür. Bu tür atomlara nötr atom denir.

Proton sayısı ve elektron sayısı eşit olmayan atomlara ise iyon denir. İyonlar pozitif ve ya negatif yüke sahip olabilmektedir. Pozitif yüklü iyonlar katyon, negatif yüklü iyonlar ise anyon olarak isimlendirilmektedir. İyonlar kararsız yapıdadırlar ve yüksek enerjiye sahiptirler. Kararsız iyonlar yüksek enerjilerinden kurtulmak için diğer iyon ve atomlarla etkileşime girerler.

Elektronlar belirli enerji seviyelerinde bulunur ve foton salınımı veya emilimi yaparak farklı seviyeler arasında geçişlerde bulunabilirler. Elektron, elementin kimyasal özelliklerini belirlemesinin yanı sıra atomun manyetik özellikleri üzerinde de oldukça etkilidir.

Elektronlar çekirdeğin etrafındaki yörüngelerde bulunmaktadır (Görsel 1.1). Bir atomun son yörüngesi atom karakteristiği açısından önemli bilgiler taşımaktadır. En dış yörüngesindeki elektronlar valans elektron ya da serbest elektron olarak adlandırılır. Bu elektronlar elektriğin iletiminde büyük önem taşırlar.



Görsel 1.1
Atomun yapısı

Atomlar son yörüngedeki elektron sayısına göre iletken, yalıtkan, yarı iletken ve soygaz olarak isimlendirilmektedir. Son yörüngesindeki elektron sayısı dörtten az (1, 2, 3) olanlar iletken, dört olanlar yarı iletken, dörtten fazla (5, 6, 7) olanlar yalıtkan ve sekiz olanlar ise soygaz olarak isimlendirilir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Son Yörüngedeki Elektron Sayıları

Son yörüngedeki elektron sayısı	Gösterilen Özellik
1,2,3	İletken
4	Yarı İletken
5,6,7	Yalıtkan
8	Soygaz

1.1.2. Elektrik Yükü ve Birimi

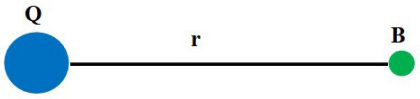
Atomun yapısında birbirine zıt yüklere sahip proton, elektron ve nötron bulunmaktadır. Protonlar pozitif (+) yüklü, elektronlar ise negatif yüklüdürler. Atomlar iyon durumuna geçtiklerinde elektrik yükü depolamış olurlar. Elektrik yükü "Q" veya "q" ile gösterilir. Elektrik yükünün birimi "coulomb"dur ve "C" ile gösterilir.

Elektriksel Alan

Elektrik yüklerinin etkisini gösterebildiği alan, o yükün elektrik alanı olarak ifade edilmektedir.

Elektrik Potansiyeli

Elektrik potansiyeli, bir elektriksel alan içerisindeki herhangi bir noktada birim elektriksel yük (+1C) başına düşen elektriksel potansiyel olarak tanımlanabilir (Görsel 1.2). Kısaca elektrik alanı içindeki bir noktadaki elektrik yüklenmesi sonucunda oluşan potansiyele elektrik potansiyeli denir. "U" ile gösterilir ve birimi "volt"tur.



Görsel 1.2: Q yükünün elektriksel alanı içerisindeki B noktasının elektriksel potansiyeli.

1.1.3 Statik Elektrik

Yüklerin birbirleriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıkan kuvvete elektrostatik kuvvet veya durgun elektrik denir. Statik elektriğe verilebilecek örneklerin başında şimşek ve yıldırım gelir.

Statik elektriklenme, iki cisim birbirine temas ettiğinde (sürtüldüğünde veya dokundurulduğunda) veya yaklaştırıldığında (etki ettiğinde) oluşabilir. Saçımızı tararken, kazağımızı çıkarırken de statik elektriklenme meydana gelebilir.

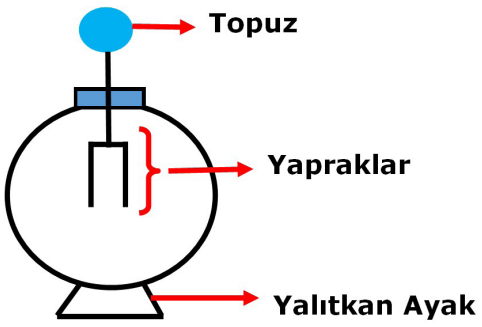
Elektroskop

Bir cismin elektrikle yüklü olup olmadığını, yüklü ise hangi cins elektrik yüklü olduğunu anlamaya yarayan alete elektroskop denir (Görsel 1.3).

1.1.4 İletkenler

Elektrik akımını, akımın kaynağından alarak istenilen yere iletmek için kullanılan, bir veya daha fazla telden oluşan yapıya iletken denir. İletkenler izolesiz (çıplak) olabilecekleri gibi kullanıma uygun hâle getirilebilmek için izole edilebilir.

İletken malzemelerin iletkenlikleri, öz direçleri ile değerlendirilebilir. Öz direnç, birim uzunluk ve kesit alana sahip bir iletkenin elektrik akımına karşı gösterdiği direncin bir ölçüsüdür. Bir iletkenin öz direnci azaldıkça iletkenliği artmaktadır. Başka bir deyişle iletkenlik ile öz direnç arasında ters orantı vardır. İletken malzemelere örnek olarak altın, gümüş, bakır örnek verilebilir.



Görsel 1.3: Elektroskop yapısı

1.1.5 Yalıtkanlar

Yalıtkanlar, elektrik akımının iletilmesini engelleyen gereçlerdir. Yalıtkanlar, en az iletkenler kadar önemli gereçlerdir. İletken gereçler, yalıtkan gereçler sayesinde çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Örneğin; evlerdeki elektrik tesisatlarında kullanılan birçok iletken malzeme, yalıtkanlar ile izole edilerek kullanılmaktadır. Bu sayede meydana gelebilecek elektrik kaçakları gibi istenmeyen durumların önüne geçilebilmektedir. Bu konu daha sonra detaylı bir şekilde işlenecektir.

İyi bir yalıtkan malzemenin taşıması gereken birtakım özellikler bulunmaktadır. Bu özelliklerden bazıları şunlardır:

- Öz dirençleri yüksek olmalıdır. Yani akım geçişine büyük direnç göstermelidir.
- Ortam ısısı değiştiğinde yalıtkanlık özelliğini kaybetmemelidir.
- Suya ve neme dayanıklı olmalıdır.
- Mekanik dayanıklık açısından sağlam olmalıdır.
- Tutuşma sıcaklığı yüksek olmalıdır.

Yalıtkan malzemelere örnek olarak PVC (Polivinilklorür), mika, cam, makaron, porselen, ağaç ve mermer verilebilir. En çok kullanılan yalıtkan malzeme PVC'dir.

Yalıtılmış İletkenler

Elektrik akımı ile direkt temas, çevreye ve canlılara zarar verebilir. Bundan dolayı elektrik akımını güvenli bir şekilde kullanıma uygun hâle getirebilmek için birtakım önlemler alınmalıdır. Alınabilecek önlemlerden ilki elektrik akımını izole etmektir. Elektrik akımını izole etmek için iletkenin üzeri yalıtkan bir madde ile kaplanır. Yalıtılmış iletkenler (Görsel 1.4), tel sayısına ve damar sayısına göre ikiye ayrılır.

Tel Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler

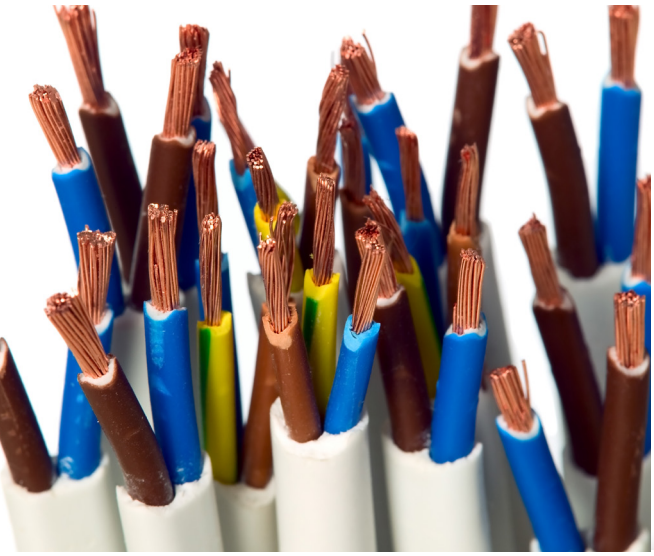
1. Tek telli: İletken kısmı, tek bir telden yapılan iletkenlerdir. Maksimum 16 mm^2 kesitinde üretilirler.

2. Çok telli: Birden fazla tek telin bir arada bulunduğu iletkenlerdir.

Damar Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler

1. Tek damarlı: Bir veya birden çok telin bir arada getirilip üzerinin yalıtkan bir maddeyle kaplanması ile oluşur.

2. Çok damarlı: Birden fazla tek damarlı iletkenin bir araya getirilerek üzerinin yalıtkan ile kaplanmasıyla oluşur.



Görsel 1.4: Yalıtılmış iletken

1.1.6 Kablolar

Kullanılan birçok elektronik aleti çalıştırabilmek için elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrik enerjisi ile çalışan cihazları çalıştırabilmek için elektronik cihaz ve enerji kaynağı arasındaki bağlantının yapılması gerekmektedir. Bu noktada kablolar; elektrik enerjisini ileten, bu sayede elektrik enerjisini iki nokta arasında taşıyabilen, yalıtılmış iletkenler olarak tanımlanabilir. Kablolar vasıtasıyla elektrik hatlarındaki elektrik enerjisi, elektronik aletlere iletilerek bu aletlerin çalışması sağlanmaktadır. Kablolar kullanım alanlarına bağlı olarak farklı özelliklere ve görevlere sahiptir.



Görsel 1.5: Pense

1.1.7 İletken Bağlantıları

İletkenler, kullanıldıkları yere veya kullanıldıkları yerin özelliğine göre farklı boyutlarda, farklı sayılarda kullanılabilir. İletkenlerin diğer iletkenlerle birleştirilmesi, uzun iletkenin kısaltılması veya kısa iletkenlerin uzatılması gerekebilir. Bu işlemlerin daha kolay gerçekleşebilmesi için bazı el aletlerini kullanmak gerekebilmektedir.



Görsel 1.6: Yan keski

İletkenlerin Kesilmesi

Genellikle iletkenler kullanılmadan önce, ihtiyaç duyulan boyuta getirilmeleri gerekmektedir. Bu işlem için çeşitli el aletleri kullanılması gerekir. Bu el aletlerini, iş güvenliği kurallarına uygun olarak kullanmak gerekmektedir.

Pense

Kablo ve çivi gibi ürünleri tutmak, çekmek ya da kesmek için kullanılır (Görsel 1.5).

Yan Keski

Çeşitli özellikteki iletkenlerin kesilmesi için kullanılır (Görsel 1.6).

Demir Testeresi

Pense, yan keski ve kerpeten gibi el aletlerinin kesemeyeceği kadar kalın kesitli iletkenlerin ve kabloların kesiminde kullanılır (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Demir testeresi

İletkenlerin Yüzeyindeki Yalıtkanların Soyulması

İletkenlerin bağlantılarının yapılmasında önemli diğer bir nokta, iletkenlerin üzerindeki yalıtkanların soyulmasıdır. Çünkü elektrik tesisatlarında kullanılan iletkenlerin üzerinde yalıtkan malzeme bulunmaktadır. İki iletken, birbirine eklenmeden önce yalıtkan tabakaları soyularak iletken kısımları ortaya çıkarılmalıdır (Görsel 1.8). İletkenlerin üzerindeki yalıtkanlar temizlenirken iletkene zarar vermemeye özen gös-



Görsel 1.8: İletkenlerin yüzeyindeki yalıtkanların soyulması

terilmelidir. Bunun için yalıtkanlar soyulurken kullanılan el aletinin doğru seçilmesi gerekmektedir.

Kablo Soyma Pensi

Kablonun kesitine göre ayarlanabilen ve kabloların yalıtımı soyulacak bölümünün ayarlandığı el aletidir (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Kablo soyma pensi

Yan Keski

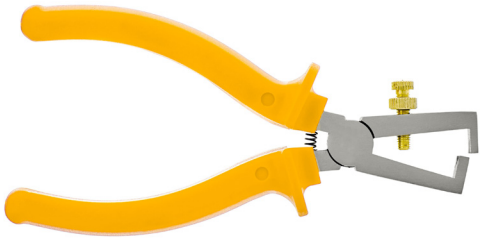
Çeşitli özellikte ve kesitleri çok büyük olmayan kabloların kesilmesi için kullanılan el aletidir (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Yan keski

Kablo Sıyırma Pensi

Pense, yan keski ve kerpeten gibi el aletlerinin kesemeyeceği kadar kalın kesitli iletkenlerin ve kabloların kesiminde kullanılan el aletidir (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Kablo sıyırma pensi

İletkenlerin Bükülmesi

İletkenlerin soyulduktan sonra, kullanılacakları yere göre bükülerek şekil verilmesi gerekebilir.

Kargaburun

Ağız kısmına doğru incelen kargaburun, ince kesitli iletkenlerin bükülmesinde kullanılır (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Kargaburun

İletkenlerin Eklenmesi

İletkenler, kullanım amaçlarına ve bölgelerine göre çeşitli ekleme işlemleri yapılarak kullanılabilir. Elektrik tesisatlarının uzunluğuna göre iletkenler, elektrik tesisatına kısa gelebilir. Bu durumda aynı türden bir iletken ile ek yapılması gerekebilir. Başka bir durumda ise bir elektrik hattından elektrik enerjisi alınması gerektiğinde, bu elektrik hattına ek yapılarak elektrik enerjisi dağıtılır.

Ekleme işlemi, iki iletkenin çeşitli metotlarla birbiri üzerinde sarılması şeklinde tanımlanır. İletkenler birbiri üzerine sarıldıktan sonra temas etmeleri önemlidir. Bu temasın daha iyi sağlanması için ek yerlerine lehim işlemi uygulanabilir. Ayrıca iletkenlerin ek bölgeleri elektrik akımından kaynaklanacak tehlikelere karşı yalıtılmalıdır. Bu yalıtma işlemi, basit ekleme işlemlerinde genellikle izole bant ile yapılır. İzole bandın yeterli olmadığı sargıların yalıtılmasında ise makaron kullanılır.

İletken Ekleme Metotları

İletkenler, kullanım ve uygulama alanına göre farklı ekleme metotlarıyla birbirine eklenir. Bu ekleme metotları şunlardır:

- Düz ek
- T ek
- Çift T ek
- Özel ek

İletkenlerin eklenmesinde en çok kullanılan malzeme klamenslerdir. Klamensler, iki ya da daha fazla parça hâlinde olan elektrik iletim kablo sistemlerinin birbirlerine bağlanmasını sağlar.

Klamensler, farklı boyutlarda üretilmektedir. Bu sayede farklı boyutlardaki iletkenlerin boyutlarına uygun olarak klamensler seçilebilmektedir. Klemensin yapımında kullanılan malzemeye göre farklı tipte klamesler bulunmaktadır. Porselen klamens, plastik klamens, bimetalik klames bunlara örnek olarak verilebilir.

İletkenlerin, yalıtkanı soyulduktan sonra bağlanacakları yerin özelliğine göre şekillendirilmeleri gerekir. Klamenslerde soyulmuş iletken uçlarının bağlanacağı terminaller bulunur. Klamenslerin üst kısmında ise bağlanan iletkenin klamense sağlam bir şekilde tutturulması için vida bulunmaktadır. Ek yapılacak iletken tek telli veya çok telli olabilir. Bu durumda iletken telin ucu, klamensteki vidanın boyutuna uygun olarak kıvrılarak terminale bağlanır. Sonra vida, saat ibresi yönünde sıkılarak ek işlemi tamamlanır.

1.1.8 Kablo Pabucu Kullanımı

İletkenlerin kesitleri büyüdükçe ve tel sayısı arttıkça cihazlar ile bağlantı aşamasında sorunlar olabilir. Böyle bir durumda kablo uçlarının bağlantı yapılacak noktaya uygun hâle getirilmesi gerekmektedir. Bu işlem için kablo pabuçları kullanılmaktadır. Kablo pabucu (Görsel 1.13), bağlantının mekanik ve elektriksel olarak daha sağlam olmasını sağlar.



Görsel 1.13: Pabuç örnekleri

UYGULAMA 1.1 İLETKEN TEL VE KABLOLARDA EK İŞLEMLERİ

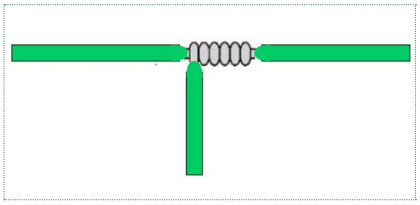
AMAÇ

İki iletken tel ile düz ek ve T ek yapma işlemlerini gerçekleştirmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.14: Düz ek



Görsel 1.15: T ek

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken tel	1,5 mm^2 veya 1,5 mm^2 tek damarlı	1 metre
Pense		1 adet
Kablo soyma pensi		1 adet
Cetvel		1 adet
İzole bant		1 adet
Tornavida		1 adet
Yan keski1 adet		

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç ve gereçleri hazırlayınız.
2. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.

Düz ek için (Görsel 1.14)

3. İletken telden pense yardımıyla 15 cm lik iki parça tel kesiniz.
4. Kesilen iki parça 15 cm lik telin birer uçlarından, uçların 5 cm lik bölümünün yalıtkanlarını soyunuz.
5. İletkenlerin soyulmuş kısımları üst üste gelecek şekilde ve iki iletken aralarında 90°'lik açı yapacak şekilde çapraz tutunuz. İletkenler çapraz durumda iken 1/3 oranında tutulmasına dikkat ediniz.
6. Kesişme noktalarından başlayarak iletkenlerden birini, diğerinin üzerine sarınız.
7. Sarma işlemine, iletkenin soyulan kısmının tamamı bitene kadar devam ediniz.
8. Diğer iletkeni, birinci iletkenin üzerine ters yönde ve birinci ile aynı şekilde sarınız.
9. Sarma işlemi tamamlandıktan sonra, bükülen iletkende fazlalık kalırsa, fazlalığı keserek kaldırınız. Yeri, izole bant ile yalıtınız.

T ek için (Görsel 1.15)

10. İletken telden pense yardımıyla 20 cm lik iki parça kesiniz.
11. Kestiğiniz iletkenlerden birinin bir ucundan, ucun 5 cm lik bölümünün yalıtkanını soyunuz.
12. Diğer iletkenin ek almak istediğiniz yerinden 3 cm lik bölümünün yalıtkanını soyunuz.
13. Iletkenlerin soyulmuş kısımları üst üste gelecek şekilde (T şeklinde) ve iki iletken aralarında 90°'lik açı yapacak şekilde çapraz tutunuz.
14. Birinci teli, ikinci telin yalıtkanı soyulmuş kısmını kapatacak şekilde ikinci telin üzerine sarınız.
15. Sarma işlemi tamamlandıktan sonra, bükülen iletkende fazlalık kalırsa, fazlalığı keserek kaldırınız ve ek yeri izole bant ile yalıtınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

1.2 TOPRAKLAMA ELEMANLARINI SEÇEREK TOPRAKLAMA

AMAÇ

Topraklama elemanlarını seçerek topraklama yapmak.

GİRİŞ

Tıbbi cihazların geneli elektrik enerjisi kullanarak çalışan cihazlardır. Bu durum tıbbi cihazlarda meydana gelebilecek elektrik kaçaklarına karşı birtakım önlemlerin alınmasını gerektirir. Bu önlemlerden bir tanesi uygun cihaz topraklama işleminin yapılmasıdır. Bu bölümde bir cihazın topraklamasını yapabilmek için topraklama ve topraklama elemanları hakkında bilgi sahibi olacaksınız

1.2.1 Topraklama

Topraklama, elektrik akımından kaynaklanabilecek tehlikeli durumların önüne geçmek için kullanılan en etkili önlemlerden biridir. Elektrik enerjisinin üretim ve iletim tesislerinde, gerilim altında olmayan bütün iletken tesisat kısımlarının uygun iletkenler kullanılarak toprak içerisine yerleştirilmiş iletkenlere bağlantı yapılması işlemi **topraklama** olarak adlandırılır.

Topraklama işleminin yapılmasındaki amaç; iyi yapılmamış bir yalıtım hatasından kaynaklanabilecek olan kaçakların, insan hayatını tehlikeye sokacak derecede olmasını engellemek ve bu tehlikeli durumları ortadan kaldırmaktır. Topraklama sayesinde hem insan hayatının hem de işletmenin emniyeti sağlanmış olur.

Amaçlarına Göre Topraklama Çeşitleri

Amaçlarına göre topraklama çeşitleri; koruma topraklaması, işletme topraklaması, yıldırıma karşı topraklama ve fonksiyon topraklaması olmak üzere dört çeşittir.

Topraklama Elemanları

Topraklama işleminde kullanılacak elemanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Toprak iletkeni
- Bağlantı elemanları
- Topraklayıcılar (Topraklama elektrodu)
- Zemin

Topraklama İletkenleri

Topraklanacak bir cihazı ya da tesis bölümünü, topraklayıcıya bağlayan, toprağın dışında veya yalıtılmış bir şekilde toprağın altına çekilmiş iletkendir. Çeşitli kalınlıklarda ve şekillerde üretilebilir. Bakır veya galvanizli iletkenden yapılır.

Topraklama iletkenlerine örnek olarak bakır şeritler, som bakır iletkenler, esnek örgülü bakır iletkenler, örgülü alüminyum iletkenler verilebilir.

Topraklayıcılar (Topraklama Elektrotları)

Toprağa gömülmüş, toprakla arasında iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülü, geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçalarıdır.

Statik Elektrik Topraklama Levhası

Bazı elektronik devreler, insan vücudundaki statik elektriğe karşı hassas olabilmektedir. Statik elektrik topraklama levhası, bu tür cihazların arızalarının giderilmesi veya bakımının yapılmaya başlanmasından önce vücuttaki statik elektriğin atılması için kullanılır.

UYGULAMA 1.2 PRİZ TOPRAKLAMASI BAĞLANTISI

AMAÇ

Topraklı bir prize, topraklı kablo bağlantısını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.16 Priz topraklaması

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
3 x 2,5 mm^2 çok telli iletken		5 mete
Topraklı priz		1 adet
Pense		1 adet
Tornavida		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Gerekli malzemeleri hazırlayınız.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız.
3. Topraklı prizin ortasındaki vidayı, tornavida yardımıyla gevşeterek priz kapağını açınız (Görsel 1.16).
4. Çok telli iletkenin uçlarından prizin klamenslerine uygun olacak şekilde yalıtımını soyunuz.
5. Prizde ilgili klamens vidalarını gevşetip çok telli iletken ile bağlantılarını yaparak vidaları tekrar sıkınız.
6. Sökülen priz kapağını yerine yerleştirerek vidasını tekrar sıkınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

1.3 ZAYIF AKIM TESİSAT DEVRELERİ

AMAÇ

Zayıf akım tesisat devrelerini açıklamak.

GİRİŞ

Tıbbi cihazların kullanımında gerekli tedbirlerin alınmadığı ve tıbbi cihazların bakımları düzenli olarak yapılmadığında elektrik kaçakları meydana gelebilir. Tıbbi cihazların canlı vücudu ile temas halinde olması ele alındığında, elektriksel kaçakların canlı vücudundan geçişi, kaçak akımın miktarına göre tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Bu bölümde elektrik akımının etkileri ve zayıf akım devreleri hakkında bilgi verilecektir.

1.3.1 Zayıf Akım Tesisat Devreleri

Zayıf akım tesisatları, adında da anlaşılacağı gibi düşük akım ile çalışan tesisat devreleridir. Zayıf akım tesisatları, çağırma ve bildirim tesisatları olarak da adlandırılır. Genellikle kişileri uyarmak veya haber vermek için sesli veya görsel (ışık ile) malzemelerin kullanıldığı tesisatlardır. Zayıf akım tesisatlarında en çok kullanılan malzemeler; zil, diyafon, kapı otomatiği, hoparlör, numaratör gibi elemanlardır.

1.3.2 Elektrik Akımının Etkileri

Kaçak Akımların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri

Evler, işyerleri, fabrikalar ve hastaneler başta olmak üzere elektriğin kullanımı günlük ihtiyaçların karşılanmasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Günümüzde bir hastanede farklı amaçlar için kullanılan birçok tıbbi cihaz bulunmaktadır. Bu tıbbi cihazların büyük çoğunluğu, elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. Bu cihazlar genellikle doktorlar, teknikerler ve diğer sağlık personeli tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca bu cihazların birçoğu hasta ile direkt temas hâlinde kullanılmaktadır. İyi yalıtılmamış bir cihaz hem sağlık personeli hem de hasta açısından, kaçak akımlara maruz kalma ihtimalini arttırmaktadır. Bu durum, günlük hayatta kullanılan birçok elektronik alet için de geçerlidir.

Elektrik akımı ile temas edildiğinde, çarpılma olarak adlandırılan olay meydana gelir. Elektrik akımı, insan vücudundan geçtiğinde insan vücudu için bazı tehlikeler meydana getirir. Kaslarda kasılmalara sebep olabilir. Kalp kasına zarar vererek kalp ritmini bozabilir. Geçtiği dokuda cilt yanıklarına sebep olabilir.

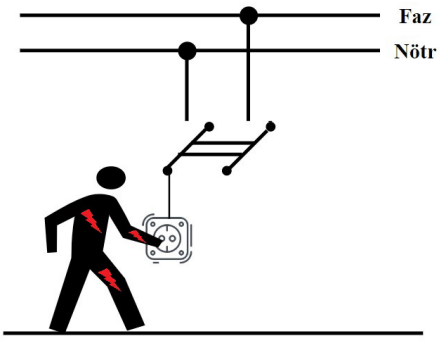
Elektrik akımının canlı vücut ile temas ettiğinde oluşabilecek tehlikeler, birtakım etkenlere bağlıdır. Bu etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Temas edilen akım değeri
- Temas edilen gerilim değeri
- Temas edilen akımın vücuttaki süresi
- Temas edilen akımın vücutta izlediği yol
- Temas eden canlının vücut direnci

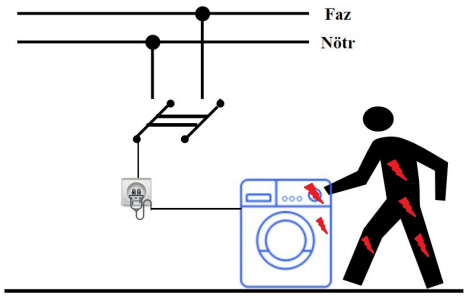
İnsan vücudundan geçen akım miktarı ve akımın fizyolojik etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Elektrik Akımının Etkileri

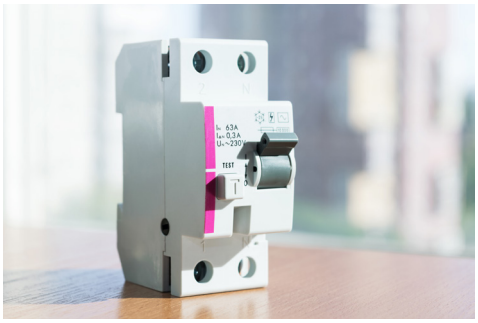
Akım Miktarı	Elektrik akımının olası fizyolojik etkisi
1 mA	Algılama eşiği
5 mA	Maksimum zararsız akım yoğunluğu
10-20 mA	Minimum kas kasılması
50 mA	Acı duyma, olası bayılma. Kalp, akciğer fonksiyonları bu durumda devam eder.
100-300 mA	Ventriküler fibrilasyon başlar. Solunum fonksiyonları hemen etkilenmez.
6 A	Sürekli kas kasılması, geçici solunum felci, vücut yanıkları.



Görsel 1.17: Direkt temas



Görsel 1.18: Endirekt temas



Görsel 1.19: Kaçak akım koruma şalterleri

Elektrik akımı ile temas, direkt ve endirekt olmak üzere iki şekilde gerçekleşir.

Direkt temas (Görsel 1.17), kişinin hat gerilimi taşıyan bir iletkene temas etmesidir. Direkt temas durumunda, kişinin vücudundan maksimum akım geçer. Bu temas, canlıların hayatı için tehlikeli akım değeri içerir.

Kaçak akım koruma şalterleri, bağlı bulunduğu şebekede herhangi bir kaçak meydana geldiğinde devreye girerek akımı keser.

Endirekt temas (Görsel 1.18), kişinin elektrik enerjisi ile çalışan bir cihazda oluşan bir yalıtım hatasından dolayı oluşan kaçak akımlara temas etmesi durumudur.

Kaçak Akım Koruma Şalterleri

Kaçak akım koruma şalterleri (Görsel 1.19), bağlı bulunduğu şebekede herhangi bir kaçak meydana geldiğinde devreye girerek akımı keser.

Kaçak akım koruma şalterleri, iki çeşit üretilmektedir. Bunlardan birincisi hayat korumalı kaçak akım koruma şalteridir. IEC 60479-1'e göre kaçak akımın insan sağlığı açısından sınır değeri 30 mA'dir. Kaçak akım koruma şalteri, 30 mA sınır değeri ve bu değerin üzerinde akım meydana geldiğinde devredeki enerjiyi hemen keserek güvenli koruma sağlar. Diğer bir kaçak akım koruma çeşidi olan yangın korumalı kaçak akım şalterlerinde sınır değer olarak 300 mA belirlenmiştir. Bunun sebebi kaçak akımın değeri 300 mA'e ulaştığında elektrik akımı ortamda ısınmaya sebep olacağından yangın tehlikesini oluşturur. Bundan dolayı yangın korumalı kaçak akım koruma şalteri, 300 mA ve üzerindeki kaçak akım değerlerinde devredeki enerjiyi keserek güvenli koruma sağlar.

1.4 KUVVETLİ AKIM TESİSAT DEVRELERİ

AMAÇ

Kuvvetli akım tesisat devrelerini açıklamak.

GİRİŞ

Elektrik enerjisiyle çalışan tüm cihazlar gibi tıbbi cihazların da elektrik enerjisi ile cihaz arasındaki elektriksel bağlantının yapılması gerekmektedir. Elektrik enerjisinin belirli noktalardan alınıp tıbbi cihazlar ile bağlantısının gerçekleştirilmesinde priz, fiş gibi kuvvetli akım tesisatlarında kullanılan malzemeler kullanılmaktadır. Bu bölümde kuvvetli akım devreleri hakkında bilgi verilecektir.

1.4.1 Kuvvetli Akım Tesisatı

Kuvvetli Akım Tesisatında Kullanılan Malzemeler

Fişler

Fişler, prizlerdeki elektrik enerjisini elektrikli cihazlara ulaştıran malzemelerdir. Elektrik tesisatlarında kullanılan fişler (Görsel 1.20), erkek (Görsel 1.21) ve dişi (Görsel 1.22) olmak üzere iki çeşittir. Fişlerin, normal (topraksız) ve topraklı türleri vardır.

Topraksız fişlerin, iki bağlantı noktası vardır. Birinci bağlantı noktasına faz hattı; diğer bağlantı noktasına nötr hat olmak üzere iki kablo takılır. Kablo ile fiş bağlantıları yapılırken iletken kabloların uç kısımlarındaki yalıtkanın bir kısmı soyulur ve kablo fiş yuvasına oturtulur. Burada dikkat edilmesi gereken nokta fiş bağlantıları tamamlandığında fişin dışında çıplak kablo kalmamasıdır.

Topraklı fişlere üç adet bağlantı kablosu takılır. Bu kablolar faz hattı, toprak hattı ve nötr hattıdır. Kablo ve fiş bağlantısı normal priz ile aynı şekilde yapılır. Bir fişin topraklı veya topraksız olduğunu ayırt etmek için fişin ortasında metal çubuk olup olmadığına bakmak yeterlidir. Fişte metal çubuk bulunuyorsa bu fiş topraklı bir fiştir.



Görsel 1.20: Topraklı erkek fiş



Görsel 1.21 Topraklı erkek fiş



Görsel 1.22: Topraklı dişi fiş

Prizler

Elektrik enerjisinin, elektrik ile çalışan cihaza ulaşabilmesi için fişlerin takıldığı malzemelerdir. Genellikle duvarda sabit olarak monte edilebildikleri gibi grup priz (Görsel 1.23) olarak uzatma kabloları eklenerek mobil hâle de getirilebilir. Prizler, yapılarına göre topraklı priz ve normal (topraksız) priz olmak üzere ikiye ayrılır.



Görsel 1.23: Grup priz

Normal (Topraksız) priz (Görsel 1.24), faz ve nötr olmak üzere iki bağlantı noktası bulunur. Genellikle kaçak akım riski az olan elektrikli aletlere elektrik enerjisi iletmek için kullanılırlar.



Görsel 1.24: Topraksız priz



Görsel 1.25: Topraklı priz

Topraklı prizlerin (Görsel 1.25) faz, toprak ve nötr olmak üzere üç adet bağlantı noktası bulunur. Kaçak akım riski yüksek olan



Görsel 1.26: Duy

daha büyük elektrikli aletler için kullanılırlar. Bir prizin topraklı veya topraksız olduğunu ayırt etmek için prizin ortasında yer alan topraklama kontaklarına bakılır. Prizde topraklama kontağı bulunuyorsa bu fiş topraklı prizdir.

Duylar

Elektrik lambalarının takıldığı malzemelerdir. İletken kısımları genellikle pirinçten üretilir. Dış kısımları genellikle porselen, bakalit gibi malzemelerden yapılmıştır. Duylar (Görsel 1.26), sürgülü ve vidalı olmak üzere iki çeşittir.

Lambalar (Ampuller)

Elektik enerjisini, ışık enerjisine çeviren malzemelerdir. Lambalar, kullanım alanlarına göre farklı güçlerde ve yapılarda üretilir. En çok kullanılan lamla çeşitleri akkor flamanlı lamba ve floresan lambadır. Bunların dışında farklı güçte ve çeşitte üretilirler. Görsel 1.27'de akkor flamanlı , Görsel 1.28'de ise LED lamba verilmiştir.



Görsel 1.27: Akkor flamanlı lamba

Kullanım yerine göre farklı özellikte ve çeşitte lambalar üretilmektedir.

- Akkor flamanlı lamba
- Floresan lamba
- Neon lamba
- Halojen lamba
- Renki lamba örnek verilebilir.



Görsel 1.28: LED lamba

Anahtarlar

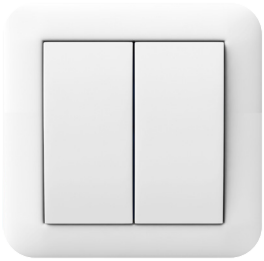
Anahtarlar, bir elektrik devresindeki enerji akışının kontrolü için kullanılan malzemelerdir. Kısaca. bir elektrik devresini açıp kapamak için kullanılır.

Kullanıldıkları devreye göre çeşitli anahtarlar bulunmaktadır. Bu anahtar çeşitleri şunlardır:

Adi Anahtar	Tek bir lamba veya lamba grubunu, bir noktadan kontrol eden anahtarlar (Görsel 1.29).
Komitatör Anahtar	İki faklı alıcıyı, tek bir noktadan ayrı ayrı kontrol eden anahtarlar (Görsel 1.30).
Vaviyen	Bir alıcıyı, iki farklı noktadan kontrol edebilen anahtarlardır.
Dimmer	İçerisindeki potansiyometre yardımıyla alıcı gerilimini değiştirerek alıcının parlaklığını kontrol eden elektronik anahtarlardır (Görsel 1.31).



Görsel 1.29: Adi anahtar



Görsel 1.30: Komitatör



Görsel 1.31: Dimmer

Jacklar (Jaklar)

Jacklar (Görsel 1.32); ses, görüntü ve video gibi sinyallerin aktarımı için kullanılan kabloların alıcı verici devre arasındaki bağlantısını sağlayan mazemelerdir.

Sigortalar

Sigortalar (Görsel 1.33,1.34), elektrik devrelerinde akımın belli bir sınır değerinin üzerine çıkması durumunda devreyi açarak sistemdeki alıcıları ve kullanıcıları koruyan devre elemanıdır. Yapı bakımından birçok sigorta çeşidi bulunmaktadır. Günümüzde en çok kullanılan sigorta çeşidi otomatik sigortalardır.

Kaçak Akım Rölesi

Kaçak akım koruma şalterleri, bağlı bulunduğu şebekede herhangi bir kaçak meydana gelirse devreye girerek akımı keser.



Görsel 1.32: Çeşitli jacklar



Görsel 1.33: Tek fazlı sigorta



Görsel 1.34: Üç fazlı sigorta

1.4.2 Temel Elektrik Devreleri

Elektrik akımının, akım kaynağından çıkıp alıcı üzerinden geçerek tekrar akım kaynağına dönmesi için izlenilen yol elektrik devresi olarak tanımlanır. Elektrik enerjisi ile çalışan bir aygıtın çalışabilmesi için içinden sürekli akımın geçmesi gerekmektedir. Bu sürekli akım elektrik devrelerinde üreteç adı verilen pil, akü, batarya gibi elektrik enerjisi kaynaklarından sağlanır.

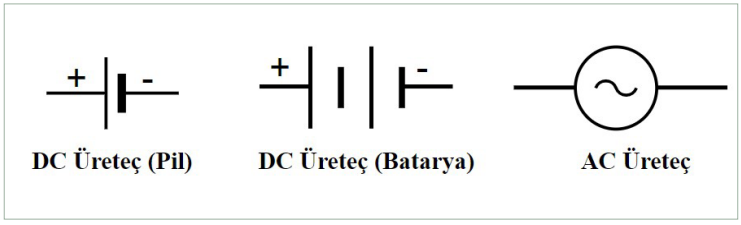
Bir elektrik devresinin temel elemanları üreteç, alıcı, sigorta, anahtar ve iletkendir.

Üreteç (Güç kaynağı)

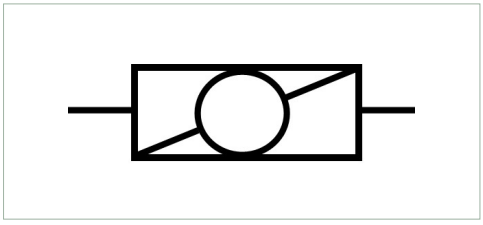
Bir elektrik devresinin çalışabilmesi için devreye, sürekli olarak enerji sağlayacak bir elemana ihtiyaç duyulur. Elektrik devrelerinde bu işlevi yerine getiren eleman üreteçtir (Görsel 1.35). Kısaca üreteç, elektrik enerjisi üreten elemandır.

Sigorta

Normal çalışma akımından daha yüksek akıma veya kısa devrelere karşı devreyi, elektrik alıcılarını veya kullanıcıları elektriksel tehlikelerden korumak için kullanılan devre elemanıdır. Görsel 1.36'da sigorta sembolü gösterilmektedir.



Görsel 1.35: Üreteç sembolleri



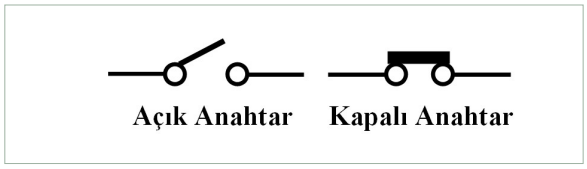
Görsel 1.36: Sigorta sembolü

Anahtar

Elektrik akımının istenildiğinde devrede dolanmasına izin veren, istenildiğinde akım akmasını durduran devre elemanıdır. Kısaca devreyi kapatıp açmaya yarar. Görsel 1.37'de anahtar sembolleri gösterilmektedir.

Alıcı

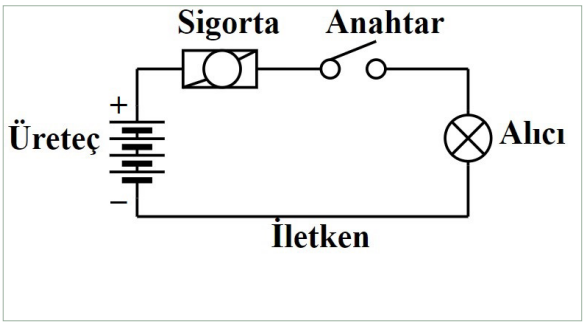
Elektrik enerjisini farklı bir enerji formuna dönüştüren devre elemanıdır. Elektrik enerjisi alıcılarda ışık, ısı veya ses gibi enerji formlarına dönüştürülür.
Elektrik devreleri kapalı devre, açık devre ve kısa devre olarak sınıflandırılır.



Görsel 1.37: Anahtar sembolleri

Açık devre

Devredeki anahtar açıksa ve üreteçten çıkan enerji devreyi tamamlayamıyorsa bu tür devreler açık devrelerdir. Açık devrelerde (Görsel 1.38) akım alıcıya ulaşamadığı için alıcı çalışmaz. Devre iletkenlerinde meydana gelen kopukluk da açık devreye sebep olabilir.



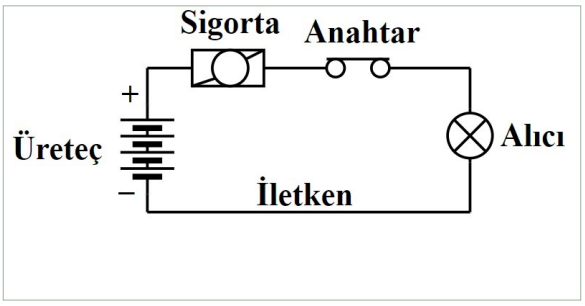
Görsel 1.38: Açık devre

Kapalı devre

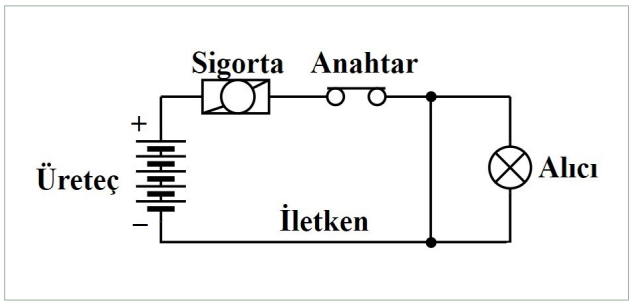
Anahtarın kapalı olduğu, akımın üreteçten alıcıya ulaştığı ve alıcının çalıştığı devrelerdir. Görsel 1.39'da kapalı devre gösterilmektedir.

Kısa devre

Devredeki anahtarın kapalı olmasına rağmen, akımın alıcıya ulaşmadan devreyi kısa yoldan tamamlaması durumudur. Kısa devre istenmeyen bir durumdur. Kısa devre olduğunda devredeki sigorta atar. Görsel 1.40'da kısa devre gösterilmektedir.



Görsel 1.39: Kapalı devre



Görsel 1.40: Kısa devre

1.5 DOĞRU AKIM ÖZELLİKLERİ

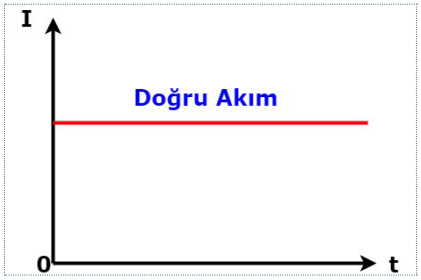
AMAÇ

Doğru akımın özelliklerini açıklar.

GİRİŞ

Yüksek değerli elektrik akımı ile çalışan tıbbi cihazların olduğu gibi daha düşük akımlarda çalışan tıbbi cihazlarda mevcuttur. Bu cihazlar ihtiyacı olan elektrik enerjisini pil, batarya gibi doğru akım kaynaklarından karşılamaktadırlar. Bu bölümde doğru akım özellikleri ve doğru akım kaynakları hakkında bilgi verilecektir.

Doğru akım, zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akımlar olarak tanımlanabilir. DA harfleriyle gösterildiği gibi, DC (Direct Current) harfleriyle de gösterilebilir. Görsel 1.41'de doğru akım grafiği verilmiştir. Doğru akım kaynaklarına piller (Görsel 1.42), bataryalar (Görsel 1.43), akümülatörler (Görsel 1.44) örnek olarak verilebilir. Elektronik devrelerde kullanılan dirençler seri, paralel veya karışık bağlantı olmak üzere farklı şekillerde bağlanarak çeşitli direnç değerleri elde edilir.



Görsel 1.41: Doğru akım sinyali


Görsel 1.42: Çeşitli büyüklerde piller

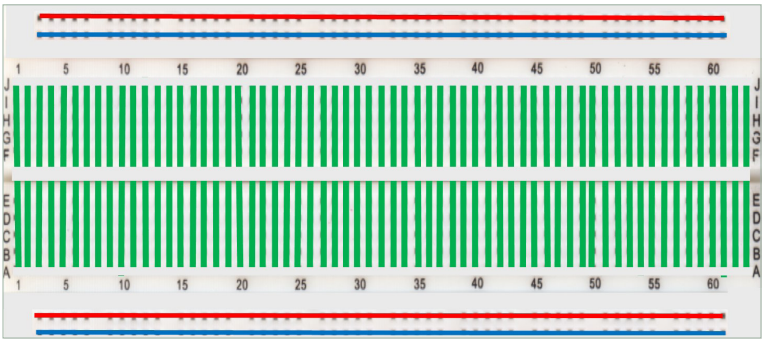

Görsel 1.43: Bataryalar


Görsel 1.44: Akümülatör

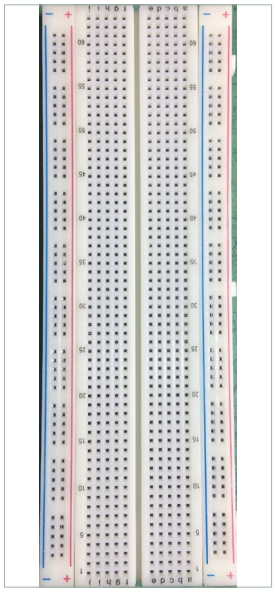
1.5.1 Breadboard

Breadboard (Görsel 1.45), üzerinde basit elektrik devreleri kurulabilen bir devre ekipmanıdır. Breadboard üzerinde bulunan pinler, devre elemanlarını tak çıkar mantığı ile oluşturmaya yarar. Elektronik devrelerin baskı devreye aktarılmadan önce, tasarım aşamasında, devrenin çalışıp çalışmadığını ya da bağlantılarının yanlış olup olmadığını test etmek için de kullanılır. Breadboard'ın belli satır ve sütunları kendi aralarında iletkenlerde birleştirilmiş devre tahtasıdır. Breadbordlar farklı boyutlarda üretilebilir.

Görsel 1.46'da breadboard üzerinde, birbirleriyle bağlantılı olan satır ve sütunlar gösterilmiştir. Üst ve alttaki kırmızı ve mavi çizgilerin altındaki delikler yatay olarak boydan boya birbirine bağlıdır. Ortada ise yeşil çizgiler ile gösterilen, alt alta olan beş delik dikey olarak birbirine bağlıdır.



Görsel 1.46: Breadboard iletken bağlantıları


Görsel 1.45 Breadboard

1.6 ANALOG DEVRE ELEMANLARI, ANALOG DEVRE ELEMANLARININ KARAKTERİSTİKSEL ÖZELLİKLERİ VE ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİN ÖLÇÜMÜ

AMAÇ

Güncel kullanım kılavuz talimatlarına, standartlara, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak analog devre elemanlarını tanımak, analog devre elemanlarının karakteristik özelliklerini, görevlerini bilmek ve elektriksel büyüklükleri ölçmek.

GİRİŞ

Tıbbi cihazların işlevlerini yerine getirebilmesi için bir çok elektronik eleman kullanılmaktadır. Bu elemanlarda meydana gelecek bir arıza cihazların işlevselliğini etkileyecektir. Bundan dolayı bu elektronik elemanların yapısı, özellikleri ve ölçümlerini yapılması hususunda bigi sahibi olmak önem arzetmektedir.Bu bölümde analog devre elemanı olarak kullanılabilen direnç, kondansatör, bobin özellikleri ve ölçü aletleri ile bunların değerlerinin ölçülmesi; osiloskop ile ölçüm alınması bilgilerinin edinilmesi hakkında bilgi verilecektir.



Görsel 1.47: Analog multimetre

1.6.1 Elektriksel Ölçü Aletleri

Direnç ölçümü için analog ya da dijital multimetreler kullanılabilir. Multi, çok anlamına gelir. Multimetreler direnç dışında akım, gerilim, kapasite, endüktans, diyot, transistör, frekans, iletkenlik gibi elektriksel büyüklük ölçümleri de yapabilen elektronik cihazdır. AVOmetre olarak da adlandırılır.

Analog ölçüm cihazında, skala ve ibre mevcuttur. Daha hassas ölçüm yapabilir. Dijital ölçü aleti, ekranda rakamlar gösterir. Analog multimetre (Görsel 1.47), analog saat; dijital multimetre (Görsel 1.48), dijital saat gibi düşünülebilir. Akım ölçümlerinde ampermetre; gerilim ölçümlerinde voltmetre olarak adlandırılan özel ölçüm cihazları da vardır.

Kondansatör ve bobin ölçümlerinde LCRmetreler (Görsel 1.49), kondansatör ve bobin ölçüm özelliği olan dijital multimetreler kullanılır. LCRmetre; endüktans (L), kapasitans (C), direnç (R) ölçümü yapabilen elektronik cihazlardır.

LCRmetre, dijital multimetreye dış görünüş olarak çok benzer.



Görsel 1.48: Dijital multimetre

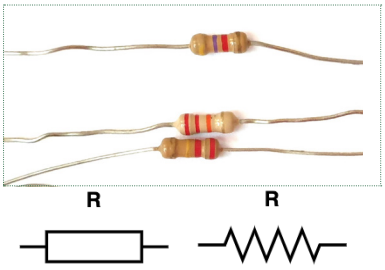


Görsel 1.49: Dijital LCRmetre

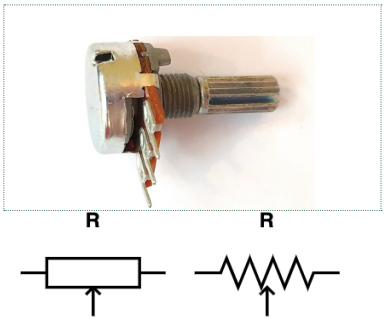
1.6.2 Direnç

Akıma karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir. Dirençler yapıldığı malzemeye, gücüne veya kullanım alanına göre gruplandırılır.

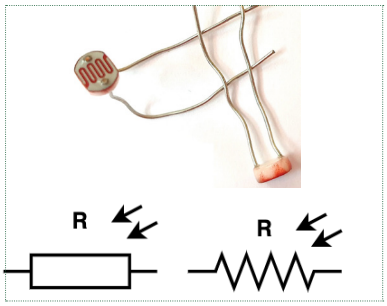
Ayarlanabilir, sabit ve özel (ortam etkili) direnç olarak üçe ayrılır. Sabit dirençler (Görsel 1.50), akım ve gerilimi belirli bir değerde tutmak için kullanılır. Ayarlı dirençler (Görsel 1.51), akım ve gerilim değeri değiştirilmek istendiğinde kullanılır. Özel (ortam etkili) dirençler, ortamdaki duruma göre direnç değeri değişen dirençlerdir. Işık (LDR) (Görsel 1.52), ısı (NTC, PTC) (Görsel 1.53 ve 1.54), gerilim (VDR) gibi değişimlerden etkilenirler.



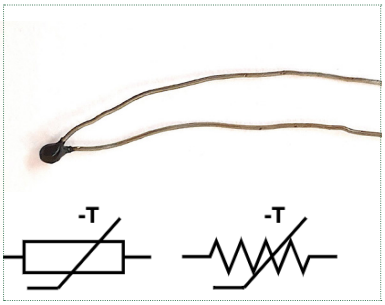
Görsel 1.50: Sabit direnç ve sembolü



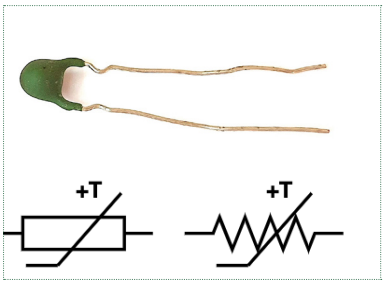
Görsel 1.51: Ayarlı direnç ve sembolü



Görsel 1.52: LDR ve sembolü



Görsel 1.53: NTC ve sembolü



Görsel 1.54: PTC ve sembolü

Direnç Renk Kodları

Dirençlerin değeri, üzerlerinde bulunan renklere göre hesaplanabilir (Tablo 1.3). Dört veya beş renkli olarak imal edilir.

Tablo 1.3: Direnç Renk Kodlar

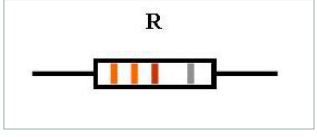
Renk	Sayı	Çarpan	Tolerans
Siyah	0	100	-
Kahverengi	1	101	1%
Kırmızı	2	102	2%
Turuncu	3	103	-
Sarı	4	104	-
Yeşil	5	105	0,50%
Mavi	6	106	0,25%
Mor	7	107	0,10%
Gri	8	108	-
Beyaz	9	109	-
Altın	-	0,1	5%
Gümüş	-	0,01	10%

Örnek

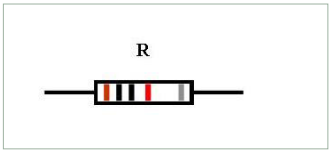
Görsel 1.55'teki dirençte 1. renk (Turuncu), 2. renk (Turuncu), 3. renk (Kahverengi), 4. renk (Gri) olduğuna göre direnç değerini ve tolerans aralığını hesaplayınız.

1. renk ve 2. renk yan yana yazılır. 3. renk çarpan olarak eklenir. Çıkan sonuç her zaman (Ω) ohm'dur.

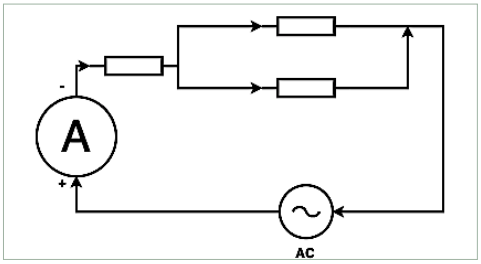
33 × 101 Ω ±%10 düzenlenirse; 330 Ω ±%10 direnç değeri olur.



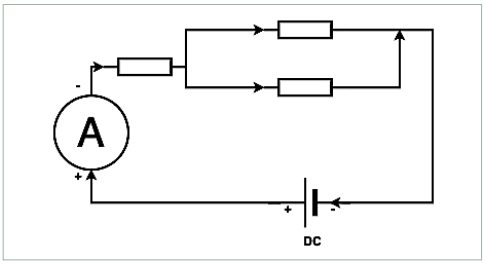
Görsel 1.55: 4 renkli direnç



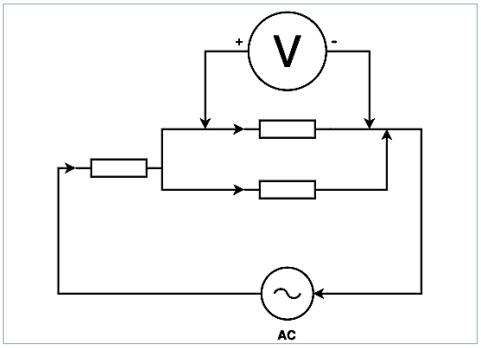
Görsel 1.56: 5 renkli direnç



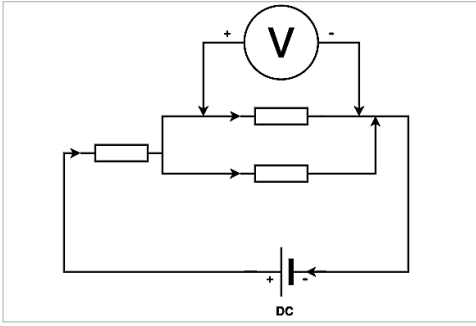
Görsel 1.57: AC devrede ampermetre bağlantısı



Görsel 1.58: DC devrede ampermetre bağlantısı



Görsel 1.59: AC devrede voltmetre bağlantısı



Görsel 1.60: DC devrede voltmetre bağlantısı

4. renk tolerans hesabında kullanılır. Tolerans aralığı hesaplanacak olursa;

$$330 \times \%10 = 330 \times \frac{10}{100} = 3{,}3\Omega$$

sapma olabilir. 330 Ω direnç değerine sapma miktarı eklenir ve 330 Ω direnç değerinden sapma miktarı çıkarılır.

330 - 3,3 = 326,7 Ω 330 + 3,3 = 333,3 Ω tolerans aralığıdır.

Örnek

Görsel 1.56'daki dirençte 1. renk (Kahverengi), 2. renk (Siyah), 3. renk (Siyah), 4. renk (Kırmızı), 5. renk (Gri) olduğuna göre direnç değerini ve tolerans aralığını hesaplayınız.

1. renk, 2. renk ve 3. renk yan yana yazılır. 4. renk çarpan olarak eklenir. Çıkan sonuç her zaman (Ω) ohm'dur.

100 × 102 Ω ±%10 düzenlenirse; 10000 Ω ±%10 çıkan rakam büyük olduğu için birim dönüşümü yapılır.

10000 Ω %10 = 10 KΩ ±%10 direnç değeri olur.

5. renk tolerans hesabında kullanılır. Tolerans aralığı hesaplanacak olursa;

$$10 \times \%10 = 10 \times \frac{10}{100} = 1K\Omega$$

sapma olabilir. 10 KΩ direnç değerine sapma miktarı toplanır ve 10 KΩ direnç değerinden sapma miktarı çıkarılır.

10 – 1 = 9 KΩ 10 + 1 = 11 KΩ tolerans aralığıdır.

1.6.3 Akım ve Gerilim Ölçümü

Akım Ölçümü

Devredeki akımı ölçerken ampermetre veya multimetre kullanılabilir. Multimetre, akımı ölçmek için amper kademesine getirilmelidir. AC veya DC olmasına göre kademe seçimi yapılması unutmamalıdır.Akım ölçümü yaparken devre elemanının ne olduğu önemli değildir. Ampermetreyi devreye doğru bağlamak yeterlidir. Akım ölçümü yapılırken ampermetre devreye seri bağlanır (Görsel 1.57 ve 1.58).

Gerilim Ölçümü

Devredeki gerilimi ölçerken voltmetre veya multimetre kullanılabilir. Multimetreyi gerilim ölçmek için volt kademesine getirmek gerekir. Devrenin AC veya DC olmasına göre kademe seçimi yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

Gerilim ölçümü yaparken devre elemanının ne olduğu önemli değildir. Voltmetreyi devreye doğru bağlamak yeterlidir. Gerilim ölçümü yapılırken voltmetre devreye paralel bağlanır (Görsel 1.59 ve 1.60).

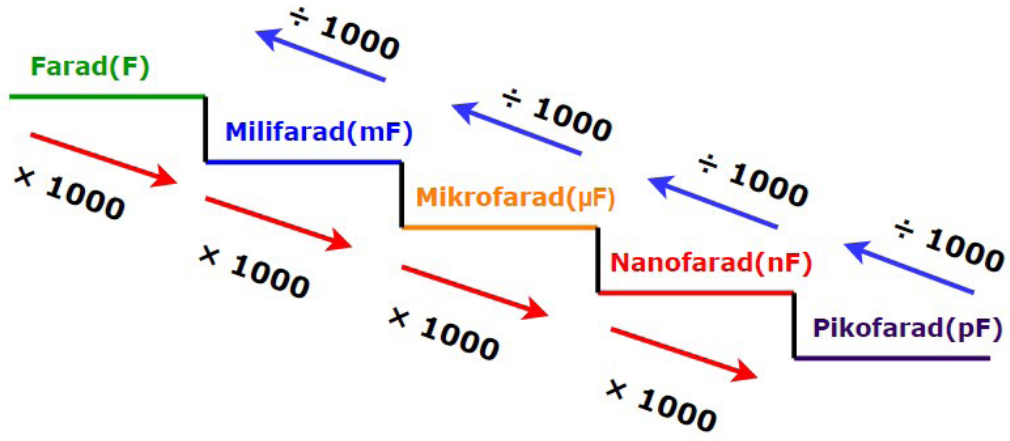
1.6.4 Kondansatör

Kondansatör, iki iletken levha arasına yalıtkan madde (di-elektrik) konularak elde edilen doğru akımda (DC) elektrik enerjisi depo edebilen devre elemanıdır (Görsel 1.61). Alternatif akımda (AC) kondansatör akıma karşı zorluk gösterir. Bu zorluk kapasitif reaktans olarak isimlendirilir.



Görsel 1.61: Kondansatör

Kondansatör enerji depo edebilen ve gerektiğinde akıma karşı zorluk gösterebilen devre elemanıdır. C harfi ile gösterilir. Birimi Farad (F)'dır. Farad çok büyük bir değer olduğu için faradın ast katları kullanılır. Bu ast katlar milifarad (mF), mikrofarad (μF), nanofarad (nF), pikofarad (pF)'dır (Görsel 1.62).

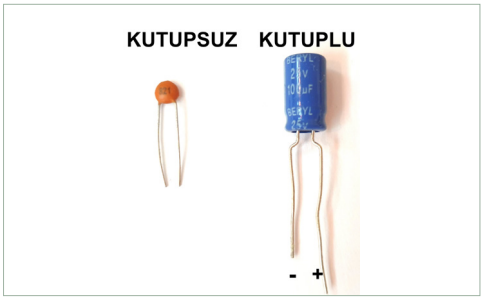


Görsel 1.62
Kondansatör birim dönüşümleri

1 Farad (F) = 10^3 milifarad (mF) = 10^6 mikrofarad (μF)

= 10^9 nanofarad (nF) = 10^{12} pikofarad (pF)

Kondansatör kutuplu ya da kutupsuz olabilir. Kutupsuz kondansatörde yön önemli değildir. Kutuplu kondansatörde artı (+), eksi (-) yönler vardır (Görsel 1.63).



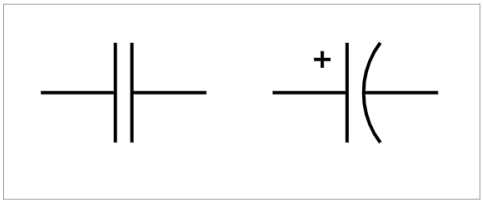
Görsel 1.63: Kutupsuz ve kutuplu kondansatör

Kondansatörler; gerilim çoklayıcı, filtre devreleri, zamanlama devreleri gibi devrelerde kullanılır. Gerilim değerlerine göre seçim yapılmalıdır. Kutuplu olması hâlinde devreye ters olarak bağlanmamalıdır. Kondansatör, devreye ters olarak bağlanırsa di-elektrik özelliğini kaybeder ve bozulur.

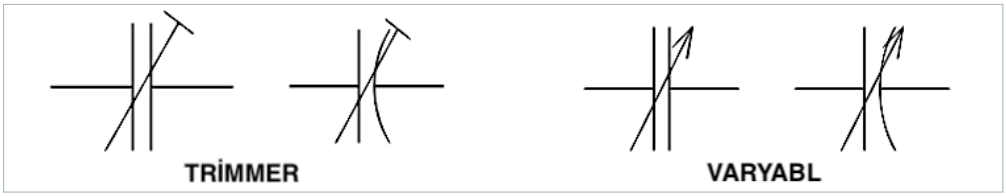
Kondansatörler genel olarak iki çeşittir. Bunlar, sabit kondansatör ve ayarlı kondansatördür.

Sabit Kondansatör

Kapasitesi değişmeyen kondansatörlerdir. Yapım malzemelerine göre çeşitleri vardır. Elektrolitik, tantal (kutuplu); mercimek, seramik (kutupsuz) olmak üzere iki çeşittir (Görsel 1.64).



Görsel 1.64: Sabit kondansatör sembolü



Görsel 1.65: Ayarlı kondansatör trimmer ve varyabl sembolü

Ayarlı Kondansatör

Belirli değerler arasında kapasitesi değişebilen kondansatörlerdir. pF seviyelerinde kapasite değişimi yapılabilir. Varyabl ve trimmer olarak iki çeşittir (Görsel 1.65).

Kapasite Değeri Hesabı

Kutuplu kondansatörlerde kapasite değeri, üzerinde yazar. Herhangi bir hesaba gerek yoktur. Bu tip kondansatörlerin kapasite değeri genelde μF'dır.

Kutupsuz kondansatörler rakam, harf, ya da renk ile kodlanarak yazılır (Tablo).

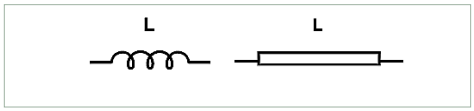
Tablo 1.4: Kondansatör harf ve rakam anlamı

Kondansatör Rakam Kodları			Rakam [GERİLİM(DC)]	Harf (TOLERANS)
1. Rakam	2. Rakam	3. Rakam	1: 100 V	H: %2,5
1	0	2	2: 25 V	J: %5
1. ve 2. rakam yan yana yazılır. 3. rakam çarpandır. $10 \times 10^2 = 1000$ pf = 1 nF 50 V %10			5: 50 V	K: %10
				M: %20
				S: -%20 +%50
				Z: -%20 +%80
				P: -%0 +%100

3 Rakamlı kondansatör	Rakam ve harfli kondansatör		Rakam ve noktalı kondansatör
 27×10^3 = 27000 pF = 2 7nF	 0,22 pF	 4,7 n	 0,22 µF
• Yalnızca rakamlarla kodlanmış kondansatörde en fazla 3 rakam olabilir. • İlk iki rakam yan yana yazılır. • 3. rakam çarpan olarak eklenir. • Birim her zaman pF olur.	• Rakamlarla ve harflerle kodlanmış kondansatörde harfin yerine göre virgül konur. • Harf sondaysa virgüle gerek yoktur. Birimi harfin kendisidir.		• Rakamların önünde nokta varsa noktanın yerine virgül atılır. • Birim µF olur.

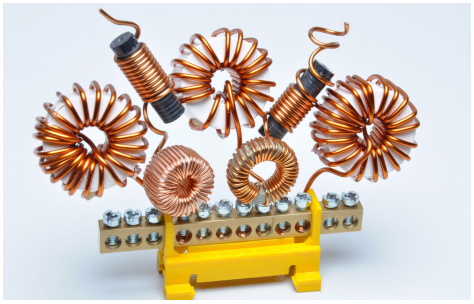
1.6.5 Bobin

Nüve adı verilen yalıtkan üzerine iletken telin sarılmasıyla elde edilen devre elamanına **bobin** denir (Görsel 1.66). "L" harfi ile gösterilir. Birimi henry (H)'dir.



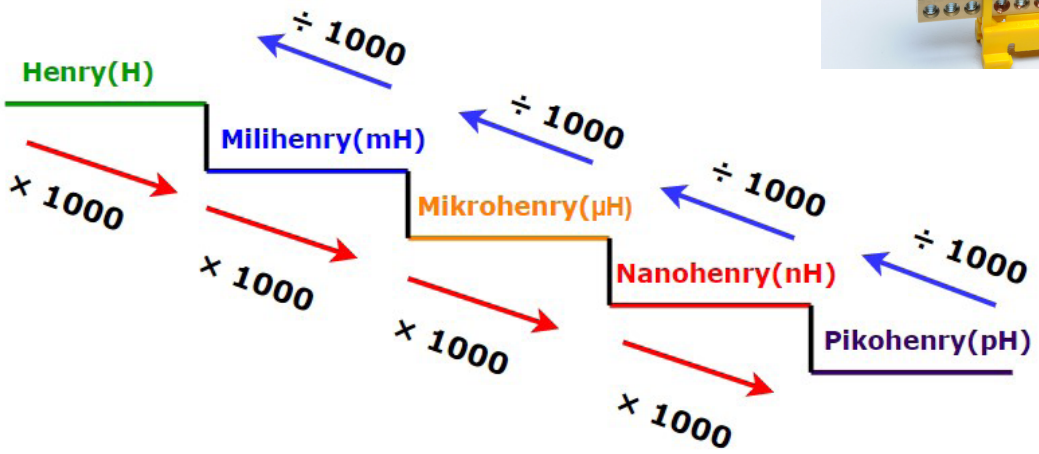
Görsel 1.66: Bobin sembolleri

Bobinler, nüveli ya da nüvesiz olarak üretilir. Sarım işlemi, mandren (makara) denen yapı üzerinde olur. Mandrenin içinde bulunan sabit ya da hareketli parçaya **nüve** denir. Bobin (Görsel 1.67) telinin her bir sarımına **spir** denir. Nüvelerine göre sabit bobinler; ferit nüveli, hava nüveli, demir nüveli olarak isimlendirilir.



Görsel 1.67 Bobin

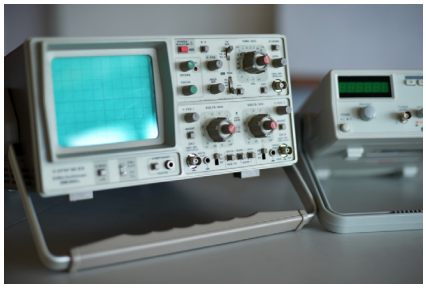
Bobinlerin alternatif akım değişimlerine karşı gösterdiği zorluğa **endüktans**; direnç değerine **endüktif reaktans** denir. Henry biriminin ast katları da sıklıkla kullanılmatadır (Görsel 1.68).



Görsel 1.68: Bobin birim dönüşümleri

Bobinin Özellikleri

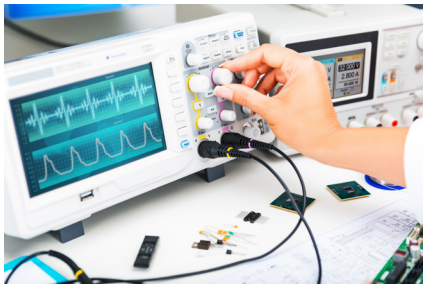
1. Bobinler, elektrik akımına direnç gösterir.
2. AC ve DC devrelerde kullanılabilir.
3. Üzerlerinden geçen akım nedeniyle elektromanyetik etki oluşturur.
4. Akımla gerilim arasında faz farkı meydana getirir.
5. DC gerilim ile çalışırken sabit bir elektromanyetik alan oluşturur.
6. AC gerilim ile çalışırken akım değişimine bağlı olarak değişen, elektro manyetik alan oluşturur.
7. Yüksek ve düşük frekanslı devrelerde, radyo alıcı vericilerinde, filtre devrelerinde kullanılır.
8. Bobin değeri, renk kodları ile hesaplanabilen bobinler de vardır.



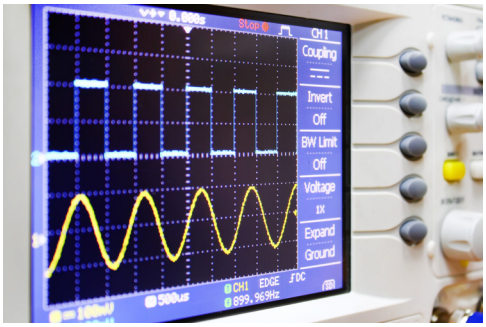
Görsel 1.69: Analog osiloskop

1.6.6 Osiloskop

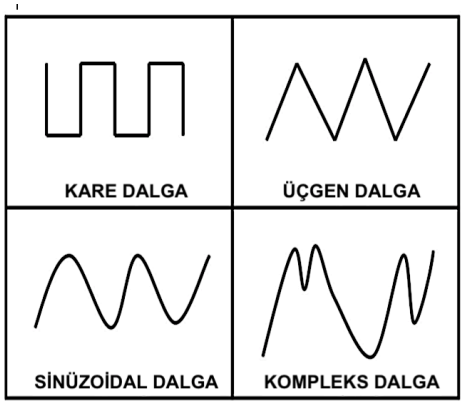
Osiloskop; akım, gerilim, frekans gibi parametrelerin ölçümünde kullanılır. Osiloskop, dijital multimetreden daha gelişmiştir ve kendisinin de elektronik devresi bulunmaktadır. Analog ve dijital olarak ikiye ayrılır (Görsel 1.69 ve 1.70). Günümüzde dijital osiloskoplar daha sık kullanılır.



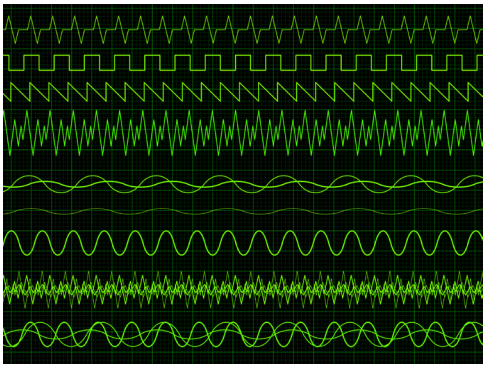
Görsel 1.70: Dijital osiloskop



Görsel 1.71: İki kanallı osiloskop



Görsel 1.72: Osiloskop dalga şekilleri



Görsel 1.73: Osiloskop ekranında dalga şekli

Osiloskobun Özellikleri

1. Devreye paralel bağlanır.
2. İki veya daha fazla kanallı (ışınlı) osiloskoplar mevcuttur (Görsel 1.71).
3. Üçgen, kare, sinüzoidal, kompleks gibi dalga şekilleri görüntülenebilir (Görsel 1.72 ve 1.73).
4. Genlik, periyot ve frekans hesabı yapılabilir.

Osiloskopta Sıklıkla Kullanılan Kısımlar, Tuşlar ve Anlamları

On/off düğmesi	Cihazı açıp kapatır.
CH1, CH2	Probların takılabildiği kanallardır.
PROBE COMP	Prob kalibrasyonu yapılır. Düzgün bir kare dalga elde edilmesi gerekir.
AC/DC coupling	Çalışılan gerilime göre AC ya da DC seçimi yapılır.
PrtSc (PrintScreen)	Ekran görüntüsü alınır.
Run/Stop	Sinyali durdurur ya da sürdürür.
AUTO	Osiloskop ekranındaki sinyali yenilemek için kullanılır.
Vertical	Dikey eksende sinyali hareket ettirip sinyalin kare sayısının değiştirildiği yerdir.
Horizontal	Yatay eksende sinyali hareket ettirip sinyalin kare sayısının değiştirildiği yerdir.
Volt/div	Genlik hesabında her bir karenin voltajını verir.
Time (Secs)/div	Periyot hesabında her bir karenin saniyesini verir.
Trigger	Sinyal hangi seviyeye ulaştığında ölçmeye başlayacağı ayarlanır.

Genlik Hesabı

Periyodik bir harekete sahip sinyalin tepeden çukura olan uzaklığının yarısı **genlik** olarak ifade edilir. "Vm" olarak gösterilir. Birimi volttur. Sinyalde tepeden çukura kadar olan tepeden tepeye değer (Vpp), tepeden x-eksenine kadar olan pozitif tepe değer (+Vp), x-ekseninden çukura olan negatif tepe değer (–Vp) olarak adlandırılır. +Vp en büyük pozitif değer, -Vp en büyük negatif değerdir.

Örnek

Görsel 1.74'te osiloskop ekranında volt/div değeri 5 V olarak gözükmektedir. X-ekseninden tepe noktasına kadar 2 birim kare olduğuna göre sinyalin genliğini bulunuz.

(Vm) Genlik = volt/div × dikey kare sayısı (DKS) = 5 × 2 = 10 V

Periyot Hesabı

Bir işin yapılması için geçen süredir. Elektrik işaretinde bir dalganın oluştuğu süreyi ifade eder. "T" ile gösterilir. Birimi saniyedir.

Örnek

Görsel 1.75'te osiloskop ekranında Time/div değeri 2 saniye olarak gözükmektedir. Sinyal bir tam tur atana kadar 2 birim kare olduğuna göre sinyalin periyodunu bulunuz.

T (Periyot) = Time/div × yatay kare sayısı (YKS) = 2 × 2 = 4 s

Frekans Hesabı

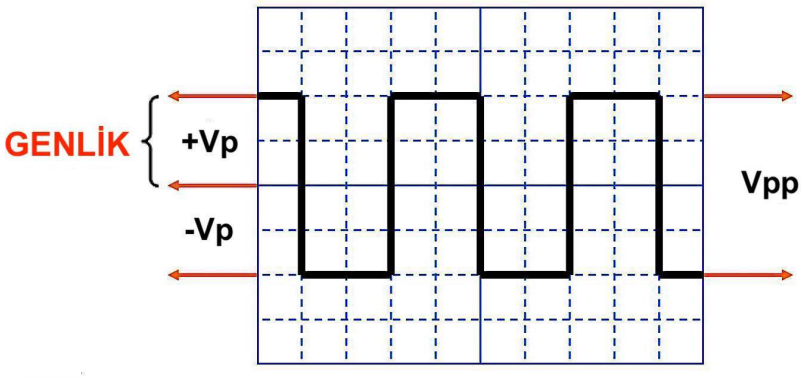
Birim zamandaki (1 saniye) periyot sayısıdır. Elektrik sinyalinde bir saniyede üretilen dalga sayısını ifade eder. "f" ile gösterilir. Birimi hertz (Hz)'dir.

$$f = \frac{1}{T}$$

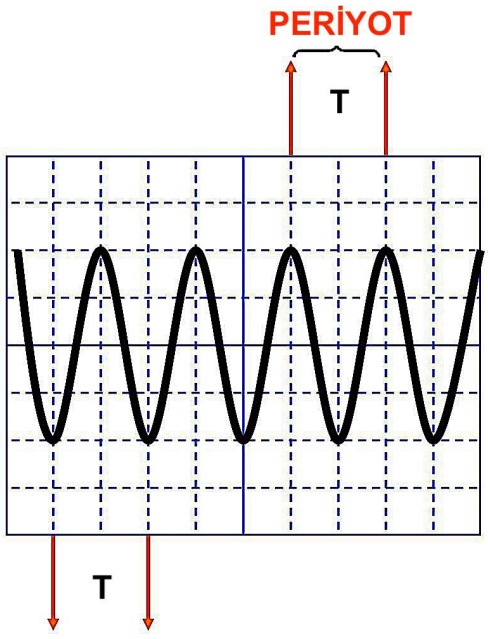
Örnek

Periyodu 4 saniye olan sinyalin frekansını bulunuz.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0{,}25\text{Hz}$$



Görsel 1.74: Osiloskopta genlik



Görsel 1.75: Osiloskopta periyot

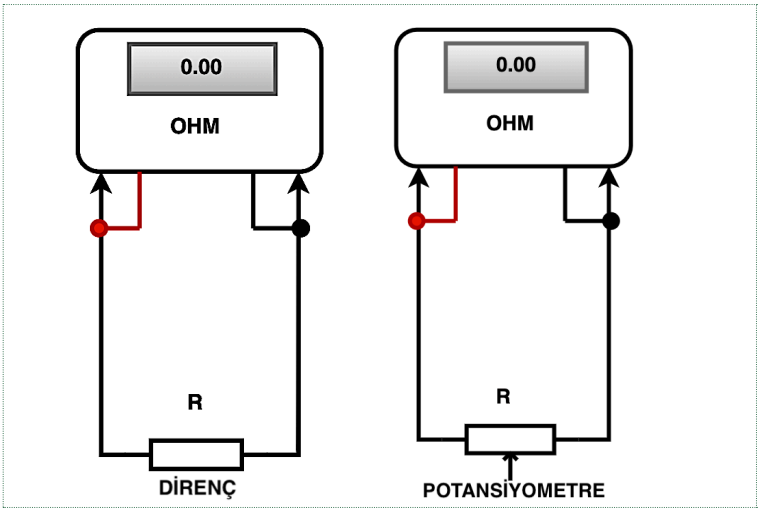
UYGULAMA 1.3 DİRENÇ ÖLÇÜMÜ YAPMAK

AMAÇ

Direnç renk kodlarıyla direnç değerlerini bulmak, ölçü aletleriyle direnç değerlerini ölçmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık



Görsel 1.76: Direnç ve potansiyometre ölçümü

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Direnç	10 KΩ, 16 KΩ, 1 KΩ, 3,3 KΩ, 4,7 KΩ, 1 MΩ, 220 Ω, 330 Ω	Birer adet
Potansiyometre	1 KΩ, 5 KΩ, 10 KΩ, 22 KΩ, 100 KΩ, 220 KΩ, 500 KΩ	Birer adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Direncin renklerini kontrol ediniz.
4. Renk kodları yardımıyla direnç değerini hesaplayınız.
5. Hesaplanan değeri tabloya yazınız.
6. Dirençlerden herhangi birini alınız.
7. AVOmetrenin COM yazan kısmına siyah probu bağlayınız.
8. AVOmetreye yapılacak ölçüme göre AVOmetrenin 20 A, mA, VΩ kısımlarından birine kırmızı probu bağlayınız.
9. AVOmetreyi direnç ölçümü için gerekli kademeye getiriniz.
10. AVOmetrenin bir ucunu direncin bir bacağına, diğer ucunu direncin diğer bacağına değdiriniz (Görsel 1.76).
11. Görülen değeri Tablo 1.5'e yazınız.

12. Her bir direnç için işlemi tekrarlayınız.
13. Potansiyometrelerden birini alınız.
14. Diğer probu sağ ve sol bacaklara sırayla değdiriniz (Görsel 1.76).
15. Ayar vidasını en sağa döndürünüz.
16. Ayar vidasını en sola döndürünüz.
17. Alınan sonuçları Tablo 1.6'ya yazınız.
18. Her bir potansiyometre için işlemi tekrarlayınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.5: Direnç Ölçüm Sonuçları

DİRENÇ	RENK KODU İLE HESAPLANAN	AVOMETRE İLE ÖLÇÜLEN	TOLERANS ARALIĞI
220 Ω			
330 Ω			
1 KΩ			
10 KΩ			
3,3 KΩ			
4,7 KΩ			
16 KΩ			
1 MΩ			

Tablo 1.6: Potansiyometre Ölçüm Sonuçları

POTANSİYOMETRE	VİDA EN SAĞDA		VİDA EN SOLDA	
	SOL-ORTA ARASI DİRENÇ	ORTA-SAĞ ARASI DİRENÇ	SOL-ORTA ARASI DİRENÇ	ORTA-SAĞ ARASI DİRENÇ
1 KΩ				
5 KΩ				
10 KΩ				
22 KΩ				
100 KΩ				
220 KΩ				
500 KΩ				

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

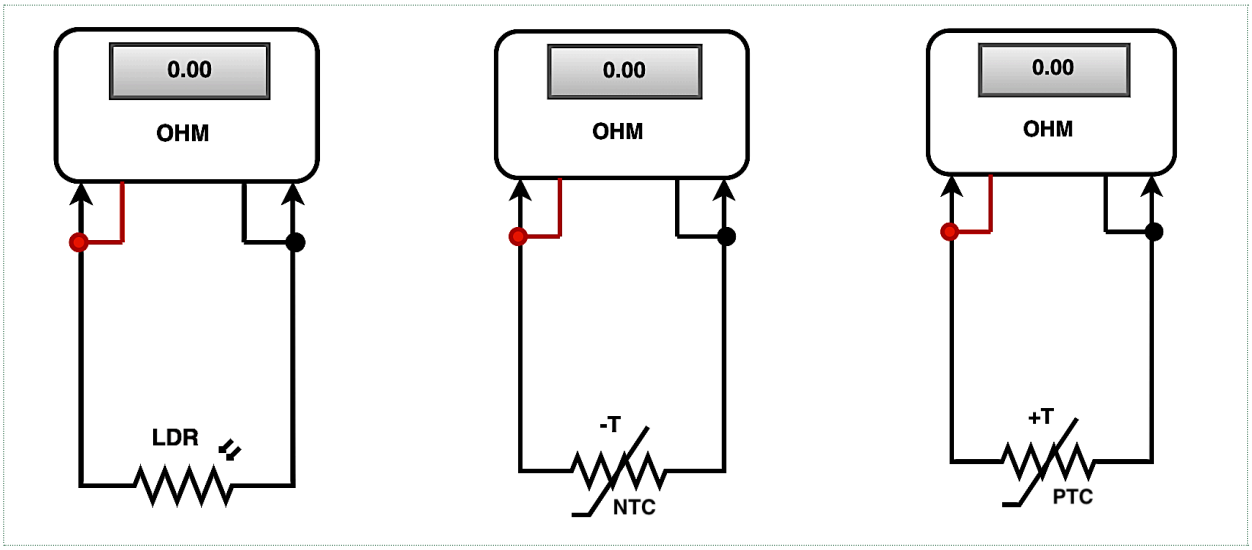
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 1.4 LDR/NTC/PTC

AMAÇ

Direnç renk kodlarıyla direnç değerlerini bulmak, ölçü aletleriyle direnç değerlerini ölçmek, ölçü aletleriyle kısa devre ölçümü yapmak .

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.77: LDR, NTC ve PTC ölçümü

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
LDR		1 adet
Küçük el feneri		1 adet
NTC	4,7 KΩ 2 mm	1 adet
PTC	2 KΩ	1 adet
Isı kaynağı		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. LDR'nin bir bacağına ölçü aletinin siyah probu, diğer bacağına ölçü aletinin kırmızı probu gelecek şekilde değdiriniz (Görsel 1.77).
4. AVOmetreyi ölçüm için uygun kademeye getiriniz. Seçilen kademe küçük ise değer ekranında "1"; kademe büyük ise "0" değeri görülür.
5. LDR üzerine ışık tutunuz.
6. LDR üzerini parmağınızla kapatınız.

7. LDR'yi normal ortam ışığında gözlemleyiniz.
8. Alınan sonuçları Tablo 1.7'ye yazınız.
9. NTC'nin bir bacağına ölçü aletinin siyah probu, diğer bacağına ölçü aletinin kırmızı probu gelecek şekilde değdiriniz (Görsel 1.77).
10. AVOmetreyi ölçüm için uygun kademeye getiriniz. Seçilen kademe küçük ise değer ekranında "1"; kademe büyük ise "0" değeri görülür.
11. NTC'yi çakmakla ısıtınız.
12. NTC'yi normal ortam ısısında gözlemleyiniz.
13. PTC'nin bir bacağına ölçü aletinin siyah probu, diğer bacağına ölçü aletinin kırmızı probu gelecek şekilde değdiriniz (Görsel 1.77).
14. AVOmetreyi ölçüm için uygun kademeye getiriniz. Seçilen kademe küçük ise değer ekranında "1", kademe büyük ise "0" değeri görülür.
15. PTC'yi ısıtınız.
16. PTC'yi normal ortam ısısında gözlemleyiniz.
17. Alınan sonuçları Tablo 1.8'e yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.7: LDR Ölçüm Sonuçları

LDR	Normal Ortam Işığı	Karanlık	El Feneri Işığı
Okunan Direnç Değeri			

Tablo 1.8: NTC ve PTC Ölçüm Sonuçları

NTC	Normal Ortam Isısında	Çakmakla Isıtıldığında
Okunan Direnç Değeri		
PTC	Normal Ortam Isısında	Çakmakla Isıtıldığında
Okunan Direnç Değeri		

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

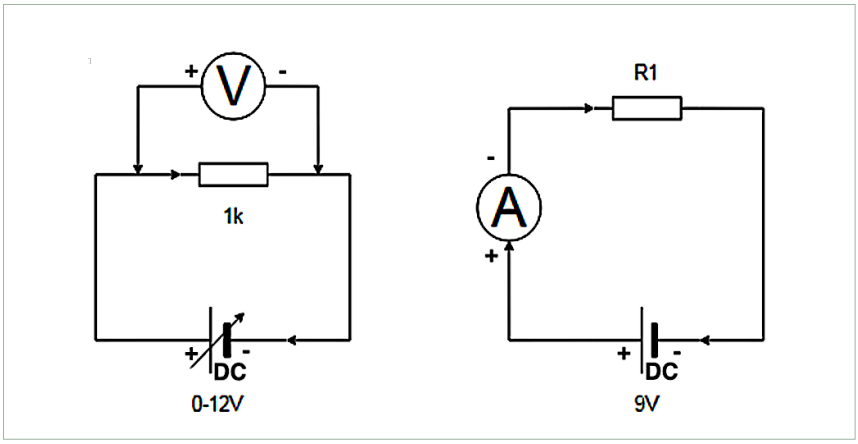
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

uYGULAMA 1.5 AKIM GERİLİM ÖLÇÜMÜ YAPMAK

AMAÇ

Akım ve gerilim ölçümü yapabilmek, akım ölçerken seri; gerilim ölçerken paralel bağlama gerektiğini kavramak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.78: Gerilim ve akım ölçümü

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Breadboard		1 adet
Güç kaynağı	0-12 V DC	1 adet
Pil/Pil yatağı	9 V	1 adet
Direnç	1 KΩ, 4,7 KΩ, 10 KΩ, 330 Ω	Birer adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. Avometre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Breadboard üzerinde, Görsel 1.78'deki devre bağlantı şekline göre devreyi kurunuz.
4. Devreyi kurarken breadboard bağlantı yollarına ve eleman özelliklerine dikkat ediniz.
5. Alınan sonuçları Tablo 1.9'a yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.9: Gerilim ve Akım Ölçüm Sonuçlar

Kaynak gerilimi (V)	Voltmetre ile ölçülen gerilim (V)	Kaynak gerilimi (V)	R1 Direnci	Ölçülen akım (mA)
3 V		9 V	1 KΩ	
6 V			4,7 KΩ	
9 V			10 KΩ	
12 V			330 Ω	

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

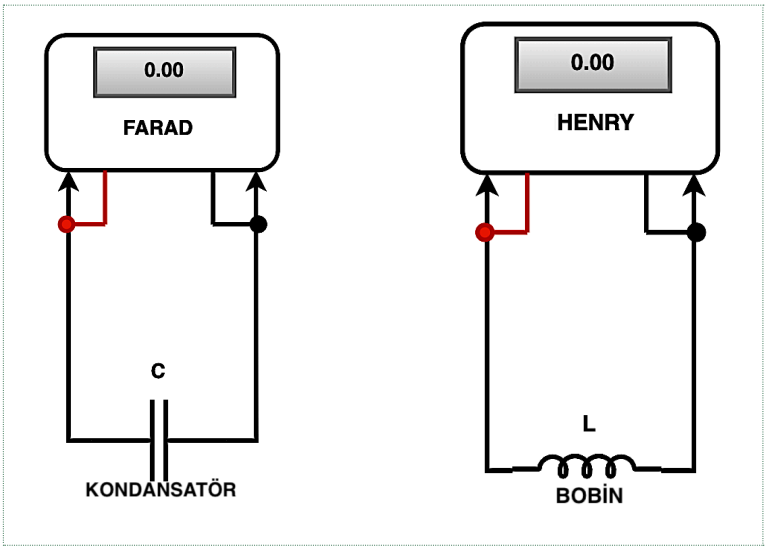
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 1.6 KAPASİTANS VE ENDÜKTANS ÖLÇMEK

AMAÇ

Kondansatör kapasite değerini tekniğine uygun olarak okumak, LCRmetre ile kapasite ölçümü yapmak, AVOmetre ile kondansatör ölçümü yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.79: Kondansatör ve bobin ölçümü

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Bobin		1 adet
LCRmetre		1 adet
Çeşitli değerlerde kondansatör		Birer adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. Avometre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Mercimek kondansatörlerin değerlerini hesaplayınız.
4. Hesaplanan değeri Tablo 1.10'a yazınız.
5. Kondansatörlerden herhangi birini alınız.
6. AVOmetreye, COM yazan kısma, siyah probu bağlayınız.
7. AVOmetreye ölçüme göre 20 A, mA, VΩ kısımlarından birine kırmızı probu bağlayınız.
8. AVOmetreyi, kondansatör sağlamlık ölçümü için gerekli kademeye getiriniz. Seçilen kademe küçük ise değer ekranında “1”; kademe büyük ise “0” değeri görülür.

9. AVOmetrenin bir ucunu kondansatörün bir bacağına, diğer ucunu kondansatörün diğer bacağına değdiriniz (Görsel 1.79).
10. Görülen değeri Tablo 1.10'a yazınız.
11. Kondansatör kapasitesini ölçmek için LCRmetre ya da kapasite ölçümü yapabilen AVOmetre kullanınız.
12. Ölçüm yapılacak ölçü aletini, uygun kademeye getiriniz.
13. Probların bir ucunu kondansatörün bir bacağına, diğer ucunu kondansatörün diğer bacağına değdiriniz (Görsel 1.79).
14. Görülen değeri Tablo 1.10'a yazınız.
15. AVOmetrenin bobin ölçme özelliğinin olması gerekir. Eğer yoksa LCRmetre kullanınız.
16. AVOmetreyi bobin ölçümü için gerekli kademeye getiriniz. Seçilen kademe küçük ise değer ekranında "1"; kademe büyük ise "0" değeri görülür.
17. Görülen değeri Tablo 1.11'e yazınınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.10: Kondansatör Ölçüm Sonuçları

Kondansatör	Kondansatör Hesaplanan	AVOmetre ya da LCRmetre ile Ölçülen	Sağlamlık

Tablo 1.11: Bobin Ölçüm Sonuçları

Bobin	Ölçülen Değer

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

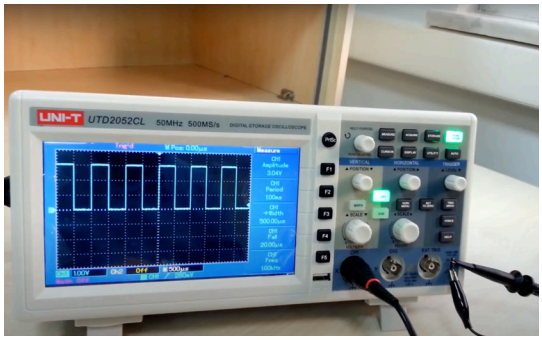
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 1.7 OSİLOSKOP İLE ÖLÇÜM YAPMAK

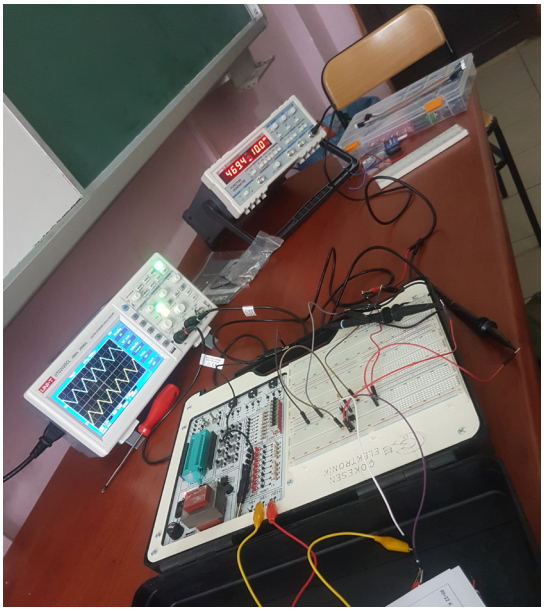
AMAÇ

Osiloskobun nasıl kullanıma hazır hale getirildiğini ve osiloskop ile nasıl ölçüm alındığını kavramak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.80 A: Osiloskop prob kalibrasyonu



Görsel 1.80 B
Osiloskop ile sinyal
jeneratörü bağlantısı

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital osiloskop		1 adet
Dijital osiloskop için prob		1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
Sinyal jeneratörü için prob		1 adet

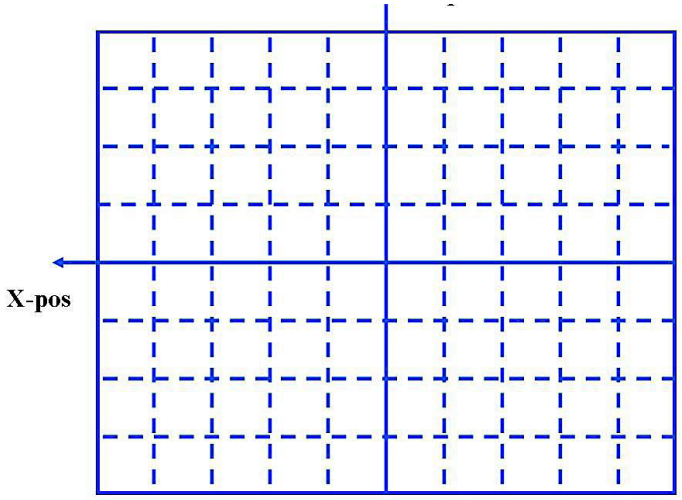
C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç, gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız ve sağlamlığını kontrol ediniz.
2. Osiloskobu açınız ve kullanacağınız kanalın kalibrasyonunu yapınız (Görsel 1.80 A).
3. Sinyal jeneratörünü kullanıma hazırlayınız.
4. Osiloskop ve sinyal jeneratörünün bağlantısını yapınız (Görsel 1.80 B).
5. Sinyal jeneratörü üzerinden;

- dalga şekli
- genlik, frekans
- AC veya DC ayarı yapınız.

6. Osiloskopta gözlem yapınız.
7. Dalga şeklini Görsel 1.81'deki grafiğe aktarınız ve Tablo 1.12'ye hesaplamalarınızı yapınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler



Görsel 1.81: Osiloskop grafik ekranı

Tablo 1.12: Genlik, Periyot ve Frekans Hesabı

Genlik hesabı yapınız	Periyot hesabı yapınız	Frekans hesabı yapınız

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

1.7 DOĞRU AKIM DEVRE DEVRE HESAPLAMALARI VE ÖLÇÜMLERİ

AMAÇ

Doğru akımda direnç, bobin ve kondansatör bağlayıp devre kontrolü yaparak devre çözümleri üzerinde durmak.

GİRİŞ

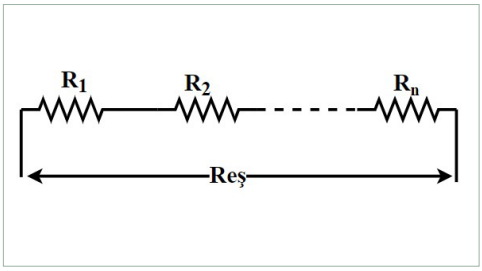
Elektronik devre elemanlarının yapsını ve özellikleri kadar bu elemanların belirli kombinasyonlarda bağlantılarının yapılabilmesi de önemlidir. Bu bölümde doğru akımda direnç, bobin ve kondansatör bağlantıları hakkında bilgi verilecektir.

1.7.1 Doğru Akımda Direnç Bağlantıları

Elektronik devrelerde kullanılan dirençler seri, paralel veya karışık bağlantı olmak üzere farklı şekillerde bağlanarak çeşitli direnç değerleri elde edilebilir.

Seri Bağlı Devreler

İki ya da daha fazla direnç birbiri ardına eklenerek seri bağlantı elde edilir (Görsel 1.82). Seri bağlantılı dirençlerden geçen akım miktarı aynıdır. Seri bağlamada toplam direnç artar. Bir elektronik devrede tüm dirençlerin görevini tek başına yerine getiren dirence eş değer direnç veya toplam direnç denir. Eş değer direnç Reş veya R_T şeklinde gösterilir. Eş değer direnç aşağıdaki denklem ile hesaplanır.



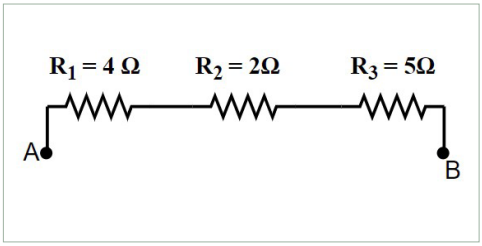
Görsel 1.82: Seri bağlı direnç devresi

$$Reş = R_1 + R_2 + R_3 + ... Rn$$

Görsel 1.83'te örnek olarak breadboard üzerine seri direnç bağlantılarının nasıl yapıldığı gösterilmiştir.

Örnek

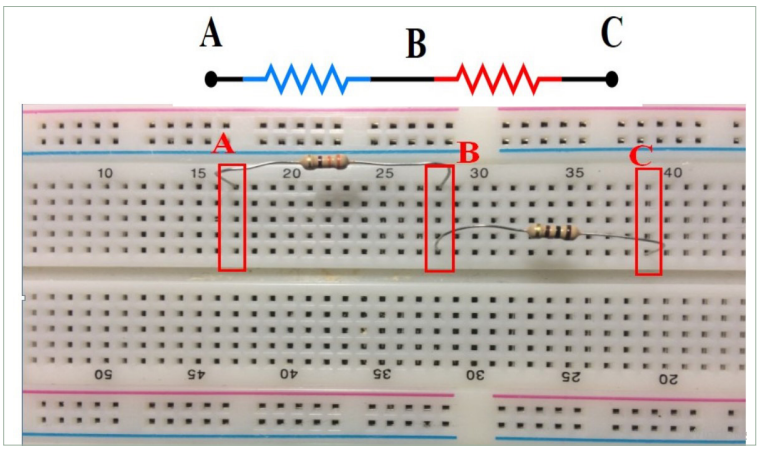
Görsel 1.84'te üç adet seri bağlı direnç verilmiştir. Bu devrede, A-B noktaları arasındaki eş değer direnci hesaplayınız.



Görsel 1.84: Seri bağlı direnç devresi örneği

$$Reş = R_1 + R_2 + R_3 = 4\ \Omega + 2\ \Omega + 5\ \Omega = 11\ \Omega$$

olarak hesaplanır.



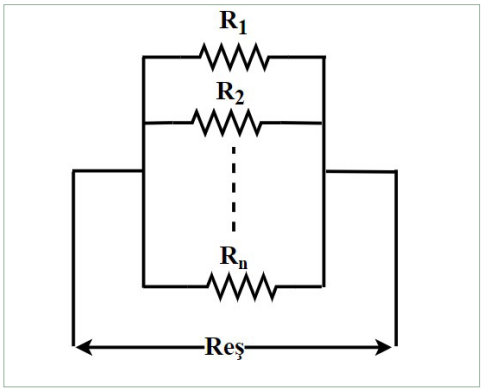
Görsel 1.83: Breadboard ile seri direnç bağlantısı

Paralel Bağlı Devreler

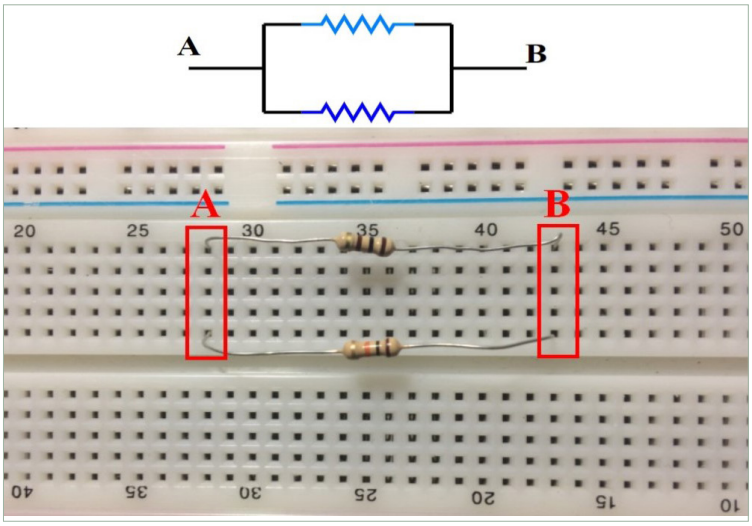
Dirençlerin karşılıklı uçlarının, birbirine paralel olacak şekilde bağlanmasıyla elde edilen direnç bağlantı şeklidir. Paralel bağlantıda toplam direnç azalır. Paralel bağlı dirençler (Görsel 1.85) üzerinden geçen akımlar faklı ancak üzerindeki gerilimler eşittir. Paralel bağlı devrelerde eş değer, aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

Görsel 1.86'de örnek olarak breadboard üzerine paralel direnç bağlantılarının nasıl yapıldığı gösterilmiştir.



Görsel 1.85: Paralel bağlı direnç devresi



Görsel 1.86: Breadboard ile paralel direnç bağlantısı

Örnek

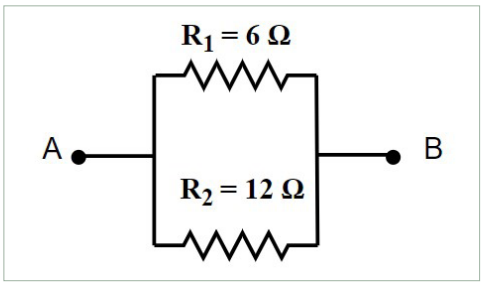
Görsel 1.87'de iki adet paralel bağlı direnç verilmiştir. Bu devrede, A-B noktaları arasındaki eş değer direnci hesaplayınız.

Verilen devrede iki adet paralel bağlı direnç bulunmaktadır. Paralel bağlı dirençlerin eş değerini bulma eşitliği kullanılır.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12}$$

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{3}{12} \quad \Rightarrow \quad R_{eş} = \frac{12}{3} = 4\ \Omega$$

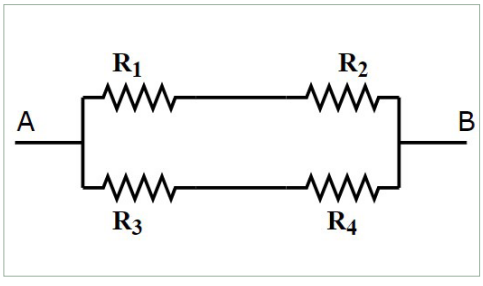
olarak bulunur.



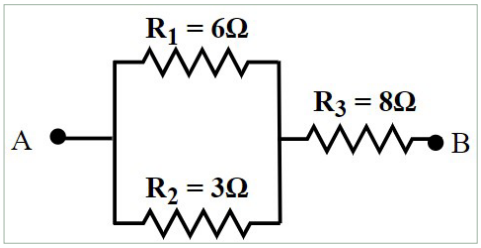
Görsel 1.87: Paralel bağlı direnç devresi örneği

Karışık Bağlı Devreler

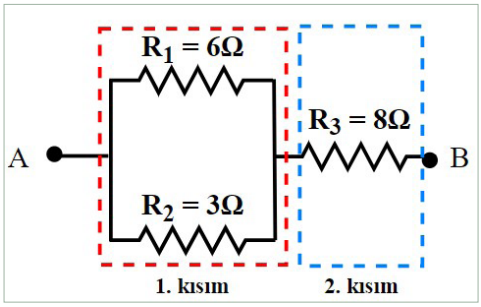
Karışık bağlı devrelerde (Görsel 1.88), hem seri hem de paralel bağlı dirençler bir arada bulunmaktadır. Karışık bağlı devrelerde eş değer direnç hesaplanırken, devrenin seri bağlantılar kendi arasında, paralel bağlantılar kendi arasına değerlendirilir. Devredeki seri ve paralel bağlı dirençlerin eş değerleri ayrı ayrı bulunarak devre en sade şekline getirilir. Sadeleştirme sonucunda eş değer direnç hesaplanır.



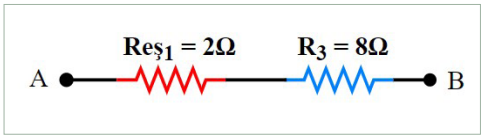
Görsel 1.88: Karışık bağlı devre



Görsel 1.89: Karışık bağlı direnç devresi örneği



Görsel 1.90: Karışık bağlı direnç devresi çözümü



Görsel 1.91: Karışık bağlı direnç devresi sadeleştirilmesi

Örnek

Görsel 1.89'da karışık bağlı dirençler verilmiştir. Bu devrede, A-B noktaları arasındaki eş değer direnci hesaplayınız.

Karışık bağlı dirençlerin eş değeri bulunurken paralel kısımları ve seri kısımları ayrı ayrı değerlendirilir (Görsel 1.90).

1. kısım paralel bağlı iki dirençten oluşmaktadır. Öncelikle bu kısmın eş değeri hesaplanır.

$$\frac{1}{R_{eş1}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{R_{eş}1} = \frac{3}{6} \quad \Rightarrow \quad R_{eş1} = \frac{6}{3} = 2\Omega$$

olarak hesaplanır. Devrenin sade hâli:

Sadeleşen devre iki adet seri bağlı dirençten oluşmaktadır (Görsel 1.91). Sadeleşen devrenin eş değeri, devrenin eş değerini verecektir.

Seri bağlı devrelerin eş değeri eşitliği kullanılarak eş değer direnç hesaplanır.

Reş = Reş1 + R_2 = Reş= 2 Ω + 8 Ω = 10 Ω

olarak bulunur.

1.7.2 Doğru Akım Devrelerinde Bobin Bağlantıları

Bobinler DC devrelerde, elektromıknatıs, röle, elektronik filtreler ve regüle devrelerde kullanılır.

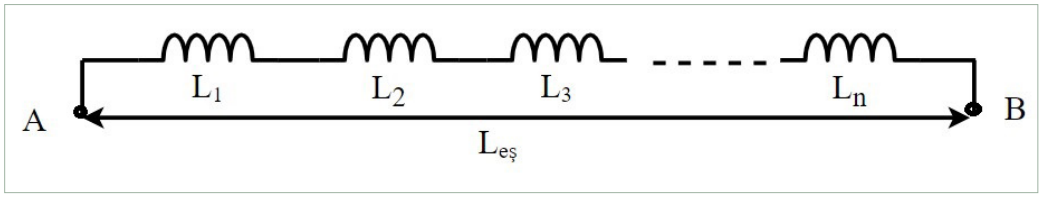
Bobinlerde, tıpkı dirençlerde olduğu gibi üç çeşit bağlantı yapılır. Bobinlerin eş değer indüktansları, dirençlerle aynı şekilde hesaplanır.

Bobinlerin Seri Bağlantısı

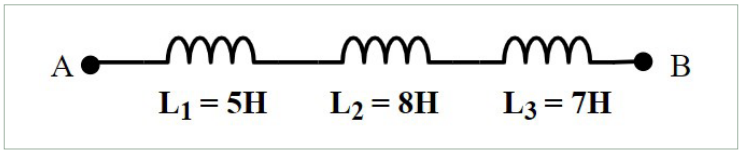
Bir veya daha fazla bobinin birbiri ardına bağlanması ile seri bağlantı (Görsel 1.92) oluşturulur. Seri bağlı bobinlerin eş değer indüktansı bulunurken devredeki tüm bobin değerleri toplanır.

Seri bağlı devrelerin eş değeri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır. Bu eşitlikte "n", devrede bağlı olan bobin sayısını ifade etmektedir. Yani devrede kaç tane bağlı bobin var ise n değeri, o sayıdır.

Leş = L_1 + L_2 + L_3.....+ Ln



Görsel 1.92: Seri bağlı bobin devresi



Görsel 1.93: Seri bağlı bobin devresi örneği

Örnek

Görsel 1.93'de verilen devrede A-B arası eş değer bobin değeri kaç henrydir?

Seri bağlı bobin devrelerinde eş değer indüktans, devredeki tüm bobin değerlerinin toplanması ile elde edilir.

$L_{eş} = L_1 + L_2 + L_3$ eşitliğini kullanarak

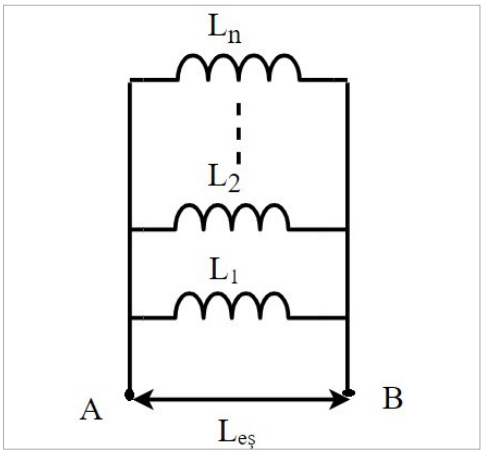
$L_{eş} = 5\ H + 8\ H + 7\ H = 20\ H$

olarak bulunur.

Bobinlerin paralel bağlantısı

Paralel bağlı bobin devrelerinde (Görsel 1.94) toplam indüktans, aşağıdaki eşitlik kullanılarak bulunur. Bu eşitlikte "n" devrede bağlı olan bobin sayısını ifade etmektedir. Yani devrede kaç tane bağlı bobin var ise n değeri, o sayıdır.

$$\frac{1}{L_{eş}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \ldots + \frac{1}{L_n}$$

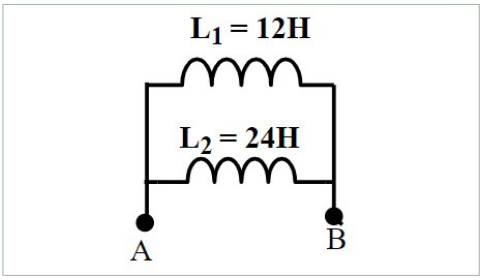


Görsel 1.94: Paralel bağlı bobin devresi

Örnek

Görsel 1.95'te verilen devrede A-B arası eş değer bobin değeri kaç henrydir?

Bu devrede paralel bağlı 2 adet bobin kullanılmıştır. Devrelerinde eş değer indüktans, $\frac{1}{L_{eş}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ eşitliği kullanılarak hesaplanır.



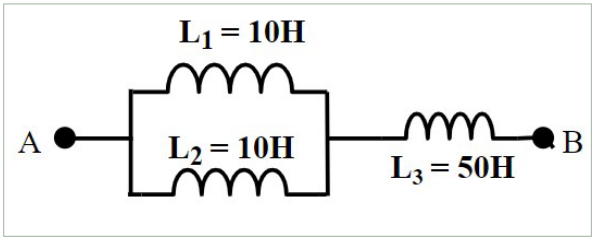
Görsel 1.95: Paralel bağlı bobin devresi örneği

$$\frac{1}{L_{eş}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} = \frac{1}{L_{eş}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{3}{24} \Rightarrow \frac{1}{L_{eş}} = \frac{3}{24} \Rightarrow L_{eş} = \frac{24}{3}$$

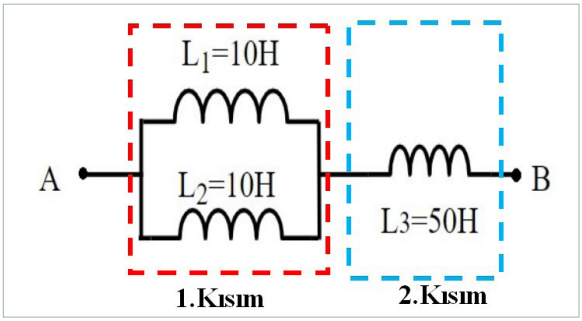
$= 8\ H$ olarak bulunur.

Bobinlerin Karışık Bağlantısı

Bobinlerin karışık bağlantısında, devrede hem seri hem de paralel bağlantılar olur. Bu tür devrelerde eş değer indüktans bulunurken seri ve paralelleri kendi aralarında tek tek değerlendirilir. Daha sonra devre sadeleştirilerek, bu devre üzerinden eş değer indüktans hesaplanır.



Görsel 1.96: Karışık bağlı bobin devresi örneği



Görsel 1.97: Karışık bağlı bobin devresi çözümü

Örnek

Görsel 1.96'da verilen devrede A-B arası eş değer bobin değeri kaç henrydir?

Bu devre, hem seri bağlı hem de paralel bağlı bobinlerin bulunduğu karışık bağlantılı bir devredir. Çözüm için paralel bağlı iki adet bobin kullanılan kısım ile L3 bobininin bulunduğu kısım ayrı ayrı değerlendirilir (Görsel 1.97).

1. kısım için eş değer indüktans, $\frac{1}{L_{eş1}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$

eşitliği kullanılarak hesaplanır.

$$\frac{1}{L_{eş1}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} \Rightarrow L_{eş1} = \frac{10}{5} = 5H$$

olarak bulunur.

Sadeleştirilmiş devrede iki adet seri bağlı bobin bulunmaktadır. Seri bağlı bobinlerin eş değer indüktansı, bobinlerin değerleri toplanarak hesaplanır.

$L_{eş} = L_{eş1} + L_2 = L_{eş} = 5\ H + 50\ H = 55\ H$

olarak bulunur.

1.7.3 Doğru Akım Devrelerinde Kondansatör Bağlantıları

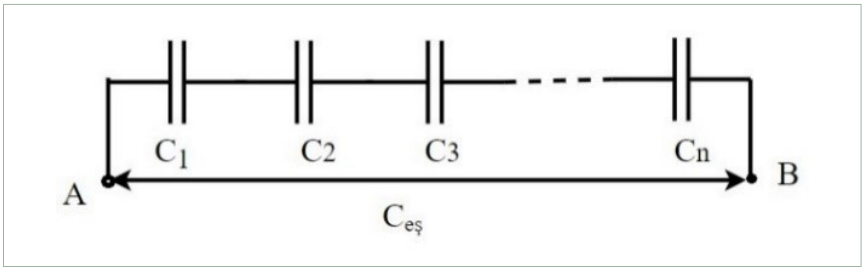
Kondansatörün Seri Bağlantısı

Seri bağlı kondansatörlerin (Görsel 1.98) eş değer kapasitansı direnç ve bobinlerindeki paralel bağlantıda hesaplandığı şekilde hesaplanır.

$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots U_n, \qquad Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \cdots Q_n$$

Kondansatörlerin seri bağlantılarında, toplam kapasitans azalırken çalışma gerilimi artar.



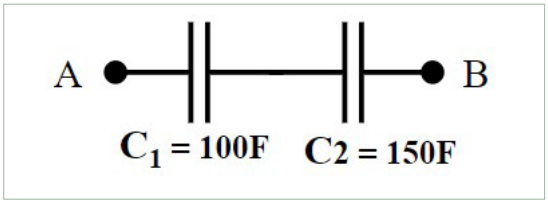
Görsel 1.98: Kondansatörlerin seri bağlanması

Örnek

Görsel 1.99'da A-B uçları arasındaki eş değer kapasitif değer kaç faraddır?

$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{150} = \frac{5}{300} \Rightarrow C_{eş} = \frac{300}{5}$$

= 60 F olarak bulunur.



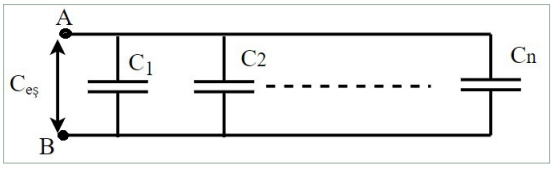
Görsel 1.99: Seri bağlı kondansatör devresi örneği

Kondansatörün Paralel Bağlantısı

Paralel bağlantıda kondansatör kapasiteleri toplanarak eş değer kapasite elde edilir (Görsel 1.100). Gerilimler ise değişmez. Paralel bağlantı yapılan kondansatörlere uygulanacak çalışma gerilimi en düşük gerilime sahip olan kondansatörün değeri kadar olabilir.

$$C_{eş} = C_1 + C_2 + C_3 \ldots\ldots + C_n$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \ldots\ldots + Q_n \qquad U = U_1 = U_2 = U_3 = \ldots\ldots = U_n$$



Görsel 1.100: Paralel bağlı kondansatör devresi

Örnek

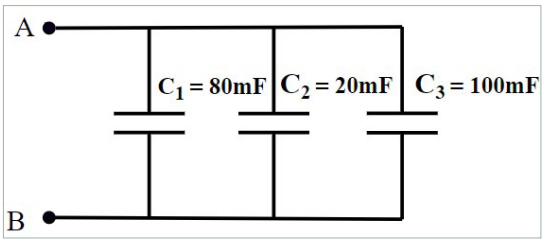
Görsel 1.101'de A-B uçları arasındaki eş değer kapasitif değer kaç faraddır?

Bu devrede üç adet paralel bağlı kondansatör verilmiştir. Paralel bağlı kondansatörlerin eş değeri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$C_{eş} = C_1 + C_2 + C_3 \Rightarrow C_{eş} = 80\ mF + 20\ mF + 100\ mF$

$= 200\ mF$

olarak bulunur.



Görsel 1.101: Paralel bağlı kondansatör devresi örneği

Kondansatörün Karışık Bağlantısı

Örnek

Görsel 1.102'de bağlantıda A-B uçları arasındaki eş değer kapasitif değer kaç faraddır?

Devre, hem seri hem de paralel bağlantının bulunduğu karışık bağlantıya sahip bir devredir. Çözümde seri ve paralel kısımlar ayrı ayrı değerlendirilir. Öncelikle 2. kısımdaki paralel bağlantı için eş değer kapasitans hesaplanır.

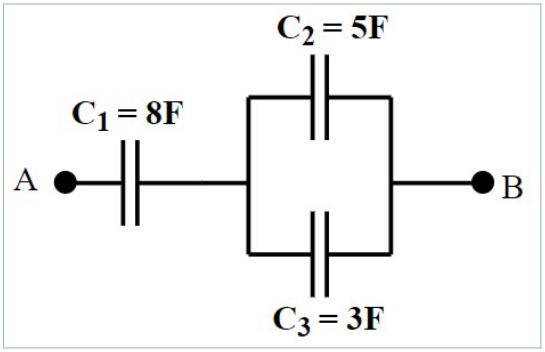
$C_{eş1} = C_1 + C_2 = 5\ F + 3\ F = 8\ F$

Artık devrede ise iki adet seri bağlı kondansatör bulunmaktadır. Seri bağlı kondansatörlerin eş değeri;

$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8}$$

$$C_{eş} = \frac{8}{2} = 4F$$

olarak bulunur.



Görsel 1.102: Karışık bağlı kondansatör devresi örneği

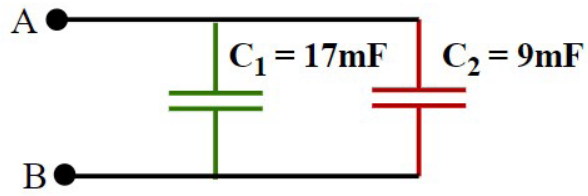
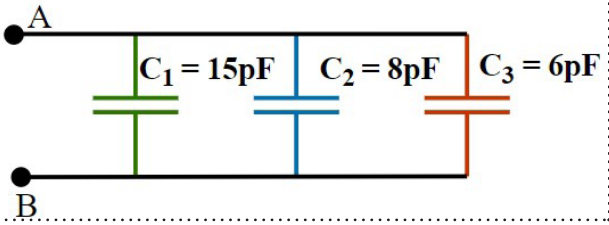
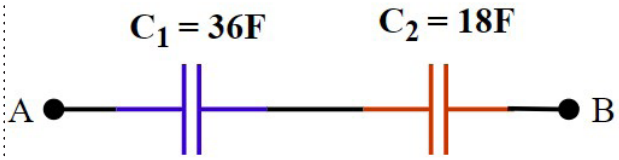
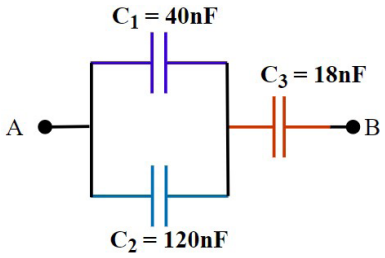
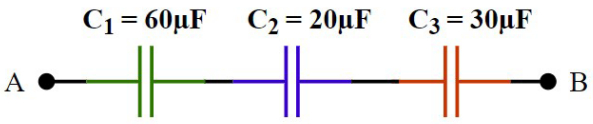
UYGULAMA 1.8 DOĞRU AKIMDA BOBİN VE KONDANSATÖR BAĞLAYARAK DEVRE KONTROLÜNÜ YAPMAK

AMAÇ

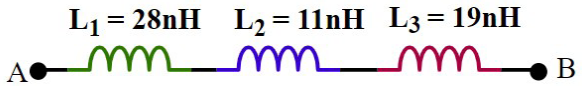
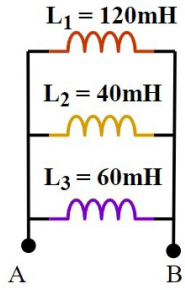
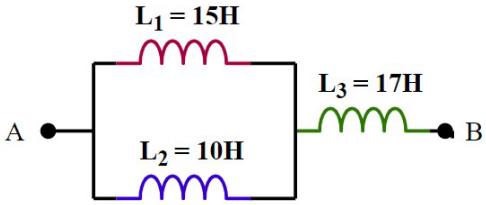
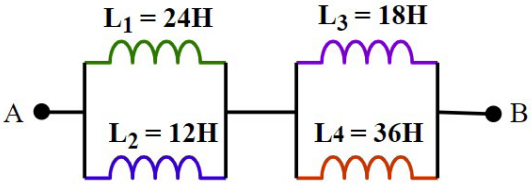
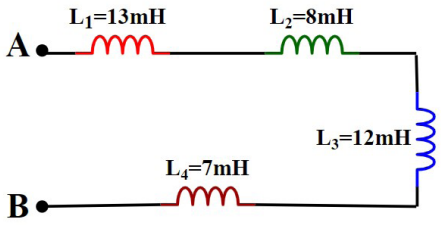
Doğru akımda bobin ve kondansatör bağlantı çeşitlerini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Tablo 1.13: Çeşitli Kondansatör Bağlantıları

Devre	Eş Değer Kapasitans (Ceş)
	
	
	
	
	

Tablo 1.14: Çeşitli Bobin Bağlantıları

Devre	Eş Değer Kapasitans (Ceş)
	
	
	
	
	

B. İşlem Basamakları

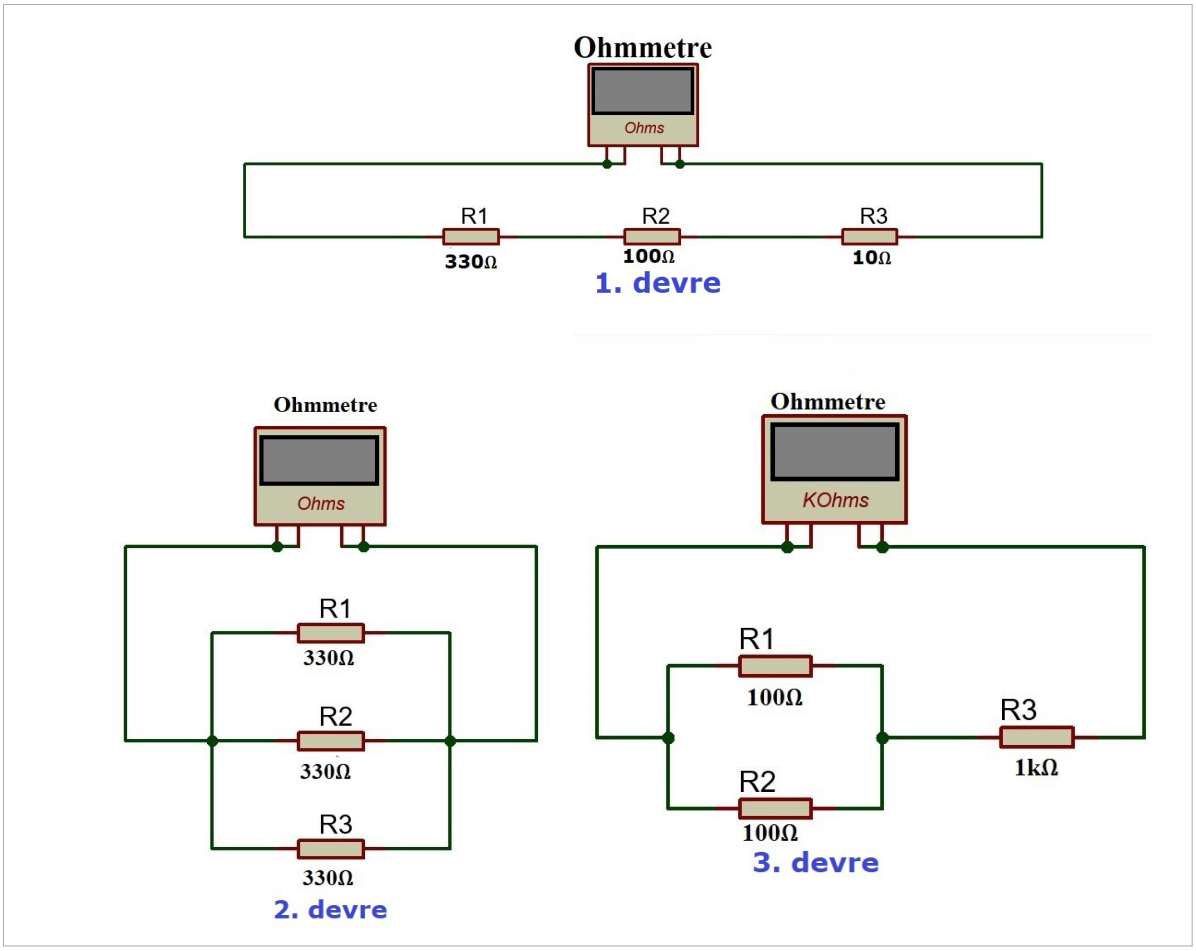
Tablolarda verilen devrelerin eş değer kapasitans ve endüktanslarını hesaplayarak Tablo 1.13 ve 1.14'ü doldurunuz.

UYGULAMA 1.9 DOĞRU AKIMDA DİRENÇ BAĞLAYARAK DEVRE KONTROLÜNÜ YAPMAK

AMAÇ

Doğru akımda direnç bağlayarak devre kontrolünü yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.103: Farklı bağlantı şekilleri ile bağlanmış direnç devreleri

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
100 Ω direnç		3 adet
10 Ω direnç		1 adet
1 kΩ direnç		1 adet
330 Ω direnç		4 adet
Multimetre		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Uygulama için gerekli malzemeleri hazırlayınız.
2. Görsel 1.103'teki 1. devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Devrenin bağlantı şeklini belirleyerek, eş değer direncini hesaplayınız.
4. Breadboard üzerine kurulan devrenin eş değer direncini, AVOmetre yardımıyla ölçünüz.
5. Görsel 1.103'teki 2. devreyi breadboard üzerine kurunuz.
6. Devrenin bağlantı şeklini belirleyerek, eş değer direncini hesaplayınız.
7. Breadboard üzerine kurulan devrenin eş değer direncini AVOmetre yardımıyla ölçünüz.
8. Görsel 1.103'teki 3. devreyi breadboard üzerine kurunuz.
9. Devrenin bağlantı şeklini belirleyerek, eş değer direncini hesaplayınız.
10. Breadboard üzerine kurulan devrenin eş değer direncini, AVOmetre yardımıyla ölçünüz.
11. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1.15'e kaydediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.15: Ölçüm Sonuçları

	Devrenin Bağlantı Şekli	Hesaplanan Eş değer Direnç	Ölçülen Eş değer Direnç
1. Devre			
2. Devre			
3. Devre			

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

1.8 OHM KANUNU

AMAÇ

Ohm kanununu, formülle hesaplayarak Ohm kanununun deneyini yapmak.

GİRİŞ

Elektronik devre elemanlarının bağlantılarını gerçekleştirdikten sonra bazı teorik hesaplamalar yapmamız gerekebilir. Bu hesaplamaları yapabilmek için bazı terimlere ve kanunlara hakim olmak işimizi kolaylaştıracaktır. Bu bölümde Ohm kanunu ve uygulamaları hakkında bilgi verilecektir.

Ohm kanunu "Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir." şeklinde ifade edilmektedir.

Akım

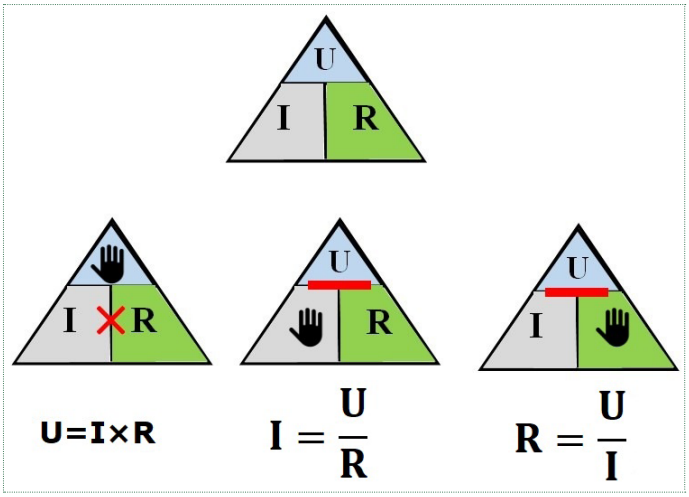
Bir malzeme içinde elektronlar, serbest hâlde dolaşır. Bu malzemeye gerilim uygulanırsa malzeme içerisindeki serbest elektronlar gerilimden kaynaklanan kuvvetin etkisi altına girer. Bu kuvvet ortamdaki her serbest elektronu, gerilimin uygulandığı (-) uçtan (+) uca doğru sürükler. Bunun sonucunda (-) uçtan (+) uca doğru bir elektron akışı oluşur. Bu elektron akışı, elektrik akımı olarak adlandırılır. Akım "I" harfi ile sembolize edilir. Akımın birimi Amper (A)'dir ve akım ampermetre ile ölçülür. Ampermetre, elektrik devresine seri bağlanır.

Gerilim

Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel fark olarak adlandırılır. Gerilim "U" harfi ile sembolize edilir. Gerilim birimi Volt (V)'tur ve voltmetre ile ölçülür. Voltmetre, elektrik devresine paralel olarak bağlanır.

Tablo 1.16
Ohm Kanunu Büyüklükleri ve Birimleri

	İfade Ettiği Büyüklük	Birimi
U	Gerilim	Volt (V)
I	Akım	Amper (I)
R	Direnç	Ohm (Ω)



Görsel 1.104: Ohm kanunu

Kısaca Ohm kanunu; bir elektrik devresinde akım, gerilim (voltaj) ve direnç arasındaki bağlantının anlaşılmasını sağlayan kanundur.

U = I × R şeklinde ifade edilir. Bu ifadede "U" gerilimi belirtir ve gerilimin birimi Volt (V)'tur. "I" akımı ifade eder ve akımın birimi Amper (A)'dir. "R" ise direnci simgelemektedir ve direncin birimi Ohm (Ω)'dur (Tablo 1.16).

$$U = I \times R$$

Bu denklem, Görsel 1.104'deki üçgenler kullanılarak kolay bir şekilde çıkarılabilir. Üçgen üzerinde hesaplamak istenen büyüklüğün üzeri kapatılarak, bu büyüklüğü hesaplamak için kullanılacak eşitlik elde edilebilir. Örneğin, akım değeri hesaplanmak istenirse üçgende-

ki gri bölge kapatılır. Geriye kalan mavi bölgede "U" gerilim değeri ve yeşil bölgede "R" direnç değeri kalacaktır. Akım değeri gerilimin, direnç değerine bölünmesi ile elde edilecektir. Bu yöntemi kullanarak diğer büyüklükler de hesaplanabilir.

Ohm kanununa göre kapalı bir elektrik devresinde direnç üzerinden geçen akım, gerilim ile doğru orantılı; direncin değeri ile ters orantılıdır. Başka bir deyişle; direnç değeri arttıkça akımın değeri azalırken; direnç değeri azaldıkça akımın değeri artmaktadır.

Örnek

9 V'luk bir pilin uçları arasına 6 Ω'luk bir direnç bağlıdır. Devredeki ampul üzerinden geçen akımı hesaplayınız.

Ohm kanunu U = I × R olduğunu ifade etmekteydi. Bu örnekte devreden geçen akım sorulmuştur. İlk olarak akım eşitliği elde edilir. Üçgenler kullanılarak $I = \frac{U}{R}$ eşitliği sağlanır. Bu eşitlik kullanılarak

$I = \frac{9}{6} = 1,5A$ olarak bulunur.

Örnek

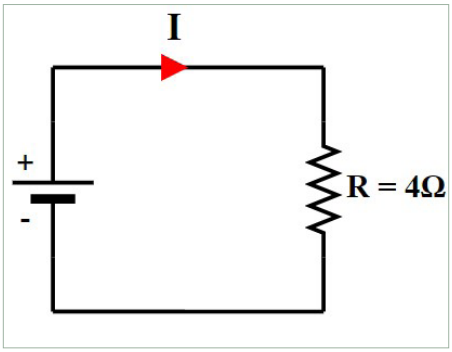
Görsel 1.105'te devreye 4 Ω direnç bağlanmıştır. Devrenin gerilim değerleri 8 V, 24 V, 36 V olarak değiştiriliyor. Her bir gerilim değeri için devreden geçen akımı hesaplayınız.

R = 4Ω ve sabittir. Ohm kanunu kullanılarak her bir gerilim değeri için akım değerleri hesaplanır.

U = 8V için;
$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{8}{4} = 2A$

U = 24 V için;
$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{36}{4} = 9A$

U = 16V için;
$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{24}{4} = 6A$



Görsel 1.105: Basit elektrik devresi

Çözümde görüldüğü gibi direnç sabitken gerilimin değeri arttırıldığında akım da artmaktadır. Yani akım ve gerilim arasında doğru orantı vardır.

Örnek

Bir elektrik devresi 48V'luk bir gerilim kaynağı ile beslenmektedir. Devreye direnç değerleri 6 Ω, 12 Ω , 24 Ω olarak değiştiriliyor. Her bir direnç değeri için devreden geçen akımı hesaplayınız ve devreden geçen akımın grafiğini çiziniz.

V = 48 V ve sabittir. Ohm kanunu kullanılarak her bir gerilim değeri için akım değerleri hesaplanır.

R = 6Ω için;
$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{48}{6} = 8A$

R = 12Ω için;
$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{48}{12} = 4A$

R = 24Ω için;
$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{48}{24} = 2A$

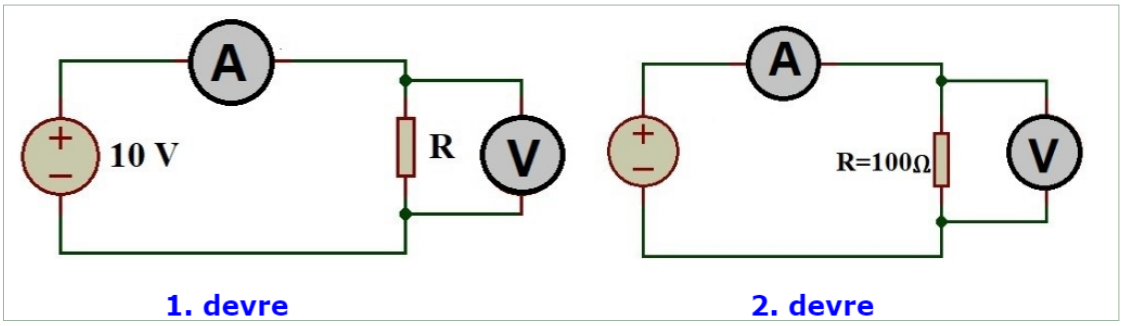
Çözümde görüldüğü gibi gerilim değeri sabitken, direnç değeri arttığında akım değeri azalır. Başka bir deyişle direnç ve akım arasında ters orantı vardır.

UYGULAMA 1.10 OHM KANUNU

AMAÇ

Doğru akımda direnç bağlayarak devre kontrolünü yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.106: Kurulacak devrelere ait görseller

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
100 Ω direnç		2 adet
10 Ω direnç		1 adet
1 kΩ direnç		1 adet
Multimetre		1 adet
Ayarlı güç kaynağı	12 V DC	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 1.06'daki 1. devreyi breadboard üzerine kurunuz.
2. Ayarlı güç kaynağından gerilim değerini sırasıyla 5 V, 8 V ve 10 V'a ayarlayınız.
3. Her bir gerilim değeri için devrede direnç üzerinden akan akımı hesaplayınız. Cevaplarınızı Tablo 1.17'ye kaydediniz.
4. Breadboard üzerine kurulan devrede, her bir gerilim değeri için devrede direnç üzerinden akan akımı AVOmetre yardımıyla ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1.17'ye kaydediniz.
5. Görsel 1.06'daki 2. devreyi breadboard üzerine kurunuz.
6. Ayarlı güç kaynağından gerilim değerini sırasıyla 10 V'a ayarlayınız.
7. Her bir direnç değeri için devrede direnç üzerinden akan akımı hesaplayınız ve cevaplarınızı Tablo 1.18'e kaydediniz.
8. Breadboard üzerine dirençleri sırasıyla 10 Ω, 100 Ω ve 1 kΩ olarak değiştiriniz.
9. Her bir direnç değeri için devrede direnç üzerinden akan akımı AVOmetre yardımıyla ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1.18'e kaydediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.17: Devre Ölçüm Sonuçları

Gerilim	Direnç	Hesaplanan Akım	Ölçülen Akım
5 V	100 Ω		
8 V			
10 V			

Tablo 1.18: Devre Ölçüm Sonuçları

Direnç	Gerilim	Hesaplanan Akım	Ölçülen Akım
10 Ω	10 V		
100 Ω			
1 kΩ			

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih .... /.... / 20 ....
			30	50	10	10	100	
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

1.9 KİRŞOF KANUNLARI

AMAÇ

Kirşof kanunlarını formüllerle hesaplayarak, Kirşof kanunlarının deneylerini yapmak.

GİRİŞ

Bir önceki bölümde Ohm kanununda akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişki incelenmişti. Elimizdeki devre karışık bağlantı şekline sahip olduğunda akım, gerilim, direnç gibi değerlerin hesaplanmasında Kirşof kanunlarının bilinmesi devrenin çözümlenmesinde yararlı olacaktır. Bu bölümde Kirşof kanunları ve uygulamaları hakkında bilgi verilecektir.

1.9.1 Kirşof'un Gerilimler Kanunu

Kirşof'un gerilim kanununa göre "Bir devreye uygulanan gerilim, devredeki dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamına eşittir." Gerilimin "U" ile gösterildiği ve biriminin volt (V) olduğu, Ohm kanununda belirtilmişti.

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \ldots\ldots + U_n$$

Ohm kanununda U = I × R olduğundan U (gerilim), Kirşof'un gerilimler kanunu eşitliğinde yerine yazılırsa;

$$U_T = (I \times R_1) + (I \times R_2) + (I \times R_3) + \ldots\ldots + (I \times R_n)$$

eşitliği elde edilir.

Örnek

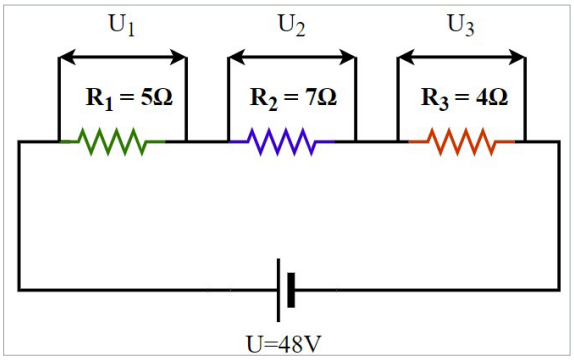
Görsel 1.107'deki devrede her bir direnç üzerine düşen gerilimi, Kirşof'un gerilimler kanununu kullanarak hesaplayınız.

Not: Seri bağlı devrelerde tüm dirençler üzerinden aynı akım geçer. Yani bu devrede R_1, R_2 ve R_3 üzerinden aynı akım geçecektir. Akımı bulabilmek için öncelikle eş değer direnci bulmak gerekir.

$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 \Rightarrow R_{eş} = 5 + 7 + 4 = 16\ \Omega$ olarak bulunur.

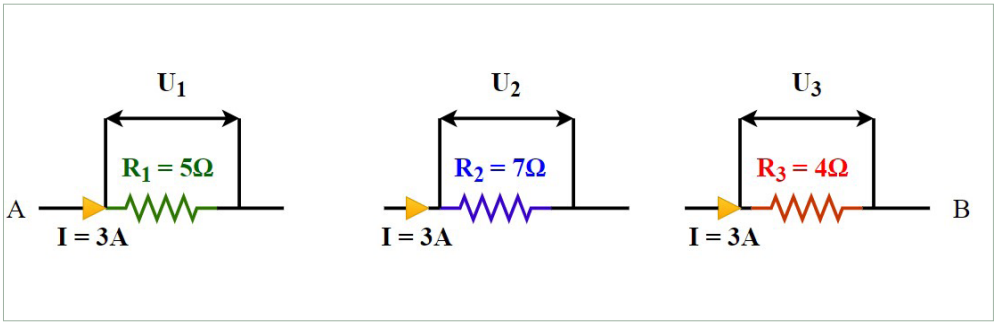
Ohm kanunu kullanılarak akım hesaplanabilir.

$$I = \frac{U}{R_{eş}} \Rightarrow \quad I = \frac{48}{16} = 3A$$ olarak bulunur.



Görsel 1.107: Seri bağlı devre

Devredeki dirençler seri bağlı olduğu için her direnç üzerinden eşit ve 3 A akım geçecektir (Görsel 1.108).



Görsel 1.108: Dirençlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi

$U_1 = I \times R_1 = 3 \times 5 = 15\ V$ $U_2 = I \times R_2 = 3 \times 7 = 21\ V$

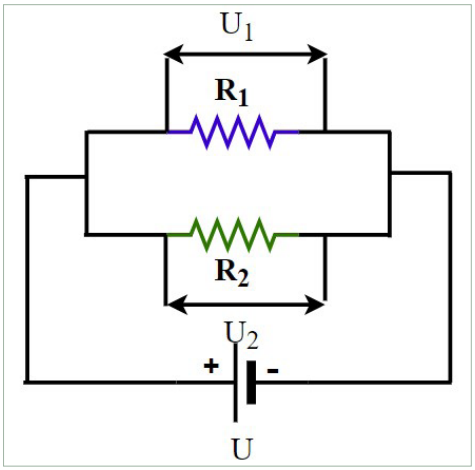
$U_3 = I \times R_3 = 3 \times 4 = 12\ V$

Kirşof'un gerilimler kanunu dirençler üzerindeki gerilimlerin toplamının, devreye uygulanan toplam gerilime eşit olduğunu söylüyordu. O hâlde her bir direnç, üzerine düşen gerilimlerin toplamına eşit olmalıdır. Cevabın sağlaması şu şekilde yapılabilir:

$U = U_1 + U_2 + U_3$, $U = 15 + 21 + 12 = 48$ V olarak bulunur. Bu değer devreye uygulanan gerilime eşittir.

Paralel bağlı kollardaki gerilimler eşittir. Ancak dirençler üzerinden geçen akımlar farklıdır. Paralel bağlı devrelerde (Görsel 1.109) direnci yüksek olan koldan düşük akım, direnci düşük olan koldan ise yüksek akım geçer. Yani akım ve direnç arasında ters orantı vardır.

$U = U_1 = U_2$



Görsel 1.109: Paralel bağlı devre

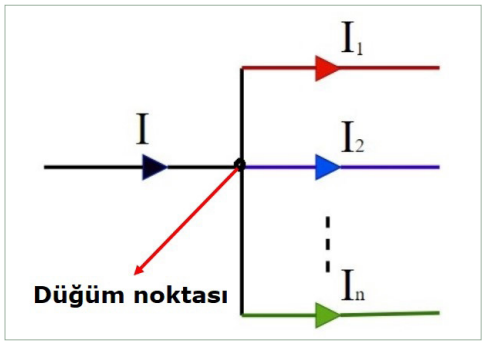
1.9.2 Kirşof'un Akımlar Kanunu

Kirşof'un akımlar kanununa göre, bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı ile o düğüm noktasından çıkan akımların toplamı birbirine eşittir (Görsel 1.110).

$I = I_1 + I_2 + ... + I_n$

Kirşof'un akımlar kanununu kullanılarak, $I = I_1 + I_2 + ... + I_n$ eşitliği elde edilir. Ohm kanunu eşitliğinden $\mathbf{I = \frac{U}{R}}$ olduğu daha önceki bölümlerde açıklanmıştı.
Ohm kanunu denklemindeki I (akım), Kirşof'un akımlar kanunu denkleminde yerine yazılırsa;

$\mathbf{I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + ... + \frac{U}{R_n}}$ eşitliği elde edilir.



Görsel 1.110: Düğüme giren ve düğümden çıkan akımlar

Örnek

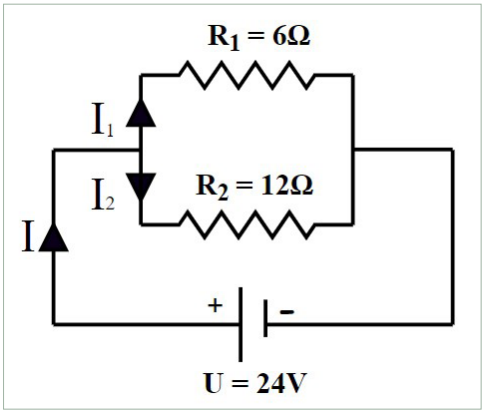
Görsel 1.111'deki devrenin I akımı ve I_1, I_2 akımlarını bulunuz.

Kirşof'un akımlar kanununda bir düğüme giren akımlar ile düğümden çıkan akımların toplamı eşittir. Bu devrede I akımı düğüm noktasından iki kola ayrılmış. O hâlde Kirşof'un akımlar kanunu kullanılarak; $I = I_1 + I_2$ eşitliği elde edilir.

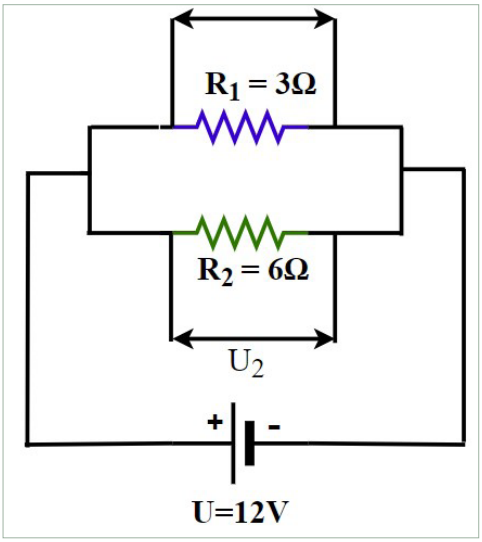
Ohm kanunu denkleminden; $\mathbf{I_1 = \frac{U}{R_1}}$ ve $\mathbf{I_2 = \frac{U}{R_2}}$ eşitlikleri elde edilir.

Soruda verilenler bu eşitliklerde yerine yazılır.

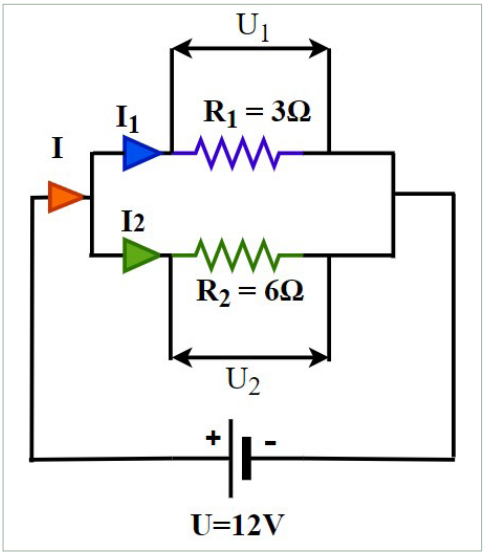
$\mathbf{I_1 = \frac{24}{6} = 4A}$ ve $\mathbf{I_2 = \frac{24}{12} = 2A}$ $\mathbf{I = I_1 + I_2 = 4A + 2A = 6A}$ olarak bulunur.



Görsel 1.111: Paralel bağlı devre



Görsel 1.112: Paralel bağlı devre



Görsel 1.113: Paralel bağlı devrede akım dağılımı

I akımının sağlamasını şu şekilde yapılabilir. Öncelikle devrenin eş değer direnci hesaplanır. Bu devrede paralel bağlı iki direnç bulunmaktadır.

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12}$ ⇨ $R_{eş} = \frac{12}{3} = 4\Omega$ olarak hesaplanır.

$I = \frac{U}{R}$ ⇨$I = \frac{24}{4} = 6A$ olarak bulunur.

Örnek

Görsel 1.112'deki devrede her bir direnç üzerine düşen gerilimi, Kirşof kanunlarını kullanarak hesaplayınız.

Öncelikle eş değer direnç bulunur.

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} \Rightarrow R_{eş} = \frac{6}{3}\Omega$

$= 2\ \Omega$ olarak bulunur.

Ana kol akımı,

$I = \frac{U}{R_{eş}}$ ⇨ $I = \frac{12}{2} = 6A$ olarak bulunur.

Paralel kollara akımların dağılması dirençler ile ters orantılı şekilde olmalıdır (Görsel 1.113).

Başka bir deyişle 6 A ana kol akımı 3 Ω ve 6 Ω dirençlere ters orantılı olarak paylaştırılmalıdır.

$I_1 = \frac{U}{R_1}$

$I_2 = \frac{U}{R_2}$ ⇨ $I_1 = \frac{12}{3} = 4A$

$I_2 = \frac{12}{6} = 2A$

$I = I_1 + I_2 = 4A + 2A = 6A$

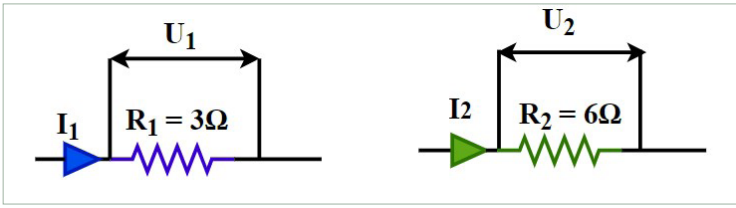
olduğu görülür.

Artık her bir direnç üzerinde düşen gerilim hesaplanabilir.

$U_1 = I_1 \times R_1 = 4 \times 3 = 12\ V$ $U_2 = I_2 \times R_2 = 2 \times 6 = 12\ V$

Kirşof'un gerilimler kanununa göre kaynak gerilimi ile paralel kollardaki gerilimler eşittir. Sorunun çözümünde bu özellik kontrol edilecek olursa (Görsel 1.114);

$U = U_1 = U_2$ ⇨ $U = 12\ V = U_1 = 12\ V = U_2 = 12\ V$ olduğu görülür.



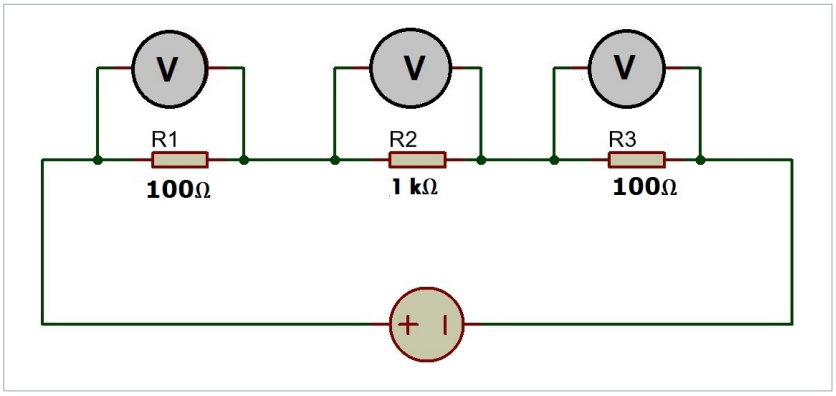
Görsel 1.114: Dirençlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi

UYGULAMA 1.11 KİRŞOF'UN GERİLİMLER KANUNU

AMAÇ

Kirşof'un gerilimler kanununu, formüllerle hesaplayarak kanunun uygulamasını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.115: Breadboard üzerine kurulacak devreye ait şekiller

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
100 Ω direnç		2 adet
1 kΩ direnç		1 adet
Multimetre		1 adet
Ayarlanabilir Güç Kaynağı	0-12 V DC	1 adet
Jumper kablo		

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 1.115'teki devreyi, breadboard üzerine kurunuz.
2. Her bir direnç üzerine düşen gerilimi hesaplayınız.
3. Ayarlanabilir güç kaynağı kullanarak aşağıdaki gerilim değerlerini sırayla ayarlayınız.
4. Breadboard üzerine kurulan devrede her bir direnç üzerine düşen gerilimi multimetre yardımıyla ölçünüz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.19 Uygulama Sonuçları

	Hesaplanan Değerler			Ölçülen Değerler		
Gerilim Değeri	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3
2 V						
4 V						
6 V						
8 V						
12 V						

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

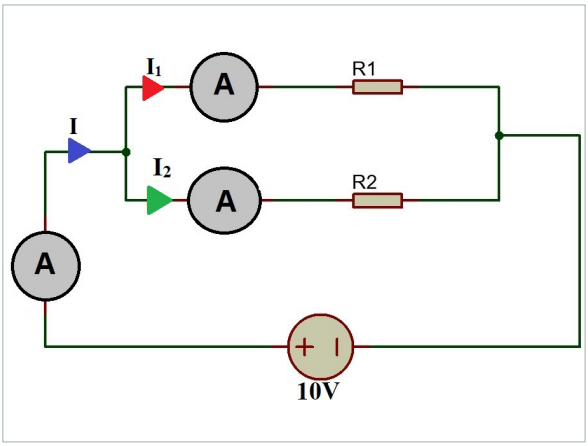
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih .... /.... / 20 ....
			30	50	10	10	100	
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 1.12 KİRŞOF'UN AKIMLAR KANUNU

AMAÇ

Kirşof'un akımlar kanununu, formüllerle hesaplayarak kanunun uygulamasını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.116: Breadboard üzerine kurulacak devreye ait şekiller

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Breadboard		1 adet
100 Ω direnç		2 adet
10 Ω direnç		2 adet
330 Ω direnç		2 adet
Multimetre		1 adet
Ayarlanabilir Güç Kaynağı	0-12 V DC	1 adet
Jumper kablo		

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 1.116'daki direnç değerlerini, Tablo 1.9'da verildiği gibi farklı direnç değerleri ile devreyi bread-board üzerine kurunuz.
2. Ana kol akımını I, I_1 ve I_2 akımlarını hesaplayınız.
3. Ayarlanabilir güç kaynağını 10 V gerilimine ayarlayınız.
4. Breadboard üzerine kurulan devrede tablolarda verilen her bir direnç çifti için üzerine düşen akımı, I, I_1 ve I_2 akımlarını multimetre yardımıyla ölçünüz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.20
Sonuç Tablosu

R1	R2	Hesaplanan Değeler			Ölçülen Değerler		
		I	I_1	I_2	I	I_1	I_2
10 Ω	10 Ω						
10 Ω	100 Ω						
100 Ω	100 Ω						
330 Ω	100 Ω						
330 Ω	330 Ω						

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

1.10 ALTERNATİF AKIM ÖZELLİKLERİ

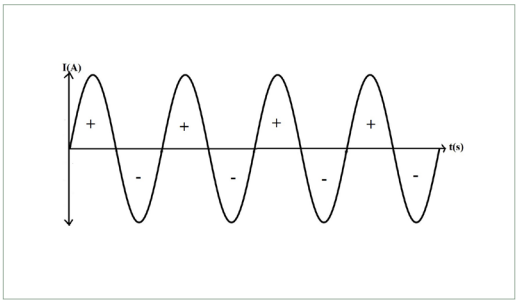
AMAÇ

Alternatif akım mantığını kavrayarak alternatif akımın özelliklerini açıklamak.

GİRİŞ

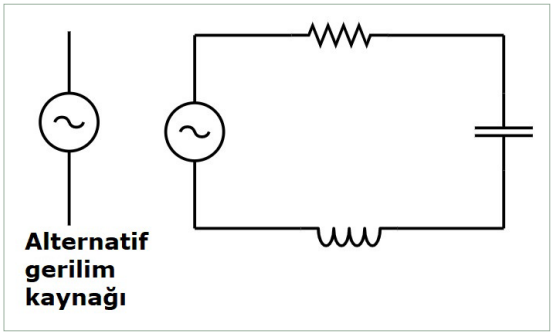
Bu bölüme kadar doğru akım uygulamalarını inceledik. Diğer bir akım çeşiti olan alternatif akım günlük hayatta kullandığımız birçok elektronik aletin çalıştırılması için kullanıldığı gibi tıbbi cihazların çalışması konusunda da son derece önemli bir akım çeşididir. Bu bölümde alternatif akım, alternatif akımın özellikleri ve alternatif akım devrelerinde çeşitli devre elemanı bağlantıları hakkında bilgi verilecektir.

Alternatif akım, zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akımlar olarak tanımlanabilir. AA harfleriyle gösterildiği gibi, AC (Alternative Current) harfleriyle de gösterilebilir. Alternatif akım farklı dalga biçimleriyle gösterilebilmektedir. Ancak en çok bilinen dalga şekli sinüs dalgasıdır (Görsel 1.117).



Görsel 1.117: Alternatif akım sinyali

Doğru akım ve alternatif akım arasındaki fark, akım yönleridir. Doğru akımda akım yönü, devrede kullanılan üretecin pozitif (+) kutbundan, negatif (-) kutbuna doğru ilerlemektedir. Alternatif akımda ise gerilim kaynağının sabit bir kutbu bulunmamaktadır. Kutuplar sürekli değişir ve bu kutup değişimi akımın yönünün de değişmesine sebep olur. Alternatif akımın gerilim kaynağına, **alternatif gerilim kaynağı** denir (Görsel 1.118).

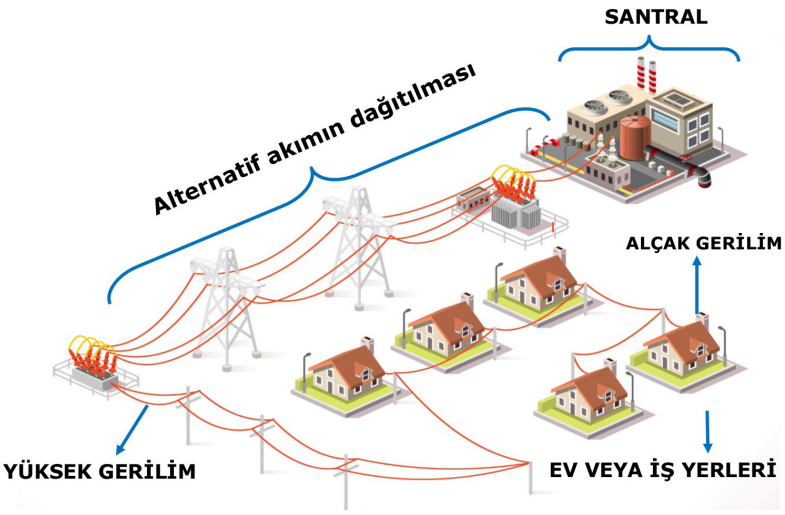


Görsel 1.118: Alternatif gerilim kaynağı ve kaynağın AC devredeki bağlantısı

1.10.1 Alternatif Akımın Elde Edilmesi

Alternatif akım, elektrik enerjisi alternatör adı verilen aygıtlar kullanılarak elde edilir. Alternatörler, mekanik enerjiyi alternatif akıma dönüştürmek için kullanılan elektromekanik aygıtlardır. Bu aygıtlara alternatif akım jeneratörleri de denilmektedir.

AC gerilim, elektrik santrallerindeki jeneratörler tarafından üretilir (Görsel 1.119). Daha sonra sanayiye ve ev kullanımına yönelik geniş bir iletim hattı ile dağıtılır. Alternatif akım (AC) üretmek, doğru akım (DC) üretmekten daha kolay ve daha ucuzdur.



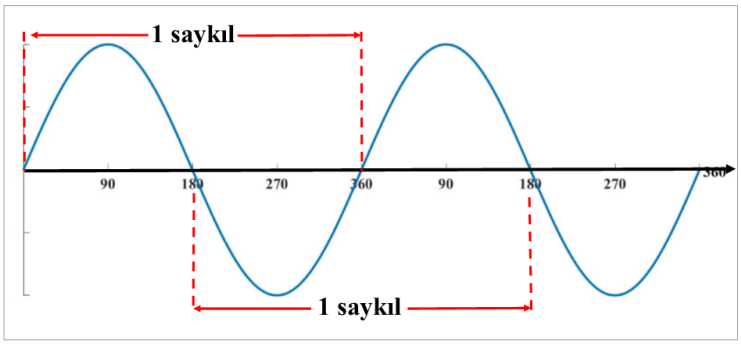
Görsel 1.119: Alternatif akımın üretimi ve dağıtılması

AC, DC'den daha uygun bir şekilde dağıtılır. Çünkü AC'nin voltajı, transformatörler kullanılarak kolayca değiştirilebilir.

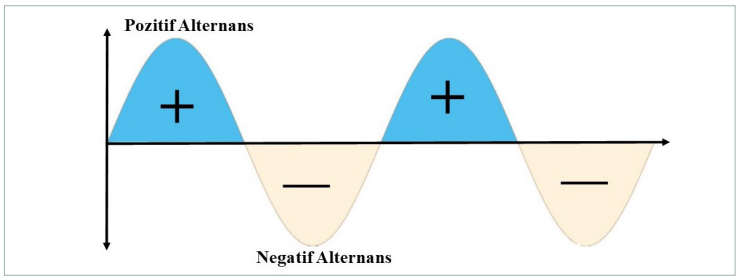
Alternatif akım konusunda bilinmesi gereken bazı temel kavramlar bulunmaktadır. Bu kavramlar, sinüs dalgası başlığı altında açıklanacaktır.

1.10.2 Sinüs Dalgası

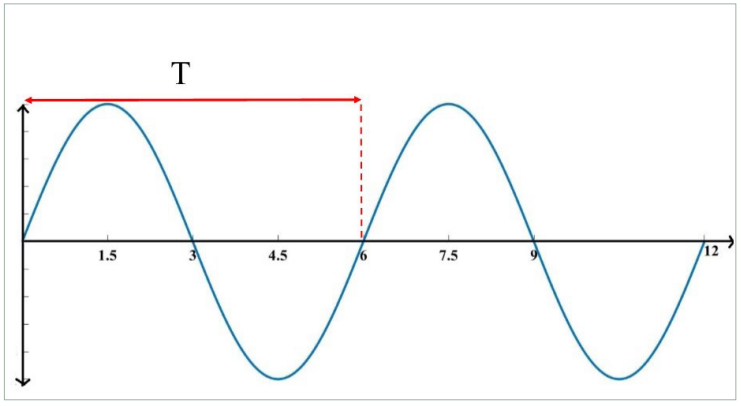
Sinüs dalgası, alternatif akımın dalga şekillerinden biridir. Sinüs dalga formu sürekli olarak yön değiştirdiği için (yani, alternatif olarak pozitif ve negatif) alternatif dalga formu olarak adlandırılır. Bir alternatör tarafından üretilen alternatif akım, sinüs dalgası (sinüzoidal) biçimindedir.



Görsel 1.120: Bir sinüs sinyalinde saykıl



Görsel 1.121: Bir sinüs sinyalinde alternas



Görsel 1.122: Bir sinüs sinyalinde periyot

Saykıl (Periyot)

Saykıl (Görsel 1.120), alternatif akım elektrik enerjisi üreten alternatörün bir tam tur dönmesi sonucunda oluşan dalga şeklidir. Bir alternatörün tam tur dönmesi demek 360 derecelik bir açıyı taraması anlamına gelir. X düzleminde, sinüs sinyalinde başlangıç olarak kabul edilen açı değerinden 360 derece ileri veya geri gidildiğinde, başlangıç ve bitiş noktaları arasında kalan 360 derecelik dalga şekli bir saykıl olarak belirlenir.

Alternans

Bir sinüs sinyalinde x ekseni referans olarak kabul edilirse, sinüs sinyalinde x ekseninin altında ve üstünde kalan alanlar bulunur. Sinüs sinyalinin x ekseninin üstünde kalan alanlarına pozitif (+) alternans; x ekseninin altında kalan alanlarına negatif (-) alternans denilmektedir (Görsel 1.121).

Periyot

Bir saykılın tamamlanması için geçen süreye **periyot** denir (Görsel 1.122). Periyot "T" ile gösterilir ve birimi saniye (s)'dir.

Frekans

Frekans, sinüs sinyalinin bir saniyede tekrarlanan saykıl sayısı olarak tanımlanabilir. Frekans "f" ile gösterilir ve bi-

rimi hertz (Hz)'dir. Periyot ile frekans arasında matematiksel olarak bir bağıntı vardır. $f = \frac{1}{T}$ $T = \frac{1}{f}$

Örnek

Periyodu (T) 0,40 saniye olan bir sinüs sinyalinin frekansı nedir?

$\mathbf{f = \frac{1}{0{,}40s} = \frac{1}{\frac{40}{100}} = \frac{100}{40} = 2{,}5Hz}$ olarak bunulur.

Örnek

Frekansı (f) 2 Hz olan bir sinüs sinyalinin periyodu nedir?

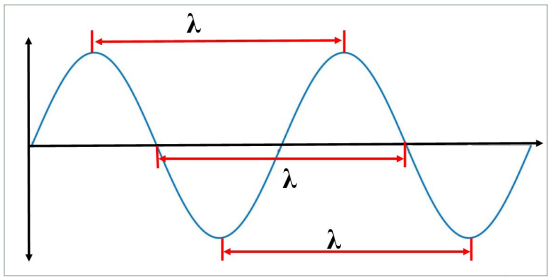
$\mathbf{T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0{,}5}$ olarak bulunur.

Açısal Hız

Açısal hız, sinüs sinyalinin bir saniyede radyan cinsinden kaç salınım yaptığını belirtir. "ω (omega)" ile gösterilir. Açısal hız aşağıdaki formülle ifade edilir. $\omega = 2 \times \pi \times f$

Dalga Boyu

Sinüs sinyalinin iki saykılının birbirinin aynısı olan iki noktası arası uzaklıktır (Görsel 1.123).



Görsel 1.123: Bir sinüs sinyalinde dalga boyu

1.10.3 Alternatif Akım Değerleri

Önceki bölümlerde ifade edildiği gibi alternatif akımda sinyalin genliği sürekli değiştiği için alternatif akımın genlik ve akım değerleri farklı ifadelerle değerlendirilmiştir (Tablo 1.21).

Tablo 1.21: Alternatif Akım Değerleri ve Tanımları

İfade	Tanımı
Ani Değer	Sinüs dalgasının herhangi bir "t" anındaki genlik değeridir. $u = U_m \times \sin\alpha = U_m \times \sin wt$ $i = I_m \times \sin\alpha = I_m \times \sin wt$ $w = 2 \times \pi \times f$
Maksimum Değer	Alternatif akım değerinin en büyük olduğu genlik değeridir. Negatif ve pozitif maksimum değerler arasındaki genlik değerine **tepeden tepeye gerilim** denir.
Ortalama Değer	Sinüs sinyalinin bir saykıldaki ani değerlerinin ortalamasına **ortalama değer** denir. $U_{ort} = 0{,}636 \times U_m$ $I_{ort} = 0{,}636 \times I_m$
Etkin Değer (Efektif Değer, RMS)	Alternatif akımın etkin değeri, eş değer bir doğru akımla aynı miktarda iş yapacak olan akımdır. $U_e = 0{,}707 \times Um$ $I_e = 0{,}707 \times Im$

1.10.4 Alternatif Akımın Vektörlerle Gösterilmesi

Bir doğrultusu, yönü ve şiddeti olan büyüklükler **vektörel büyüklükler** olarak adlandırılır. Alternatif akım sinyali, yönü ve şiddeti değiştiği için vektörel bir büyüklüktür.

Alternatif akımın vektörler ile gösterilmesinde birim çember kullanılabilir. Vektörün başlangıç noktası birim çemberin başlangıç noktası kabul edilip birim çemberi bir tam tur dönmesi yani 0º-360º açı dönmesi sırasında bir sinüs sinyali elde edilir. Koordinat düzleminde vektörün birim çember üzerinde "t" anına karşılık gelen açı değeri x eksenine, "t" anındaki alternatif akım veya gerilim değerini ise y eksenine yerleştirip 360^0 tamamlandığında bir sinüs sinyali elde edilir. X eksenine yerleştirilen açı değerleri, radyan cinsinden de verilebilir (Görsel 1.124).

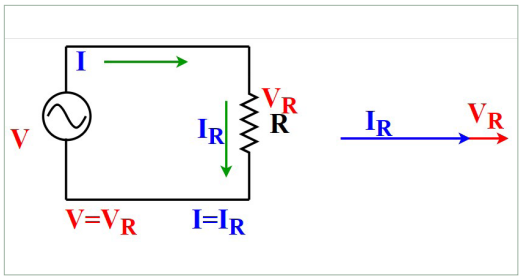
Alternatif akımın sıfırdan başlayarak pozitif değerler almaya başladığı noktanın başlangıç noktasına (0 merkezine) göre aldığı açı veya zaman farkı faz olarak isimlendirilir. Sinüs sinyalinin t = 0 anında x ekseni referans alındığında sinüs sinyalinin genlik değerinin pozitif ve negatif olma durumlarına göre farklı faz durumları vardır.

1.10.5 AC Devrelerde Dirençler

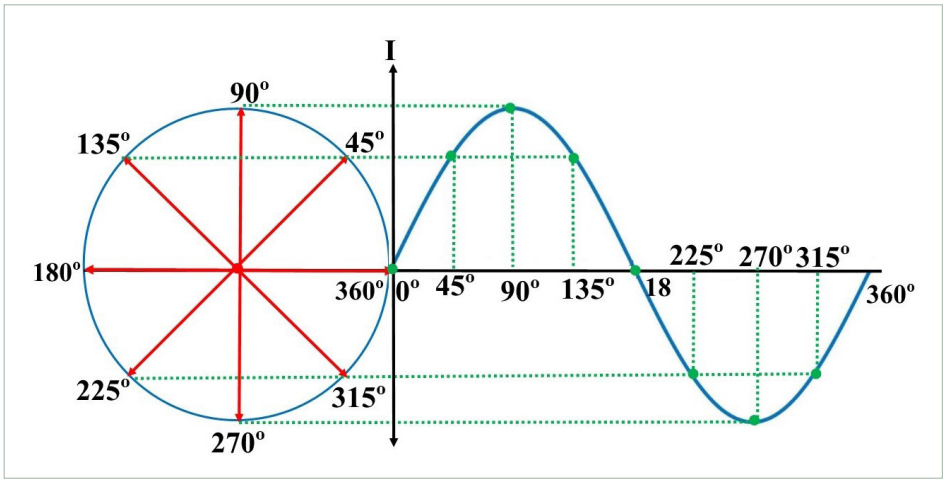
Dirence alternatif akım uygulandığında, dirençten geçen akım ve direnç üzerine düşen gerilim aynı faz ve frekanstadır (Görsel 1.125). Yani akım ve gerilim arasında faz farkı yoktur.

Direnç üzerinden geçen akım aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$V = I_R \times R \Rightarrow I_R = \frac{V}{R}$$



Görsel 1.125: Alternatif akımda direnç



Görsel 1.124: Alternatif akımın vektörel gösterimi

1.10.6 AC Devrelerde Bobinler

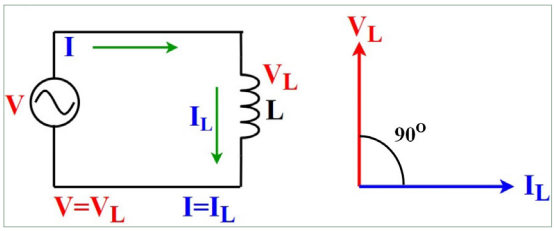
İç direnci sıfır olan saf bobine alternatif akım uygulandığında, bobinden geçen akım bobin üzerine düşen gerilimden 90° geri fazdadır (Görsel 1.126). Bobin gerilimi, devrenin toplam gerilimine eşittir. Aynı şekilde bobin akımı, devrenin akımına eşittir. Bobinler, alternatif akım devrelerinde frekans ile doğru orantılı olarak değişen bir direnç gösterir. Bu direnç, endüktif reaktans olarak isimlendirilir. Endüktif rekatans X_L ile gösterilir ve birimi ohm (Ω)'dur. Endüktif reaktans aşağıdaki formül ile hesaplanır (Tablo 1.22).

Tablo 1.22: Endüktif Reaktans ile İlgili Büyüklükler ve Birimleri

$X_L = 2\pi \times f \times L$	X_L	Endüktif reaktans	Ohm (Ω)
	L	Bobin endüktansı	Henry (H)
	f	AC gerilimin frekansı	Hertz (Hz)

Bobin bulunan bir devrede, devreden akan akım miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır. $V = I \times X_L \Rightarrow I = \frac{V}{X_L}$

Bu formülde V devredeki gerilimi, I devreden akan akımı, X_L ise endüktif reaktansı belirtir.



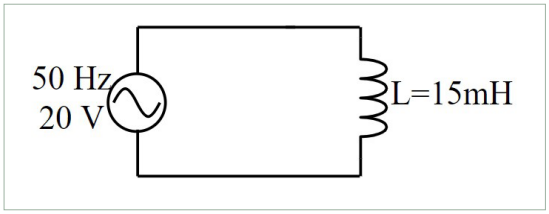
Görsel 1.126: Alternatif akımda bobin

Örnek

Görsel Görsel 1.127'deki devrede bobinin endüktif reaktansını ve devre akımını hesaplayınız.
İlk olarak endüktif reaktası hesaplanmalıdır.

$$X_L = 2\pi \times f \times L = 2 \times (3{,}14) \times 50 \times 15.10^{-3}$$
$$X_L = 4710 \times 10^{-3} = 4{,}71\Omega$$
$$I = \frac{V}{X_L} \Rightarrow I = \frac{20}{4{,}71} = 4{,}24A$$

olarak bulunur.

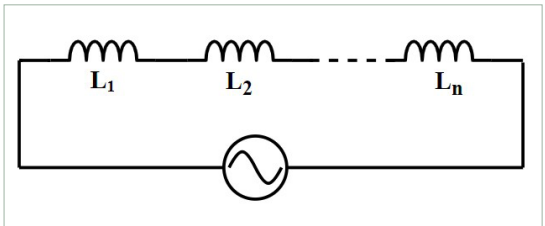


Görsel 1.127: AC bobin devresi

AC Devrelerde Seri Bobin Bağlantıları

Bobinler, AC devrelerde seri ve paralel bağlandıklarında eş değer endüktans direnç devreleri ile aynı yöntemle hesaplanır. Alternatif akım devrelerinde seri bağlı bobinlerin eş değer endüktansı, devredeki her bir bobin endüktansı toplanarak hesaplanır (Görsel 1.128).

$$L = L_1 + L_2 + \ldots + L_n$$



Görsel 1.128: AC devrelerde bobinlerin seri bağlantısı

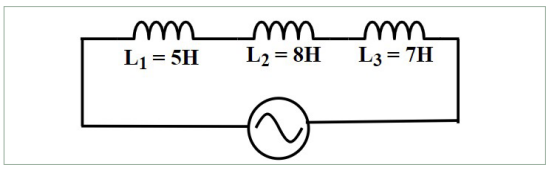
Örnek

Görsel 1.129'daki devrenin eş değer endüktansını hesaplayınız.

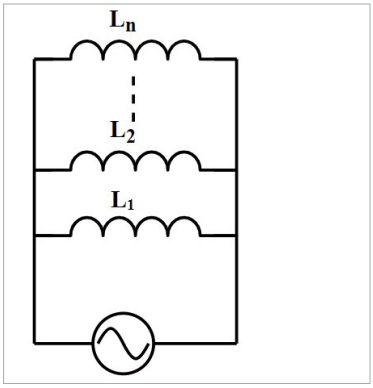
Devrede seri bağlı üç bobin bulunmaktadır. AC devrelerde seri bağlı bobinlerin eş değer endüktans devredeki her bir bobinin endüktası toplanarak hesaplanır.

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 5\,H + 8\,H + 7\,H = 20\,H$$

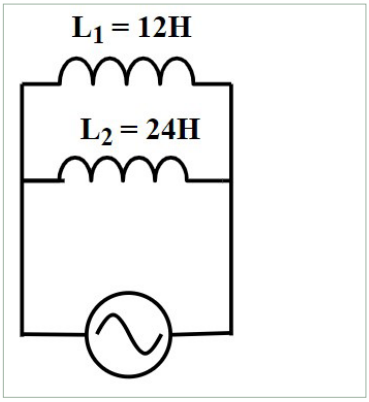
olarak hesaplanır.



Görsel 1.129: AC devrelerde üç bobinin seri bağlantısı



Görsel 1.130: AC devrelerde bobinlerin paralel bağlantısı



Görsel 1.131: AC devrelerde iki bobinin paralel bağlantısı

AC Devrelerde Paralel Bobin Bağlantıları

AC devrelerde paralel bağlı bobinlerin (Görsel 1.130) toplam endüktansı, paralel bağlı direnç devrelerinde olduğu gibi hesaplanır. $\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \ldots + \frac{1}{L_n}$

Örnek

Görsel 1.131'deki devrenin eş değer endüktansını hesaplayınız.

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24}$$

$L = \frac{24}{3} = 8H$ olarak bulunur.

1.10.7 AC Devrelerde Kondansatörler

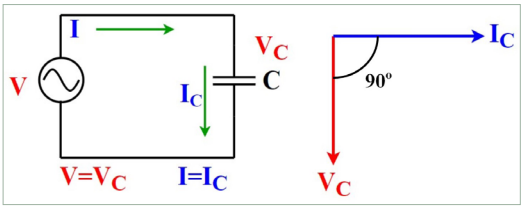
Kondansatörlere alternatif akım uygulandığında kondansatörden geçen akım, kondansatör üzerinde düşen gerilimden 90° ileri fazdadır (Görsel 1.132). Kondansatör gerilimi, devrenin toplam gerilimine eşittir. Aynı şekilde kondansatörden geçen akım, devrenin akımına eşittir. Bobinler alternatif akım devrelerinde frekans ile ters orantılı olarak değişen bir direnç gösterir. Bu direnç kapasitif reaktans olarak isimlendirilir. Kapasitif rekatans XC ile gösterilir ve birimi ohm (Ω)'dur. Kapasitif reaktans, aşağıdaki formül ile hesaplanır (Tablo 1.23).

Tablo 1.23: Kapasitif Reaktans ile İlgili Büyüklükler ve Birimleri

$X_C = \frac{1}{2\pi \times f \times C}$	X_C	Kapasitif reaktans	Ohm (Ω)
	C	Kondansatörün kapasitansı	Farad (F)
	f	AC gerilimin frekansı	Hertz (Hz)

Bobin bulunan bir devrede, devreden akan akım miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır: $V = I \times X_C \Rightarrow I = \frac{V}{X_C}$

Bu formülde **V** devredeki gerilimi, **I** devreden akan akımı, X_C ise kapasitif reaktansı belirtir.



Görsel 1.132: Alternatif akımda kondansatör

Örnek

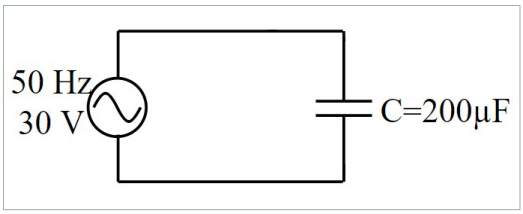
Görsel 1.133'daki devrede bobinin endüktif reaktansını ve devre akımını hesaplayınız.

Öncelikle devrenin kapasitif reaktansı hesaplanmalıdır.

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{2 \times (3,14) \times 50 \times 200 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{6,28.10^{-2}} = \frac{100}{6,28} = 15,92\Omega$$

$$I = \frac{V}{X_L} \Rightarrow I = \frac{30}{15,92} = 1,88A$$ olarak bulunur.

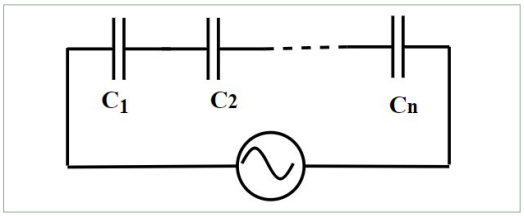


Görsel 1.133: AC kondansatör devresi

AC Devrelerde Seri Kondansatör bağlantıları

Alternatif akımda seri bağlı kondansatörlerin (Görsel 1.134) eş değer kapasitansı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$



Görsel 1.134: AC devrelerde kondansatörlerin seri bağlantısı

Örnek

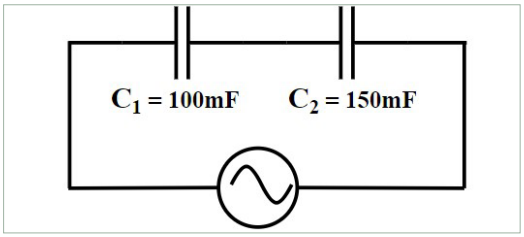
Görsel 1.135'teki devrenin eş değer kapasitansını hesaplayınız.

AC devrelerde seri bağlı kondansatörlerin eş değer kapasitansı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{100} + \frac{1}{150} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{5}{300}$$

$$C = \frac{300}{5} = 60mF$$

olarak bulunur.

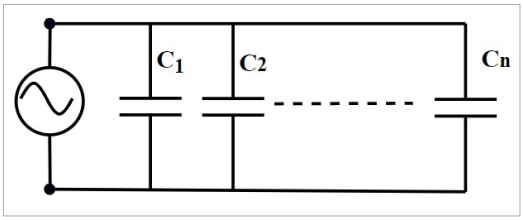


Görsel 1.135: AC devrelerde iki kondansatörün seri bağlantısı

AC Devrelerde Paralel Kondansatör bağlantıları

Alternatif akımda paralel bağlı kondansatörlerin (Görsel 1.136) eş değer kapasitansı, devredeki her bir kapasitans değeri toplanarak hesaplanır.

$$C = C_1 + C_2 + \ldots + C_n$$



Görsel 1.136: AC devrelerde kondansatörlerin paralel bağlantısı

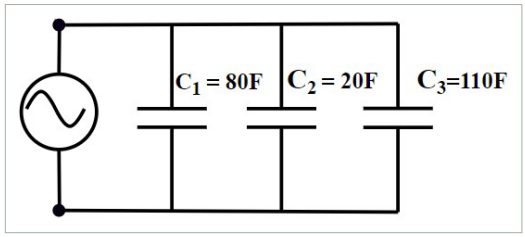
Örnek

Görsel 1.137'deki devrenin eş değer kapasitansını hesaplayınız.

Devredeki tüm kondansatörlerin kapasitansı toplanır.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \Rightarrow C = 80 + 20 + 110 = 210F$$

olarak bulunur.



Görsel 1.137: AC devrelerde üç kondansatörlerin paralel bağlantısı

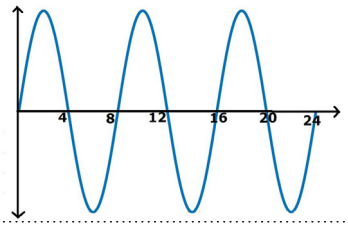
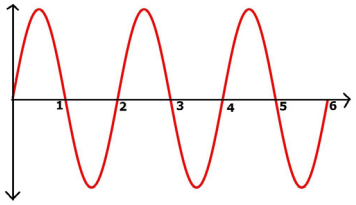
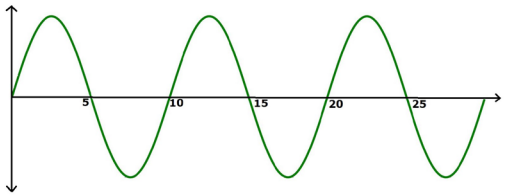
UYGULAMA 1.13 ALTERNATİF AKIM ÖZELİKLERİ

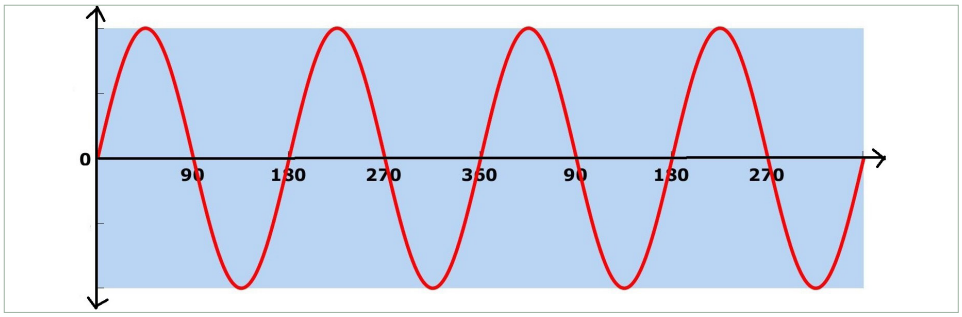
AMAÇ

Alternatif akım parametrelerini şekiller üzerinde gösterip alternatif akım parametrelerinin hesaplamalarını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Tablo 1.24: Sinüs Sinyali Örnekleri

Sinüs Sinyali	Periyot	Frekans
		
		
		



Görsel 1.138: Sinüs sinyali

B. İşlem Basamakları

1. Tablo 1.24'teki sinüs sinyali örneklerinin periyot ve frekanslarını hesaplayınız. Tabloda uygun yere yazınız.
2. Saykıl, alternans ve dalga boyu terimlerini açıklayınız. Görsel 1.138'deki sinüs sinyalinin saykıl, dalga boyu ve alternans özelliklerini sinyal üzerine çizerek gösteriniz.

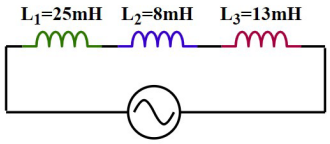
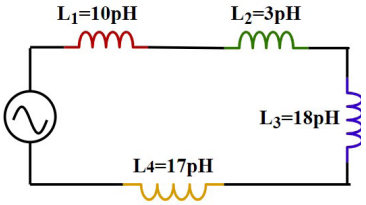
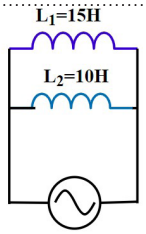
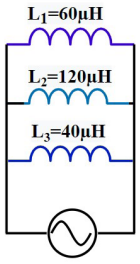
UYGULAMA 1.14 ALTERNATİF AKIM ÖZELİKLERİ

AMAÇ

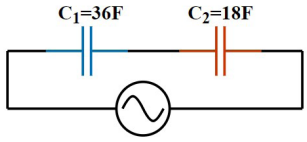
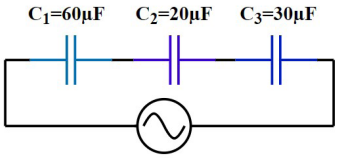
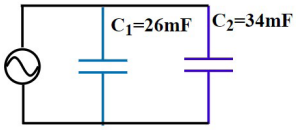
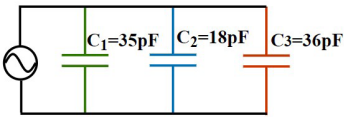
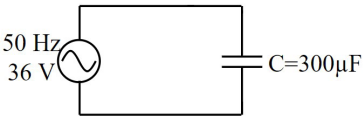
Alternatif akımda, bobin ve kondansatör bağlantı çeşitlerine göre devre çözümleri yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Tablo 1.25: AC'de Bobin Bağlantıları

Devre	Eş Değer Endüktans
	
	
	
	
	Endüktif Reaktans Akım

Tablo 1.26: AC'de Kondansatör Bağlantıları

Devre	Eş Değer Kapasitans
	
	
	
	
	Endüktif Reaktans Akım

B. İşlem Basamakları

1. Tablolarda verilen devrelerin eş değer kapasitans ve endüktanslarını hesaplayarak tabloları doldurunuz.

1.11 AC DEVRE ÇEŞİTLERİNİN ÇÖZÜMLEMELERİ VE DEVRE ÖLÇÜMLERİ

AMAÇ

AC devre çeşitlerinin çözümlemelerini ve devre ölçümlerini yapmak.

GİRİŞ

Doğru akımda olduğu gibi alternatif akımdada elektronik devre elamanlarının bir arada kullanıldığı devreler bulunmaktadır. Bu devreler üzerindeki akım, gerilim değerlerinin hesaplanması gerekebilir.Bu bölümde direnç, bobin ve kondansatör bağlı AC devre çözümleri hakkında bilgi verilecektir.

1.11.1 Seri Devreler

Seri R-L Devresi

Seri R-L devreleri, direnç ve bobin devre elemanlarının alternatif akım gerilim kaynağı ile seri bağlanması ile oluşan devrelerdir (Görsel 1.139). AC devrelerde direnç elemanının yanında kapasitif (kapasitör) veya endüktif (bobin) bileşenler de bulunuyorsa devrenin eş değer reaktansı (akıma karşı gösterilen zorluk) empedans olarak adlandırılır. Empedans "Z" ile gösterilir ve birimi ohm (Ω)'dur.

Vektör diyagramından yararlanarak V akımı elde edilir.

$$V^2 = V_R^2 + V_L^2 \Rightarrow V = \sqrt{{V_R}^2 + {V_L}^2}$$

Ohm kanunu kullanılarak devre akımı ve empedans hesaplanır.

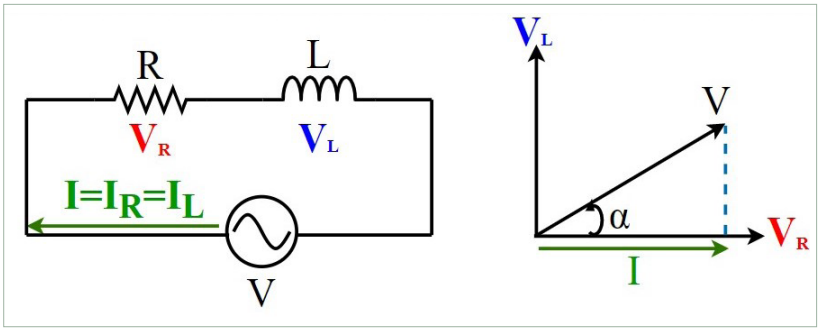
$$V_R = I \times R,\ V_L = I \times X_L \Rightarrow V = \sqrt{(I \times R)^2 + (I \times X_L)^2}$$

$$I = \frac{V}{Z} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2}$$

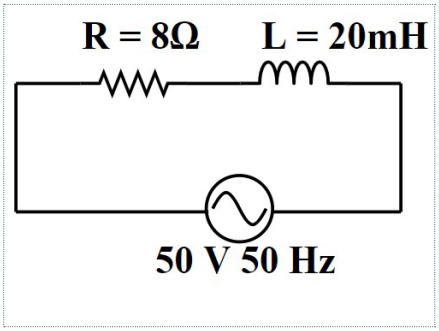
Örnek

Görsel 1.140'taki verilen devrenin, endüktif reaktansını (X_L), empedansını (Z), devreden akan akımı (I) bulunuz.

Sorunun çözümü için denklemlerde, devrede verilenler yerine koyularak çözüme gidilir.



Görsel 1.139: Seri R-L devresi, akım-gerilim faz ilişkisi



Görsel 1.140: Seri R-L devresi

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} = \frac{1}{2 \times (3{,}14) \times 50 \times 150 \times 10^{-6}} = \frac{10^4}{(6{,}28) \times 75}$$

$$\frac{10^4}{471} = 21{,}23\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2} = \sqrt{20^2 + (21{,}23)^2} = 29{,}16\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} \Rightarrow \frac{30}{29{,}16}$$

Seri R-C Devresi

Seri R-C devreleri; direnç ve kondansatör devre elemanlarının, alternatif akım gerilim kaynağı ile seri bağlanması ile oluşan devrelerdir (Görsel 1.141). AC devrelerde direnç elemanının yanında kapasitif (kapasitör) veya endüktif (bobin) bileşenler de bulunuyorsa devrenin eş değer reaktansı (akıma karşı gösterilen zorluk) empedans olarak adlandırılır. Empedans "Z" ile gösterilir ve birimi ohm (Ω)'dur.

Vektör diyagramından yararlanarak V akımı elde edilir:

$$V^2 = V_R^2 + V_C^2 \Rightarrow V = \sqrt{{V_R}^2 + {V_C}^2}$$

Ohm kanunu kullanılarak devre akımı ve empedans hesaplanır:

$$V_R = I \times R, V_C = I \times X_C \Rightarrow V = \sqrt{(I \times R)^2 + (I \times X_C)^2} \qquad I = \frac{V}{Z} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2}$$

Örnek

Görsel 1.142'deki verilen devrenin, kapasitif reaktansını (X_C), empedansını (Z), devreden akan akımı (I) bulunuz.

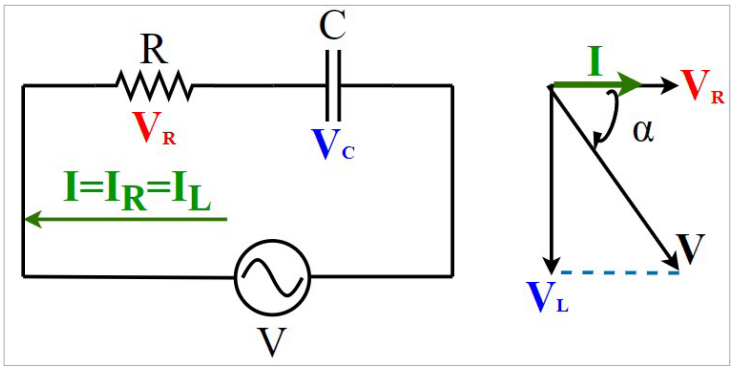
Sorunun çözümü için denklemlerde, devrede verilenler yerine koyularak çözüme gidilir.

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} = \frac{1}{2 \times (3{,}14) \times 50 \times 150 \times 10^{-6}} = \frac{10^4}{(6{,}28) \times 75}$$

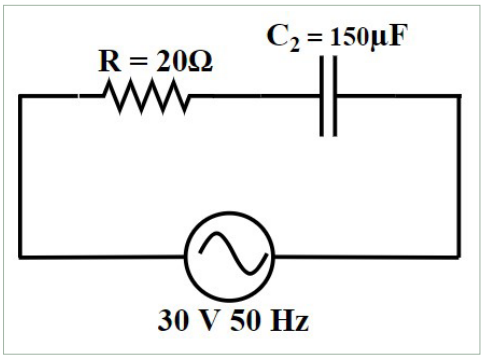
$$\frac{10^4}{471} = 21{,}23\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2} = \sqrt{20^2 + (21{,}23)^2} = 29{,}16\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} \Rightarrow \frac{30}{29{,}16}$$



Görsel 1.141: Seri R-C devresi, akım-gerilim faz ilişkisi



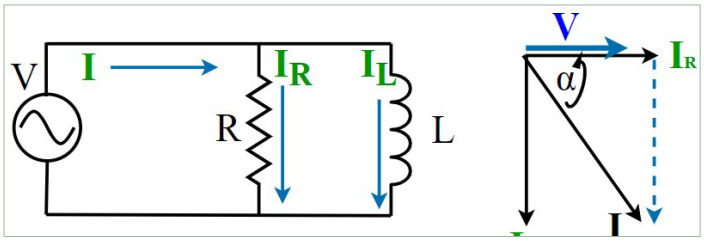
Görsel 1.142: Seri R-C devresi

1.11.2 Paralel Devreler

Paralel R-L Devresi

Paralel R-L devreleri, direnç ve bobin devre elemanlarının alternatif akım gerilim kaynağı ile paralel bağlanmasıyla oluşan devrelerdir (Görsel 1.143).

Vektör diyagramı kullanılarak toplam akım bulunur.



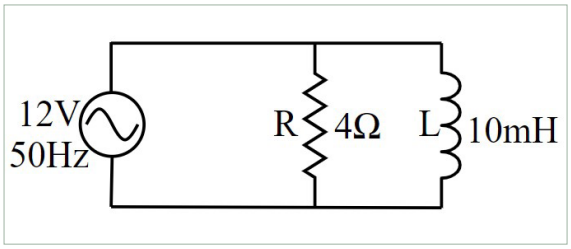
Görsel 1.143: Paralel R-C devresinde akım gerilim faz ilişkisi

$$I^2 = I_R^2 + I_L^2 \Rightarrow I = \sqrt{I_R{}^2 + I_L{}^2}$$

$$I_R = \frac{V}{R} \text{ ve } I_L = \frac{V}{X_L}$$

Devre empedansı:

$$Z = \frac{V}{I} \Rightarrow Z = \frac{R \times X_L}{\sqrt{R^2 + X_L{}^2}}$$



Görsel 1.144: Paralel R-L devresi

Örnek

Görsel 1.144'deki verilen devrenin, empedansını (Z), devredeki toplam akımını (I), endüktif reaktansını (X_L), bobin akımını (I_L) ve direnç akımını (I_R) bulunuz.

Sorunun çözümü için denklemlerde, devrede verilenler yerine koyularak çözüme gidilir.

$$X_L = 2\pi \text{ x f x L} = 2 \text{ x } (3,14) \text{ x } 50 \text{ x } 10 \text{ x } 10^{-3}$$
$$= 6,28 \text{ x } 500 \text{ x } 10^{-3} = 314 \text{ x } 10 \text{ x } 10^{-2} = 3,14\Omega$$

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3A$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{12}{3,14} = 3,82A$$

$$I = \sqrt{I_R{}^2 + I_L{}^2} = \sqrt{3^2 + (3,82)^2} = \sqrt{9 + 14,6} = 4,85A$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{12}{4,85} = 2,47\Omega$$

Paralel R-C Devresi

Paralel R-C devreleri, direnç ve kondansatör devre elemanlarının alternatif akım gerilim kaynağı ile paralel bağlanmasıyla oluşan devrelerdir (Görsel 1.145).

Vektör diyagramı kullanılarak:

Toplam akım:

$$I^2 = I_R^2 + I_C^2 \Rightarrow I = \sqrt{I_R{}^2 + I_C{}^2} \qquad I_R = \frac{V}{R} \text{ ve } I_C = \frac{V}{X_C}$$

Devre empedansı:

$$Z = \frac{V}{I}$$

Örnek

Görsel 1.146'daki verilen devrenin; empedansını (Z), devredeki toplam akımını (I), kapasitif reaktansını (X_C), bobin akımını (I_L) ve direnç akımını (I_R) bulunuz.

Sorunun çözümü için denklemlerde, devrede verilenler yerine koyularak çözüme gidilir.

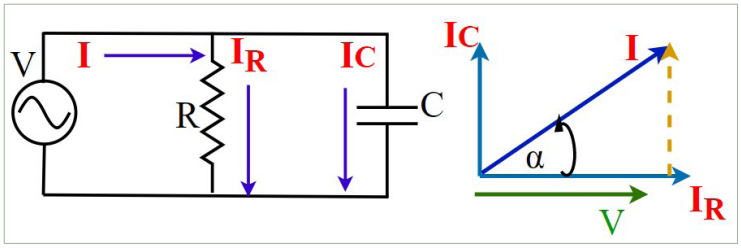
$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} = \frac{1}{2 \times (3{,}14) \times 50 \times 40 \times 10^{-6}} = \frac{1}{(6{,}28) \times 2000 \times 10^{-6}} = \frac{1}{12{,}56 \times 10^{-3}} = \frac{10^3}{12{,}56} = 79{,}61\Omega$$

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{240}{80} = 3A$$

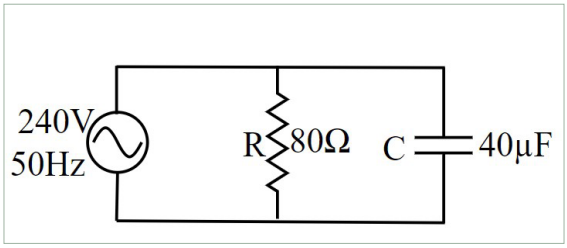
$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{240}{79{,}61} = 3{,}01A$$

$$I = \sqrt{{I_R}^2 + {I_C}^2} = \sqrt{3^2 + (3{,}01)^2} = \sqrt{9 + 9{,}06} = 4{,}25A$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{240}{4{,}25} = 56{,}47\Omega$$



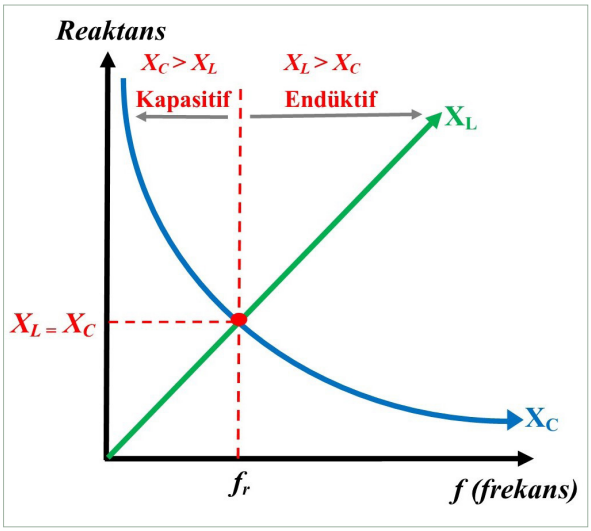
Görsel 1.145: Paralel R-C devresinde akım gerilim faz ilişkisi



Görsel 1.146: Paralel R-C devresi

1.11.3 Rezonans Devreleri

AC devrelerde, kaynağın frekansının özel bir değeri vardır. Frekans bu değeri aldığında, devreki kapasitif ve endüktif bileşenler birbirini sönümler (Görsel 1.147). Bu frekans değeri, **rezonans frekansı** olarak adlandırılır. Rezonans frekansı "fr" ile gösterilir. Rezonans devresi bir bobin ile bir kondansatörün seri ya da paralel bağlanması ile gerçekleştirilebilir.



Görsel 1.147: X_L ve X_C'nin rezonans frekansı durumu

Seri Rezonans Devreleri

Devre frekansının fr yani frekansın rezonans etkisi gösterdiği seri R-L-C devrelerdir. Rezonans frekansını incelemeden endüktif reaktans ve kapasitif rekatansın frekans ile ilişkisi değerlendirilecek olursa;

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L \qquad X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C}$$

Seri bağlı R-L-C devrelerinde, kapasitif ve endüktif değerleri büyüklüklerine göre devrenin davranışı değişiklik gösterir.

$X_L > X_C$ ise devre endüktif

$X_C > X_L$ ise devre kapasitif

$X_L = X_C$ ise devre resozans davranışı sergileyecektir.

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}}$ eşitliği elde edilir. Bu eşitlikte;

fr : Rezonans frekansı, birimi hertz (Hz)

L : Bobinin endüktansı, birimi henry (H)

C : Kondansatörün kapasitansı, birimi farad (F)

Örnek

Seri bağlı bir R-L-C devresinde L = 100 mH, C = 40 μF olduğuna göre, bu devrenin rezonans durumundaki frekansını hesaplayınız.

$$f_r = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{L \times C}} = \frac{1}{2(3{,}14) \times \sqrt{100.10^{-3} \times 40 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2(3{,}14) \times \sqrt{400.10^{-8}}}$$

$$= \frac{1}{(6{,}28) \times 2 \times 10^{-3}} = \frac{10^3}{12{,}56} = 76{,}61\text{Hz}$$

Soruda devrenin rezonans frekansı sorulmaktadır.

olarak bulunur.

Paralel Rezonans Devreleri

Devre frekansının, fr yani frekansın rezonans etkisi gösterdiği paralel R-L-C devrelerdir. Seri rezonans devreleriyle aynı formülle hesaplanır. Paralel rezonans devrelerinde seri rezonans devresinden farklı olarak devrenin devamına paralel olarak bağlanacak yük direnci üzerinden geçen akım minimum seviyede olacaktır.

Örnek

Paralel bağlı bir R-L-C devresinde L = 90 mH, C = 1 μF olduğuna göre, bu devrenin rezonans durumundaki frekansını hesaplayınız.

$$f_r = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{L \times C}} = \frac{1}{2(3{,}14) \times \sqrt{90 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2(3{,}14) \times \sqrt{9 \times 10^{-8}}}$$

$$= \frac{1}{(6{,}28) \times 3 \times 10^{-4}} = \frac{10^4}{18{,}84} = 530{,}78\text{Hz}$$

Soruda devrenin rezonans frekansı sorulmaktadır.

olarak bulunur.

1.11.4 Alternatif Akımda Güç

Alternatif akımda güç, devredeki gerilime ve akıma bağlı olarak değişmektedir. AC devrelerde, DC devrelerden farklı olarak, endüktif ve kapasitif yükler bulunur. Bununla birlikte akım ve gerilim zamanla değişir. Akım ve gerilim arasındaki faz farkından dolayı alternatif akımda gücün birden fazla bileşeni bulunmaktadır.

Aktif (Gerçek) Güç

Alternatif akım devrelerinde direnç, devre elemanının üzerinde harcanan güçtür. Alternatif akım devrelerinde iş yapan güçtür. P harfi ile gösterilir. Birimi Watt (W)'tır. Aktif güç, AC devrelerde; harcanan enerjiyi gösterir.

$$P = U \times I \times \cos\varphi$$

Formülde;

P : Aktif güç, birimi watt (W)

I : Akım, birimi amper (A)

U : Gerilim, birimi volt(V)

φ : Faz farkı

Reaktif Güç

AC devrelerde kapasitör ve bobin, yük depolayan devre elamanlarıdır. Bu iki devre elamanı ideal durumda hiç enerji harcamaz. Sadece enerji depolar. Ancak enerjinin depolanması sırasında kaynaktan akım çekilir ve gerilim düşümü olur. Bu durum, bir güç harcanmasına neden olur. Bu güce, reaktif güç denir. Reaktif Q ile gösterilir ve Volt-Amper-Reaktif (VAR) birimi ile ölçülür. Reaktif güç kaynağa geri aktarılır yani iş yapmazlar.

$$Q = U \times I \times \sin\varphi$$

Formülde;

Q : Reaktif güç, volt-amper-reaktif (VAR)

I : Akım, birimi amper (A)

U : Gerilim, birimi volt(V)

φ : Faz farkı

Görünür Güç

AC devrelerde direnç, bobin ve kondansatör devre elamanları birlikte bulunabilir. Devrede direnç, bobin ve kondansatör elemanları farklı güç harcamasına sebep oldukları yukarıda anlatılmıştı. Direnç, bobin ve kondansatörün birlikte bulunduğu AC devrelerde hem aktif güç hem de reaktif güç oluşur. Aktif ve reaktif gücün vektörel toplamına **görünür güç** denir. Görünür güç "S" ile gösterilir. Birimi Volt-Amper (VA)'dir.

$$S = U \times I$$

Formülde;

S : Görünür güç,birimi volt amper (VA)

I : Akım, birimi amper (A)

U : Gerilim, birimi volt (V)

Örnek

Bir elektrik motoru, 220 V'luk bir alternatif akım kaynağından 12 A ve 60° fazlı akım çekmektedir. Bu elektrik motorunun kaynaktan çektiği aktif, reaktif ve görünür güçleri hesaplayınız. (sin 60° = 0,866, cos 60° = 0,5)

Aktif (Gerçek) Güç

$$P = U \times I \times \cos\varphi$$
$$P = 220 \times 12 \times 0,5$$
$$P = 1230W$$

Reaktif Güç

$$Q = U \times I \times \sin\varphi$$
$$Q = 220 \times 12 \times 0,866$$
$$Q = 2286,24\ VAR$$

Görünür Güç

$$S = U \times I$$
$$S = 220 \times 12$$
$$S = 2640\ VA$$

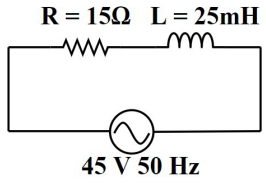
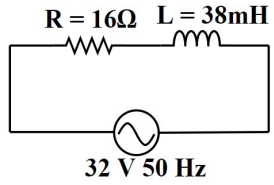
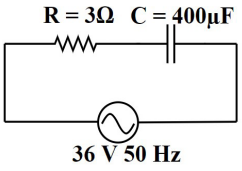
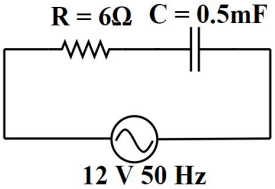
UYGULAMA 1.15 ALTERNATİF AKIMDA DEVRE ÇÖZÜMLERİNİ YAPMAK

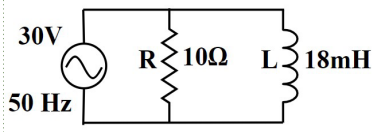
AMAÇ

AC'de seri ve paralel devre çeşitlerinin hesaplamalarını yapmak.

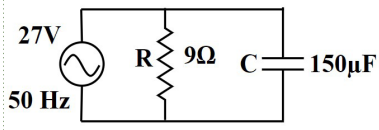
A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Tablo 1.27: AC Devre Bağlantıları

Devre	İstenilen Değerler				
	X_L	Z	I	U_R	U_L
					
	X_L	Z	I	U_R	U_L
					
	X_C	Z	I	U_R	U_L
					
	X_L	Z	I	U_R	U_L
					



X_L	I_R	I_L	I	Z



X_L	I_R	I_C	I	Z

B. İşlem Basamakları

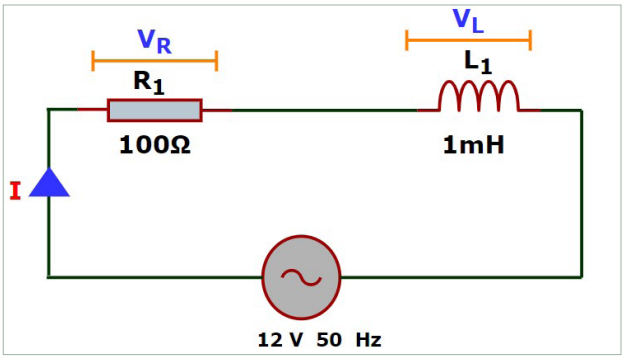
Tablo 1.27'de verilen devreler için hesaplanması istenilen değerleri (endüktif rekatans, kapasitif reaktans, empedans, direnç akımı, bobin akımı, kondansatör akımı) hesaplayarak tabloları doldurunuz. Tablolarda boş bırakılan alanları, işlemleriniz için kullanabilirsiniz.

UYGULAMA 1.16 ALTERNATİF AKIMDA R-L DEVRE ÖLÇÜMLERİ YAPMAK

AMAÇ

AC devrelerde R-L devrelerinin akım ve gerilim ölçümlerini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.148: R-L uygulama devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
100 Ω Direnç		1 adet
1 mH bobin		1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
Multimetre		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız.
2. Görsel 1.148'deki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Sinyal jeneratöründen uygulama devresinde 12 V/50 Hz sinüzoidal sinyal uygulayınız.
4. Devreye AC ampermetre ve AC voltmetre bağlayınız.
5. Ampermetre yardımıyla I akımını, voltmetre yardımıyla V_R ve V_L gerilimlerini ölçünüz.
6. Ölçüm sonuçlarınızı Tablo 1.28'e kaydediniz.
7. Devredeki direnç ve bobin elemanlarını değiştirmeden AC frekansı 100 Hz olarak değiştiriniz.
8. Ampermetre yardımıyla I akımını, voltmetre yardımıyla V_R ve V_L gerilimlerini ölçünüz.
9. Ölçüm sonuçlarınızı Tablo 1.28'e kaydediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.28: f = 50Hz ve f = 100Hz için Ölçüm Sonuçları		I	V_R	V_L
	f = 50 Hz			
	f = 100 Hz			

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

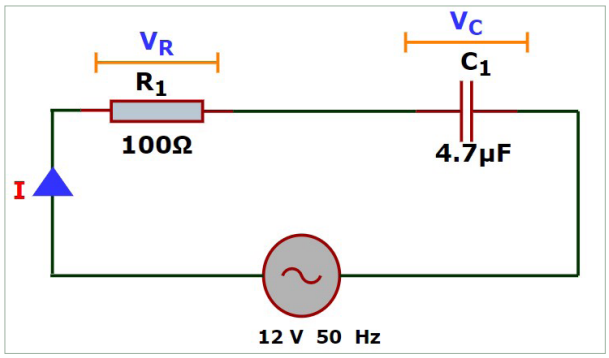
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 1.17 ALTERNATİF AKIMDA R-C DEVRE ÖLÇÜMLERİ YAPMAK

AMAÇ

AC devrelerde, R-C devrelerinin akım ve gerilim ölçümlerini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.149: R-C uygulama devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
100 Ω Direnç		1 adet
4,7µF kondansatör		1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
Multimetre		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alınız.
2. Görsel 1.149'daki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
3. Sinyal jeneratöründen uygulama devresinde 12 V/50 Hz sinüzoidal sinyal uygulayınız.
4. Devreye AC ampermetre ve AC voltmetre bağlayınız.
5. Ampermetre yardımıyla I akımını, voltmetre yardımıyla V_R ve V_L gerilimlerini ölçünüz.
6. Ölçüm sonuçlarınızı Tablo 1.29'a kaydediniz.
7. Devredeki direnç ve bobin elemanlarını değiştirmeden AC frekansı 100Hz olarak değiştiriniz.
8. Ampermetre yardımıyla I akımını, voltmetre yardımıyla V_R ve V_L gerilimlerini ölçünüz.
9. Ölçüm sonuçlarınızı Tablo 1.29'ye kaydediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Tablo 1.29: f = 50Hz ve f = 100Hz için Ölçüm Sonuçları		I	V_R	V_C
	f = 50 Hz			
	f = 100 Hz			

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

2. ÖĞRENME BİRİMİ

BİYOMEDİKAL TEMEL VE SAYISAL ELEKTRONİK

Bu öğrenme biriminde;

- √ Baskı devre ve lehimleme uygulamalarını,
- √ Biyomedikal sistemlerdeki güç kaynaklarını,
- √ Transistörlü temel yükselteç ve anahtarlama devrelerini,
- √ Osilatör uygulamalarını,
- √ Temel mantık devrelerini,
- √ Elektrik-Elektronik devre şemaları, devre şemalarının bilgisayarda çizimi ve simülasyon uygulamasını öğreneceksiniz.

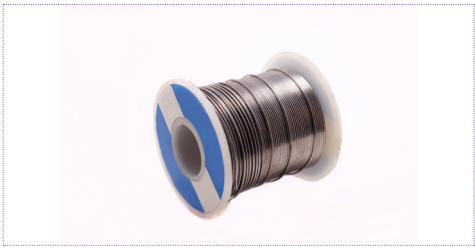
2.1 BASKI DEVRE VE LEHİMLEME

AMAÇ

Tekniğine uygun baskı devre çıkarmak ve lehimleme yapmak.

GİRİŞ

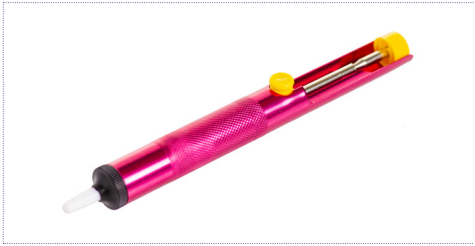
Tıbbi cihazlarda elektronik kısımların çalışabilir olması önemlidir. Buradaki elektronik kısımları tamir etmek ve kullanılabilir hâlde tutmak için lehimlemeyi ve baskı devre çıkarmayı bilmek gerekir. Bu kitapta lehimleme yapılırken kullanılacak malzemeleri, iyi bir lehimlemede olması gereken özellikleri ve baskı devre çıkarmanın inceliklerini öğrenip uygulayacaksınız.



Görsel 2.1: Lehim



Görsel 2.2: Lehim pastası



Görsel 2.3: Lehim pompası



Görsel 2.4: Kalem havya

2.1.1 Lehimleme

Lehimlemede Kullanılacak Malzemeler

Lehim (Lehim Teli)

Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturan, elemanları ve telleri birbirine tutturmak amacıyla belirli bir sıcaklıkta eriyebilen tellere **lehim** denir. Kurşun ve kalay maddelerinin birleşmesi ile bir araya gelmektedir (Görsel 2.1).

Lehim Pastası

Kusursuz bir lehimleme yapabilmek, lehimleme yapılırken metal yüzeyleri temizleyebilmek ve ısınmadan dolayı oluşacak oksitlenmeleri önleyebilmek amacıyla kullanılır (Görsel 2.2).

Lehim Pompası

Lehim yapılacak yüzeyde bulunan eski lehimin temizlenmesi için kullanılır. Eski lehim ısıtılarak sıvı kıvama getirilir ve lehim pompası yardımı ile emilir (Görsel 2.3).

Havya

Elektronik devrelerde, elemanları birbirine lehimlemek için gereken yüksek ve hızlı ısıyı sağlayan alete **havya** denir. Havyalar 200 °C ile 500 °C arasında sıcaklık sağlayabilir. Havya ürünlerini kullanırken dikkatli olmak gerekir. Havyalar ısıtma durumlarına göre üçe ayrılmaktadır.

Kalem (Rezistanslı) Havyalar

İçindeki rezistans sayesinde havyadaki ısının oluşması sağlanır. Kalem havyalar, küçük ve güçlü olarak üretilmesiyle birlikte küçük akımlı, büyük dirençli olarak çalışma potansiyeline sahiptir.

İstasyonlu havyalar, ısı gerilimi ayarlarını sabit tutarak havyanın ucundaki ısının belli bir ayarda kalmasını sağlar.

İstasyonsuz havyalar, genellikle hobi için devre yapan kimseler ve öğrenciler tarafından kullanılmaktadır (Görsel 2.4).

Gazlı Havyalar

Gazla çalışan bir havya, ana güç kaynağının bulunmadığı yerlerde çalışmak için idealdir. Gazın yakılmasıyla beraber havya ucu ısınır.

Tabanca (Transformatörlü) Havyalar

Tabanca havyalar çok güçlü havyalardır. Bu havyada bir de anahtar bulunmaktadır. Bu anahtara basınca, havya ucunu yüksek akım ısıtır. Bırakıldığı takdirde aniden soğumaya başlar. Bu nedenle ufak bakım, onarım işlerinde kullanılması pek tavsiye edilmez.

Havya Altlıkları

Kalem havyalar, yavaş ısındıkları için çalışma sırasında genellikle fişe takılı bırakılmakta ve sıcak kalmaktadır. Bu yüzden kalem havyanın ucu temas ettiği yerlere zarar verebilir. Bu nedenle havya rastgele bırakılmamalı, havya altlığında tutulmalıdır (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Havya altlığı

Sıcak Hava İstasyonu

Sıcak hava tabancaları çok yönlü kullanım imkânından dolayı lehimleme ve lehim sökme işlemlerinde vazgeçilmez el aletlerinden birisidir. Sıcak havayı istenilen hedefe sevk eden çeşitli uçları vardır. Uçlar sayesinde sıcak hava istenilen yere, tam nokta veya yüzeye sevk edilmektedir (Görsel 2.6).



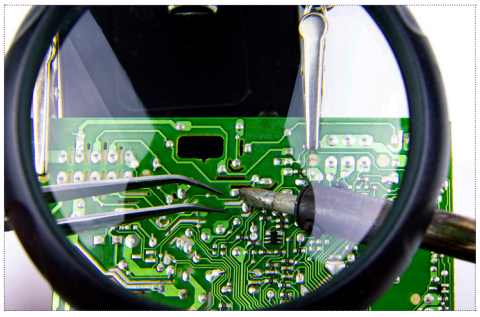
Görsel 2.6: Sıcak havya istasyonu

Cımbız

Cımbız, parçaların board üzerine yerleştirilmesi ve board üzerinden çıkartılması amacıyla kullanılır.

Mikroskoplar ve Büyüteçler

Mikroskoplar; board üzerinde yer alan kısa devreleri, lehimlemeden sonra oluşmuş kısa devreleri, sıvı temaslarını ve darbeleri görebilmek için çok faydalıdır. Ekran soketi, sistem konnektörü gibi çok hassas lehimlemeler de mikroskop ile yapılabilir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Büyüteç

Lehimleme Yöntemleri

Ön Hazırlık

Lehim yapmadan önce lehimin yapılacağı yüzeyin veya eleman bacağının iyice temizlenmesi gerekir. Havya ucu, ıslak temizleme süngeri üzerinde yavaşça döndürülerek temizlenmelidir. Bundan sonra havya ucunda bir miktar lehim eritilir. Daha sonra da havyanın ucu temizleme aparatı veya ıslak sünger üzerinde hafifçe döndürülür. Lehimin, ucu kaplaması sağlanır. Artık havya, lehimleme işlemine hazırdır.

Lehimlemenin Yapılması

Havyanın prize takılarak ısınması sağlanır. Isınmış ve temizlenmiş havya ucuna lehim değdirilerek erimesi kontrol edilir. Üzerine bir miktar lehim alması sağlanır. Temizlenerek hazırlanmış, lehimlenecek parça üzerine de bir miktar lehim pastası sürülür. Isınmış havya ucu, lehimlenecek kısma değdirilir ve bir miktar beklenir. Bu arada pasta, havya ucunu eriyerek temizlerken, havya ucundaki lehim de lehimlenecek parçanın üzerine yapışır. Bu aşamadan sonra havyanın ucu lehimlenen elemanın üzerinden çekilmeli ve lehim yeri kesinlikle oynatılmamalıdır. Lehimleme anında havya ucundaki lehim yetersiz kalırsa, ısınan parçada eriyecek şekilde yeteri kadar lehim verilmelidir. Havyanın lehim yerinde kısa kalması, lehim yüzeyini pürüzlü; fazla kalması, iğneli ve dağınık yapar. Normal sürede yapılan lehimin yüzeyi parlak, temiz, çatlaksız, deliksiz, küçük ve doğal bir tepe görüntüsündedir.

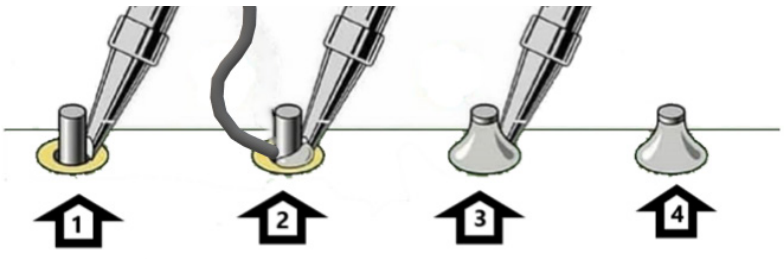
İyi Bir Lehimlemede Bulunması Gereken Özellikler

Lehimlemenin iyi ve başarılı olması için şu teknik kurallara uyulmalıdır:

- Lehim yapılacak yer iyice temizlenmelidir.
- Kaliteli lehim kullanılmalıdır.
- Havyanın ucu temiz olmalı, az miktarda lehimle kaplanmalıdır.
- Havya, uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir. Buna ön lehimleme denir.
- Görsel 2.8'de görüldüğü gibi havyanın ucu lehim yapılan yeri ısıtmalı, ucun lehimle bir teması olmamalıdır. Lehim ısınan yere değdirilmeli, erimesi beklenmelidir.
- Yeteri kadar lehim kullanılmalıdır.
- Lehim eridikten sonra tekrar donması için 2-3 saniye beklenmeli, bu süre içinde lehimlenen elemanlar sarsılmamalıdır.
- Baskı devre üzerinde lehimleme yapılıyorsa aşırı ısınma sonucu baskı devre kalkabilir.
- Bu durumda lehimlenen yeri aşırı ısıtmamak gerekir.

İyi Bir Lehimlemenin Özellikleri

- Parlak bir görünüşü vardır. Üzerinde ya da çevresinde pasta veya kir yoktur.
- Yüzeyi düz, pürüzsüz ve deliksizdir.
- Görsel 2.9'da görüldüğü gibi kubbemsi bir şekli vardır. Çok yaygın ya da çok sivri değildir.
- Lehimlenen malzeme bacaklarının, lehimin içinde kalan bölümünün hatları fark edilir.



Görsel 2.8: Doğru lehimleme adımları

2.1.2 Baskı Devre

Elektronik devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği ve bu elemanlar arasındaki elektriksel bağlantının bakırlı yüzde oluşturduğu yollarla sağlanan plakalara baskı devre plaketi veya kısaca baskı devre adı verilir.

Baskı Devre Plaketinin Hazırlanması

Uygulanacak devrenin büyüklüğüne göre baskı devre plaketleri istenilen ölçülerde olmayabilir. Bunun için bu plaketleri kesmek gerekir. Kesme işleminde eğri kesimler, baskı devre plaketinde çatlamaya ve bakır levhada kopmalara neden olur.

Sağlıklı bir kesme işlemi için aşağıdaki şu metotlar kullanılır:

- Giyotin makas ile kesme
- Maket bıçağı ile kesme
- Testere ile kesme

Patern Oluşturma ve Patern Oluşturmanın Aşamaları

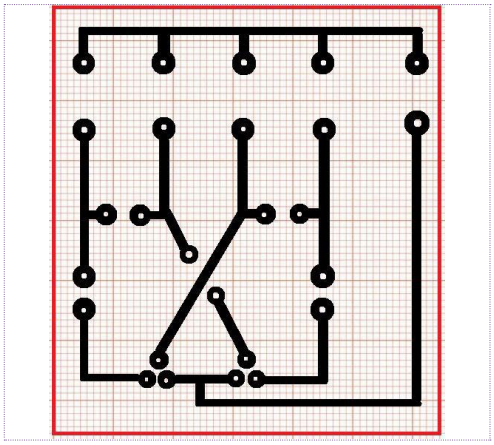
İlk olarak devrenin anatomisi oluşturulur. Devrenin elektronik şeması göz önüne alınarak devrenin tasarımı planlanır.

Baskı devre plaketi üzerine aktarılacak olan paternin çıkarılabilmesi için milimetrik kâğıt kullanılır. Devre eleman boyutları göz önüne alınarak, elemanlar milimetrik kâğıt üzerine yerleştirilir.

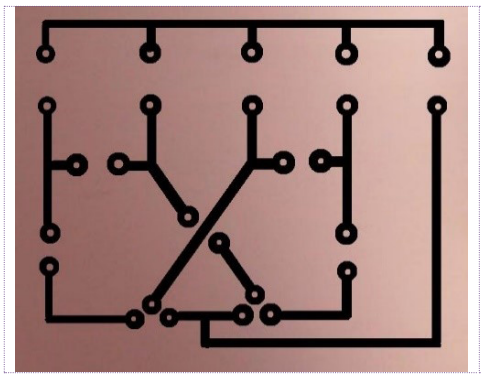
Eleman bacaklarının geleceği delik yerleri arasına semboller çizilir. Devreye uygun olarak hatlar koyulaştırılır.

Milimetrik kâğıt ters çevrilerek, eleman bacaklarının geleceği yerler ve hatlar işaretlenip çizilir (Görsel 2.10).

Görsel 2.11'de görüldüğü gibi hazırlanan patern uygun bir metotla bakırlı yüzeye aktarılır. Hat kalınlıkları 1,5-2 mm, bağlantı noktaları 3-5 mm olmalıdır.



Görsel 2.10: Devrenin milimetrik kağıda çizimi



Görsel 2.11: Paternin plakete aktarılmış hâli

Paternin Baskı Devre Plakete Aktarılması ve Banyo işlemleri

Baskı devre yapmak için öncelikle devrenin bir devre çizim programında tasarlanması ve çizilmesi gerekir. En yaygın kullanılan devre çizim programları Proteus ve Eagle'dır. Yapılan çizimler, aşağıdaki yöntemlerle plakete aktarılır.



Görsel 2.9: Lehimleme şekilleri

Ütü Metodu

Hazırlanan baskı devre çizimi, lazer yazıcıdan PnP transfer kâğıdı üzerine çıkarılır. Baskı devre kartının bakırlı yüzeyi temizlenir ve kurutulur. Daha kaliteli bir baskı elde etmek için baskı devre kartının bakırlı yüzeyi kızgın ütü ile biraz ısıtılır. Daha sonra bakırlı yüzeyin üzerine çizimin aktarılmış olduğu transfer kâğıdı yerleştirilir. Kızgın ütü ile transfer kâğıdı üzerine bastırılarak kağıttaki çizimin bakır yüzeye geçmesi sağlanır. Bu işlem sırasında transfer kâğıdı bakır yüzey üzerinde kaydırılmamalı ve tüm çizim bakır yüzey üzerine aktarılana kadar ütü ile ısıtma işlemine devam edilmelidir.

Çizimi aktarılması tamamlandığında transfer kâğıdı baskı devre kartı üzerinden yavaşça kaldırılır. Bir sonraki adım, istenmeyen bakır yüzeylerden kurtulmaktır. Bunun için plastik bir kaba tuz ruhu konur ve konulan tuz ruhu miktarının kütlece %5'i kadar perhidrol ilave edilir. Baskı devre kartı, bakırlı yüzey üstte kalacak şekilde konur. Eritme işleminin hızlandırılması ve bakırlı yüzey üzerinde oluşan hava kabarcıklarının giderilmesi için plastik kap bir kenarından tutulup aşağı yukarı hareket ettirilerek, istenmeyen bakır yüzeylerin tamamen erimesi beklenir. Eritme işlemi tamamlandıktan sonra baskı devre kartı alınıp temizlenir ve kurutulur.

Baskı Devre Kalemi Yöntemi

Kâğıt üzerine yapılan çizim, bakırlı plaketin bakır kaplı olan yüzüne baskı devre kalemi ile aktarılır. Aktarma işlemi elle yapılır. Bu yöntem, basit ve kalitenin pek aranmadığı uygulamalarda tercih edilir. Sonuçta, bakırlı yolların elle çizilmiş olduğu belli olur. Baskı devre kaleminin özelliği, çizilen yollar kuruduktan sonra eritici sıvıda boyanın kalkmamasıdır. Plaketin banyo işlemleri ise ütü metodu ile aynı şekilde yapılır.

Foto Rezist Metodu

Bu metotta devrenin bağlantı yollarının çizimi, aydınger kâğıt üzerine yapılır. Aydınger üzerine yapılan çizim elle yapılacağı gibi bilgisayar programları aracılığıyla yapılıp lazer yazıcıdan da elde edilebilir. Çizim, elle yapılacaksa rapido kalem veya baskı devre kalemi kullanılır.

Serigrafi Metodu

Bu metotta, devrenin bağlantı yollarının şekli aydıngere aktarılır. Aydınger üzerine çizme işlemi fotorezist metoduyla tamamen aynıdır. Serigrafi metodunda nakış çerçevesi gibi bir çerçeveye ipek gerilir. Gerek çerçeve gerekse ipek piyasada ayrı ayrı bulunabileceği gibi ipek çerçeveye gerilmiş biçimde hazır da satılmaktadır. İpeğin gözenek sayısı çok olan kullanılırsa baskı devre daha kaliteli olacaktır. Kırmızı ışıkla hafifçe aydınlatılmış bir odada ipek üzerine ışığa duyarlı madde uygulanır. Bundan sonra aydınger gergin ipek üzerine konup pozlandırmaya bırakılır. İpek, pozlandıktan sonra musluk altında yıkanır ve kurutulur. İpek üzerine dökülen yağlı boya ile çizim, ipeğe aktırılmış olur. İpek; gerekli yerlerin boyanmasını, gerekmeyen yerlerin boyanmamasını sağlayan bir süzgeç görevi yapar.

Plaketin Delinmesi ve Montaj İşlemleri

Plaketin Delinmesi Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

Baskı devre çıkarma işleminde son aşama elektronik malzemelerin plaket üzerine yerleştirilebilmesi için gerekli olan deliklerin delinmesi işlemidir (Görsel 2.12).

- Bunun için 1mm çaplı matkap ucu olan bir matkap temin edilir.
- Baskı devre üzerinde elemanların takılması için önceden belirlenen pad noktaları delinir.
- Delme işlemi el matkabı veya sabit matkaplar yardımıyla yapılabilir. Delme işlemi belirlenen noktanın tam ortasından ve bakır kaplı yüzeyden olacak şekilde yapılabilir.



Görsel 2.12: El matkabı ile delme işlemi

Montaj Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

Montaja başlamadan önce eldeki kartın bakırlı yolları AVOmetre ile tek tek kontrol edilerek kısa devre olup olmadığı anlaşılmalıdır. İki hat arasında istenmeyen bir temas varsa bu temas keskin bir çakı veya maket bıçağı ile mümkün olduğunca dikkatli bir şekilde giderilir. Seri üretimlerde bu işlem sadece prototip olarak üretilen ilk birkaç kartta yapılır. Kart üretimi güvenli hâle geldikten sonra seri üretilen, birbirinin aynı olan kartlar tek tek kontrol edilmez.

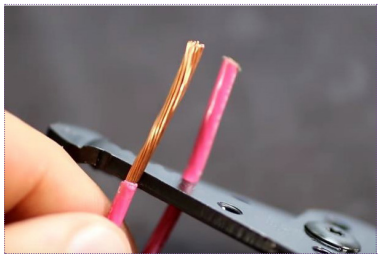
- Montaj sırasında kullanılan elemanların, belirtilen özelliklerde olması gerekir. Az sayıda üretilen işlerde, elemanların sağlam olup olmadığı AVOmetre kullanılarak tek tek kontrol edilir.
- Özellikle yarı iletken elemanların bacakları yanlış, elektrolitik kondansatörlerin uçları ters bağlanmamalıdır.
- Lehimleme işleminde temizlik çok önemlidir. Lehimlenecek noktalar temiz olmalıdır. Lehimleme esnasında dikkat edilecek diğer önemli bir nokta elemana zarar vermeden lehimleme işlemini bitirmektir. Lehimleme sırasında fazla ısınan bir eleman bozulabilir.
- Bazı elemanlar çeşitli nedenlerle kart dışında yer alır. Bir de kartın giriş ve çıkış bağrı vardır. Bu nedenlerle karta bağlanması gereken kablolar dikkatle lehimlenmeli, varsa renklerine dikkat edilmeli, kablo kalınlıklarının uygun olmasına özen gösterilmelidir. Büküm taşıyan kabloların kalın, bunların karta bağlantılarını yapan lehimlerin sağlam ve uygun büyüklükte olması gerekir.
- Transformatör gibi ağır elemanlar çoğu kez kartın dışında yer alır. Kart üzerine monte edilecekse bol lehim kullanmak ve lehimin iyi yayılmasını sağlamak sağlamlık açısından önemlidir.
- Montaj tamamlandıktan sonra kart, enerji uygulanmadan önce ve sonra test edilir. Testler sonunda devrenin sağlam olduğu anlaşılırsa kart tamamlanmış demektir. Bazı devrelerde yüzeyin verniklenmesi işlemi malzemelerin plakete lehimlenmesinden sonra yapılmalıdır.

UYGULAMA 2.1 İLETKENLERİN LEHİMLENMESİ - 1 ÖN LEHİMLEME

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, bir telin ucunu açıp ucuna ön lehimleme işlemi yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.13: Tellerin soyulması



Görsel 2.14: Tellerin lehimlenmesi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kalem havya	(30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli		1 adet
Çok telli iletken	1,5 mm^2	10 cm
Kargaburnu		1 adet
Yan Keski		1 adet
Pense		1 adet
Havya altlığı		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Lehimleme işlemi için havyayı fişe takınız.
4. Görsel 2.13'te gösterildiği gibi iletkeni ikiye bölüp ağızlarını bir miktar soyunuz.
5. Çok telli kabloyu, kaymayı önlemek için parmaklarınıza bir tur sarınız.
6. Görsel 2.14'te gösterildiği gibi havya ısınmaya başlayınca havya ve lehimi aynı hızda, yavaşça kablonun ucuna doğru ilerletiniz.
7. Havyayı fişten çekiniz ve havyanın soğumasını bekleyiniz.
8. Çalışmanızı öğretmeninize teslim ediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.2 İLETKENLERİN LEHİMLENMESİ - 2 3D GEOMETRİK ŞEKİL YAPIMI

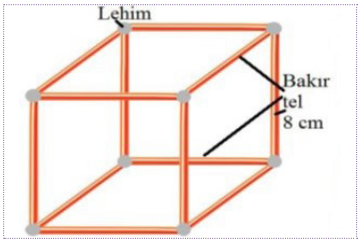
AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak belli uzunluktaki iletkenleri lehimle birleştirip 3D geometrik şekiller yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.15: Tellerin lehimlenmesi



Görsel 2.16 Tellerden küp oluşturulması

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kalem havya	(30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli		1 adet
Çok telli iletken	1,5 mm^2	10 cm
Kargaburnu		1 adet
Yan Keski		1 adet
Pense		1 adet
Havya altlığı		1 adet
Zımpara		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Yan keski yardımıyla iletken teli soyunuz.
4. Soyduğunuz iletken teli kargaburnu yardımıyla mümkün olduğunca düzleştiriniz.
5. Zımpara ile telin tamamını zımparalayınız.
6. Telden 8 cm uzunlukta 12 adet tel parçası hazırlayınız.
7. Lehimleme işlemi için havyayı fişe takınız.
8. İki teli 90˚ açı yapacak şekilde uç uca lehimleyiniz.
9. Görsel 2.15'te gösterildiği gibi elde ettiğiniz parçalardan iki tanesini karşılıklı birbirine lehimleyiniz.
10. Görsel 2.16'da gösterildiği gibi elde ettiğiniz karelerden birinin her köşesine 90˚ dik olacak şekilde tel lehimleyiniz.
11. Son olarak elinizde kalan kareyi diğer parçaya lehimleyiniz.
12. Havyayı fişten çekiniz ve havyanın soğumasını bekleyiniz.
13. Çalışmanızı öğretmeninize teslim ediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

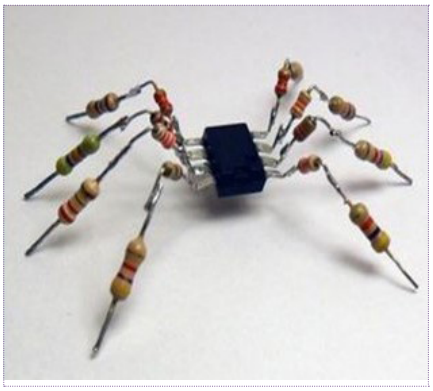
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.3 ARTIK ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARI İLE SERBEST ÇALIŞMA

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, artık elektronik devre elemanlarını kullanıp lehimleme işlemini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.17
Örnek şekil



Görsel 2.18
Örnek şekil

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kalem havya	(30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli		1 adet
Çok telli iletken	1,5 mm^2	10 cm
Kargaburnu		1 adet
Yan Keski		1 adet
Pense		1 adet
Havya altlığı		1 adet
Okulunuzdaki artık elektronik devre elemanları		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Lehimleme işlemi için havyayı fişe takınız.
4. Görsel 2.17, 18'de örneklendiği gibi artık direnç, kondansatör vb. elemanlarını uç uca lehimleyerek, kendi tasarladığınız şekli yapınız.
5. Havyayı fişten çekiniz ve havyanın soğumasını bekleyiniz.
6. Çalışmayı öğretmeninize teslim ediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

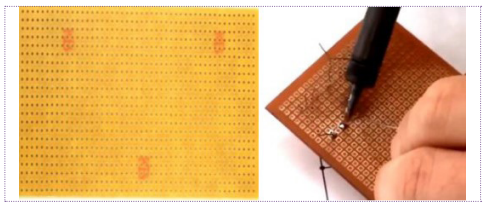
UYGULAMA 2.4 DELİKLİ PLAKET ÜZERİNE

LEHİMLEME UYGULAMALARI VE SÖKÜM İŞLEMLERİ

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, artık elektronik devre elemanlarını kullanıp lehimleme işlemini yapmak.

A) Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.19: Plaket üzerine lehim uygulaması

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Delikli pertinaks	60 x 130 mm	1 adet
Kalem havya	(30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli		1 adet
Çok telli iletken	1,5 mm^2	10 cm
Kargaburnu		1 adet
Yan Keski		1 adet
Pense		1 adet
Havya altlığı		1 adet
Lehim pompası		1 adet
Okulunuzdaki artık elektronik devre elemanları		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. İş önlüğünü giyiniz.
2. Lehimleme işlemi için havyayı fişe takınız.
3. Elektronik elemanların bacaklarının plaket üzerinde kalan kısmı 2 mm veya daha fazla olmalıdır.
4. Kondansatör, transistör ve 1 W'tan büyük dirençlerin plakete mesafesi 3-7 mm olmalıdır.
5. Montaj deliğine uygun olarak elemanın her iki bacağını kargaburunu ile 90° bükünüz.
6. Eleman ayaklarını plaket deliklerine sokunuz.
7. Görsel 2.19'da gösterildiği gibi bacakların fazlalık kısmını yan keski ile kesip eleman bacağını plakete lehimleyiniz.
8. Sökeceğiniz elemanları belirleyiniz.
9. Havyayı ısıtarak lehim noktasına temas ettiriniz. Lehim eridikten sonra erimiş lehimi pompa ile alınız.
10. Eleman bacakları arkadan kıvrılmış ise kargaburun ile düzeltiniz. Elemanı plaketten çıkarınız.
11. Uygulamayı sökmek istediğiniz tüm elemanlara uygulayınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

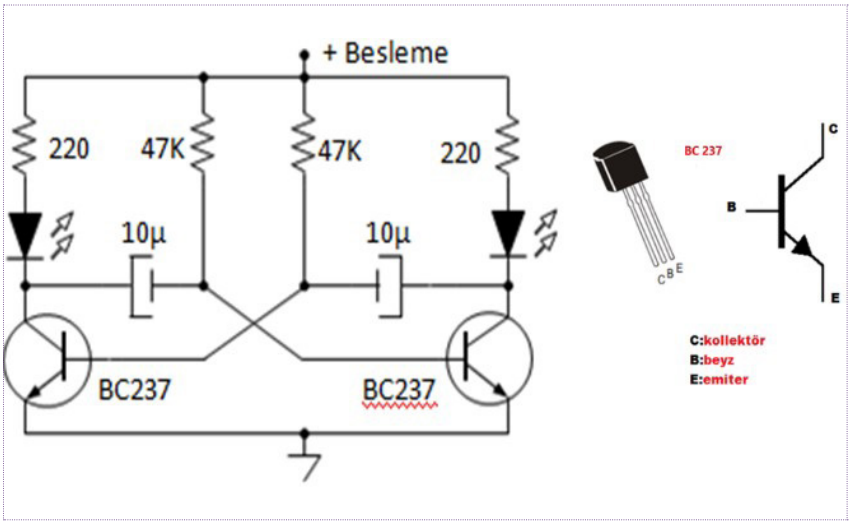
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.5 FLİP FLOP DEVRESİNİ BASKI DEVRE İLE UYGULAMA

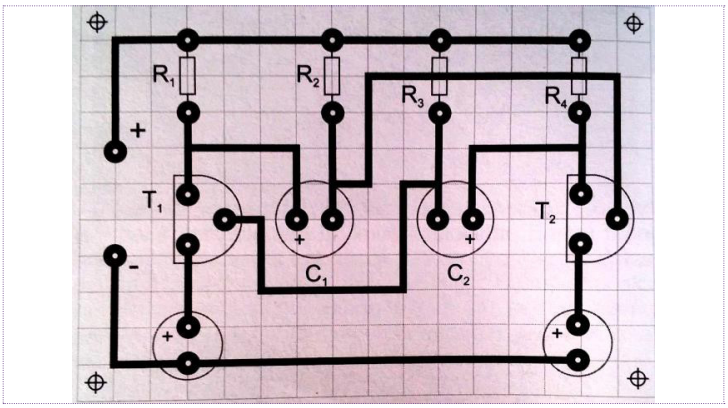
AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak öğrenilen lehimleme ve baskı devre teknikleriyle flip flop devresi yapmak.

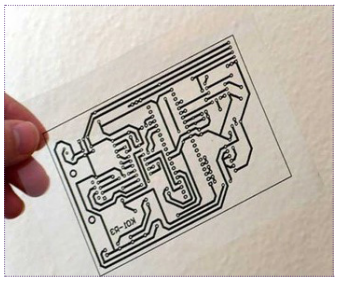
A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



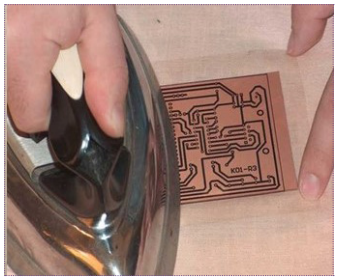
Görsel 2.20
Devrenin çizim programı ile çizilmesi



Görsel 2.21
Devrenin üst görünüşü



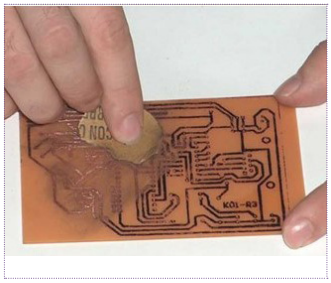
Görsel 2.22:
Devrenin çizilmesi



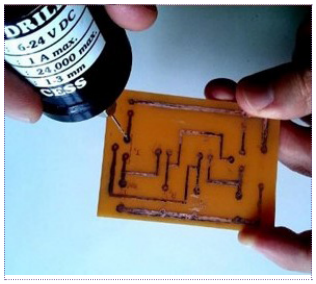
Görsel 2.23
Devrenin plakete aktarılması



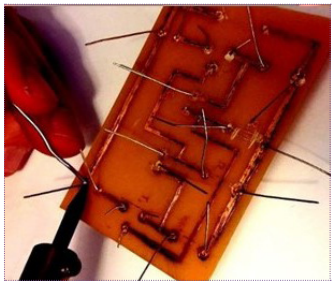
Görsel 2.24
Plaketin asit ortamına atılması



Görsel 2.25
Plaketin temizlenmesi



Görsel 2.26
Plaketin delinmesi



Görsel 2.27
Malzemelerin lehimlenmesi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kalemi	s ve m uçlu	1 adet
Kalem havya	(30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli		1 adet
Direnç	1 KΩ, 4,7 KΩ	2 adet
Transistör	BC 237 NPN	2 adet
Kondansatör 100 μF	25 V/100 μF	2 adet
Kırmızı LED		1 adet
Yeşil LED		1 adet
Bakır plaket	5 x 10 cm	1 adet
Kargaburnu		1 adet
Yan Keski		1 adet
Pense		1 adet
Havya altlığı		1 adet
Ütü, el matkabı, asit ve perhidrol		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. İş önlüğünü giyiniz.
2. Devrenin baskı devre çizimini, elle veya proteus elektronik çizim programıyla gerçekleştiriniz (Görsel 2.20, 21 ve 22).
3. Devrenin çizimini ütü yoluyla plaket üzerine aktarınız (Görsel 2.23).
4. Eksik görülen alanları kalem ile çiziniz.
5. Çizilen devreyi asit ortamına atınız (Görsel 2.24).
6. Asitten çıkarılan devreyi temizleyiniz (Görsel 2.25).
7. El matkabı kullanarak pad kısımlarını deliniz (Görsel 2.26).
8. Havyayı çalıştırınız ve malzemeleri yerleştirerek lehimleyiniz (Görsel 2.27).
9. Enerji uygulayarak devrenin çalıştığını gözlemleyiniz.
10. Havyayı fişten çekiniz ve havyanın soğumasını bekleyiniz.
11. Çalışmanızı öğretmeninize teslim ediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

2.2 BİYOMEDİKAL SİSTEMLERDE GÜÇ KAYNAKLARI

AMAÇ

Bu konuda verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak güç kaynağı seçmek, tasarlamak ve arıza çözmek.

GİRİŞ

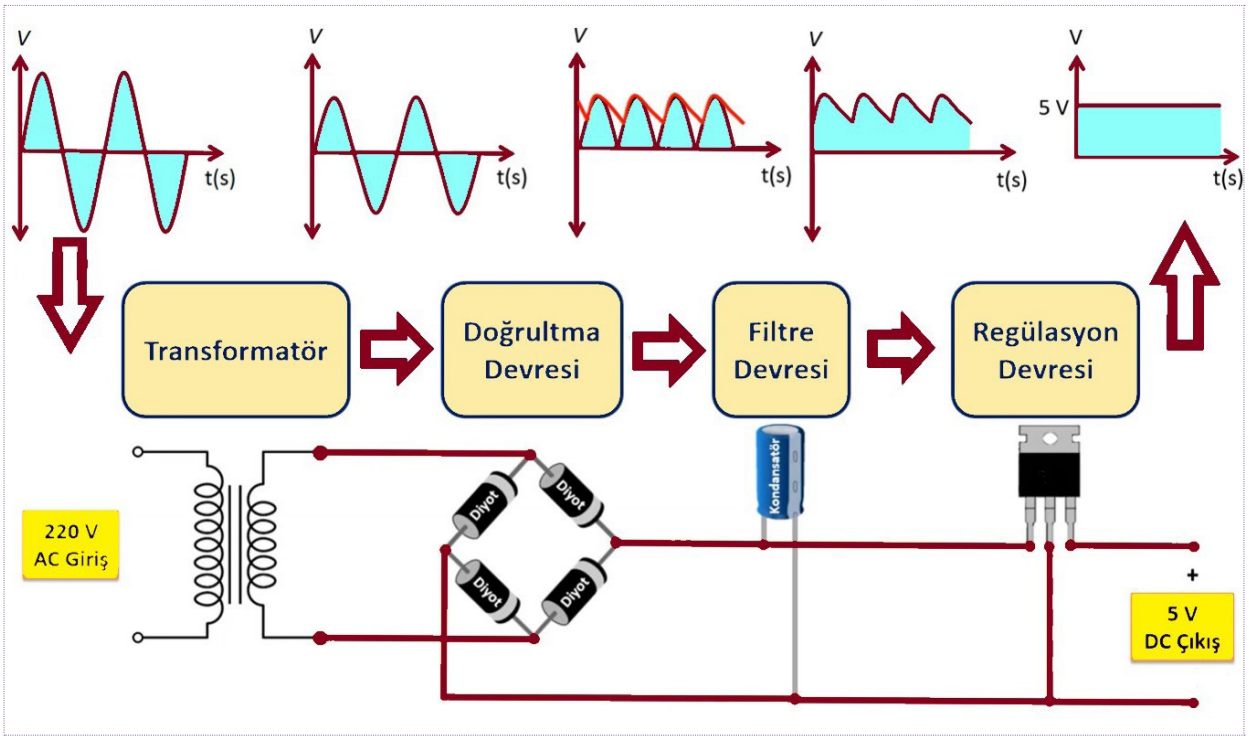
Bir sistemin enerji sağlayıcılarında yaşanan sıkıntı birçok sorunu da beraberinde getirir. Bunlardan elektrikli ev aletleri bile olumsuz yönde etkilenirken daha hassas cihazlar olan biyomedikal cihazlar için çok daha zarar vericidir. Bu sebepten dolayı oluşabilecek sorunları önlemek için güç kaynaklarını tanıyıp nasıl arızalar verdiğini öğrenmek önemlidir. Biyomedikal sistemlerde genellikle doğru akım enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun içinde doğru akım güç kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu güç kaynaklarından biyomedikal sistemlerde en çok kullanılan doğrultucu devreler, bu konuda incelenecek ve uygulaması gösterilecektir.

2.2.1 Doğrultucular

Elektronik cihaz ve sistemleri çalıştırmak için alternatif akımı doğru akıma çevirmek gerekmektedir. Alternatif akımı doğru akıma çevirme işlemi elektronik devreler ile yapılmaktadır. Bu elektronik devreler şunlardır:

- 1 fazlı DA güç kaynakları
- 3 fazlı DA güç kaynakları
- Sabit gerilim çıkışlı güç kaynakları
- Ayarlanabilir gerilim çıkışlı güç kaynakları
- Anahtarlamalı (Switch mod) güç kaynakları
- Transformatörsüz DA güç kaynakları

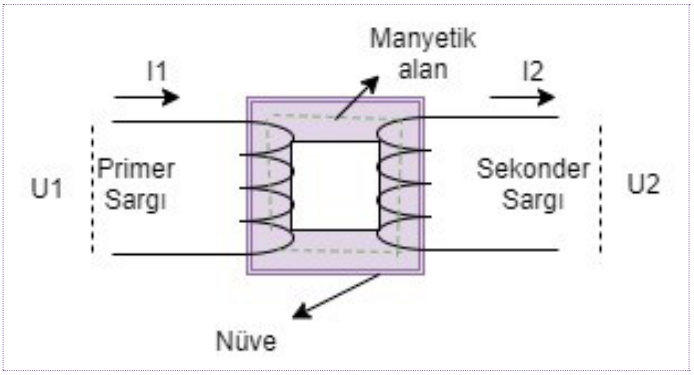
Doğrusal yapıda bir doğru akım elektronik güç kaynağı devresi Görsel 2.28'de gösterilen kısımlardan oluşur. Güç kaynağı kalitesine ve çeşidine göre bazı kısımlar olmayacağı gibi ilave devreler de kullanılabilir.



Görsel 2.28: Elektronik güç kaynağı blok şeması ve dalga şekilleri

Transformatörler

Doğrultucu devrelerin en önemli elemanı transformatördür. Genellikle bir elektrik devresindeki akım ve gerilimi yükseltme ve düşürme, elektrik enerjisinin aktarımı ve dağıtımı gibi amaçlar için kullanılır. Transformatörler, Görsel 2.29'da gösterildiği gibi birbiri ile elektriksel bağlantısı olmayan iki ayrı sargıdan oluşur. Birinci sargıya (primer sargı) elektrik şebekesinden alınan alternatif gerilim uygulanır. Bu sargıdan alternatif akım geçmeye başladığında çevresinde değişken manyetik alan oluşturur. Bu değişken manyetik alan nüve üzerinde bulunan sekonder sargıyı keserek devresini tamamlar. Bu değişken manyetik alanın sekonder sargı iletkenlerini kesmesi sonucunda sekonder sargıda bir alternatif gerilim indüklenir. Sargıda indüklenen alternatif gerilimin değeri, transformatörün dönüştürme oranına bağlıdır.



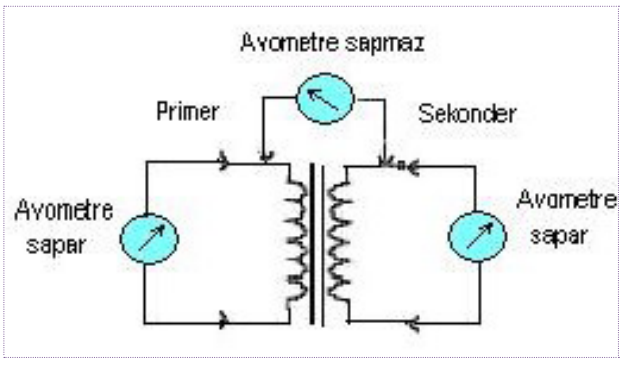
Görsel 2.29: Transformatörün yapısı

DA güç kaynağında kullanılacak transformatörün doğrultma devresi ile uyumlu olması gerekir. Kullanılacak AA üretecinin faz sayısına uygun transformatör ve doğrultma devresi gereklidir. Ayrıca orta uçlu tam dalga doğrultma devreleri için orta uçlu transformatör gereklidir.

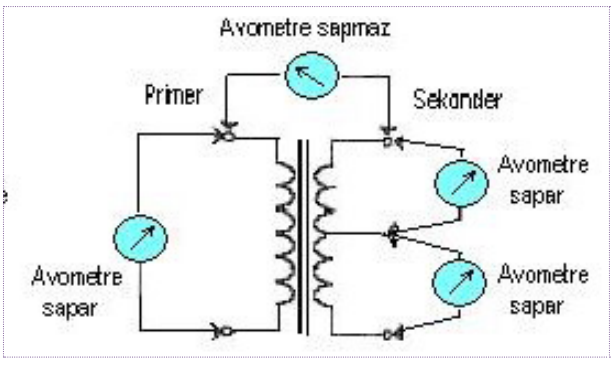
Transformatörün Sağlamlık Testi

Transformatör, gerilimi düşürücü olarak çalışıyorsa ohmmetre X1 Ω, X10 Ω, X100 Ω ya da X1K Ω kademesine alınarak yapılan ölçümde primer direnci sekonder direncinden yüksek olmalıdır. Görsel 2.31'de görüldüğü gibi ölçü aletinin X1 Ω konumunda primer uçları ve sekonder uçları kendi aralarında ölçüldüğünde ölçü aleti ibresi sapar. Yani küçük direnç gösterir. Ölçü aletinin bir ucu primerde diğer ucu sekonderde olacak şekilde ölçüldüğünde ise ibre sapmaz.

Transformatorün sağlamlık kontrolünde AVOmetre, önce direnç ölçme kademesinde X1 durumuna alınır. Primerin iki ucu ölçülürken AVOmetre sapmalıdır. AVOmetre sapmıyorsa sekonder sargısı açık devre demektir. Sekonder sargısı kontrol edilirken de AVOmetre sapmalıdır. Görsel 2.31'de görüldüğü gibi sekonder birden fazla sargıdan oluşuyorsa her sargı tek tek kontrol edilmelidir. Buna karşılık primer ile sekonder arasında AVOmetre hiç sapmamalıdır. Saparsa transformatör bozuk demektir. Transformatörün saç kısmı ile sargılar arasında sapma olmamalıdır.



Görsel 2.30: Çift fazlı transformatörün sağlamlık testi



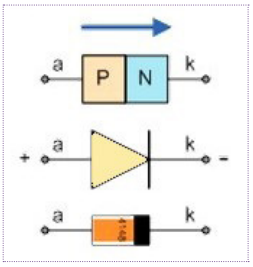
Görsel 2.31: Üç fazlı transformatörün sağlamlık testi

Doğrultma Devresi

Alternatif akım elektrik enerjisi, transformatör ile istenilen gerilim değerine ayarlanır ve doğrultucu devreler ile doğru akım elektrik enerjisine çevrilir. Bu doğrultucu devreleri faz sayısına göre bir fazlı, üç fazlı ve çok fazlı olarak yapmak mümkündür.

Diyot

Diyot, elektrik akımının yalnızca bir yönde geçişine izin veren, yarı iletken maddelerden yapılmış iki uçlu bir devre elemanıdır. Görsel 2.32'de gösterildiği gibi diyotların anod (A) ve atot (K) olmak üzerek iki ucu vardır. Bunlardan biri negatif diğeri ise pozitif kutuptur. Yani bacaklar arasında farklılıklar vardır. Bu yüzden kullanılan devrede yönünün doğru belirlenip devreye uygun bağlanması önemlidir. Burada anoda artı, katoda eksi uçlar bağlanarak gerilim verilirse diyot doğru polarize olur ve bir akım akmaya başlar. Ters yönde bağlanırsa (anot eksi, katot artı) bir akım geçişi olmaz. Buna **ters polarizasyon** denir. Ters polarizasyon yöntemi sadece bazı özel diyotlarda uygulanır.



Görsel 2.32: Diyot sembolleri

• Diyot Çeşitleri

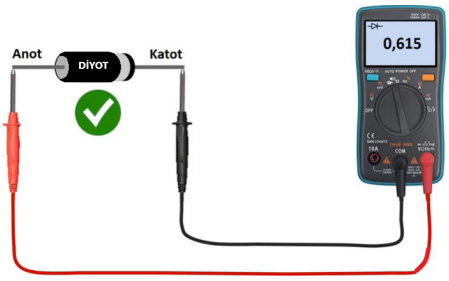
Kristal diyot, zener diyot, tünel diyot, ışık yayan diyot (LED), foto diyot, ayarlanabilir kapasiteli diyot (varaktör-varikap).

• Diyodun Kullanım Alanları

Diyotlardan, elektrik alanında redresör (doğrultucu); elektronikte doğrultucu, modülatör, anahtar olarak çeşitli amaçlar için yararlanılmaktadır. Diyotlar çeşitli güçlerde yapılır.

• Diyodun Sağlamlık Kontorolü

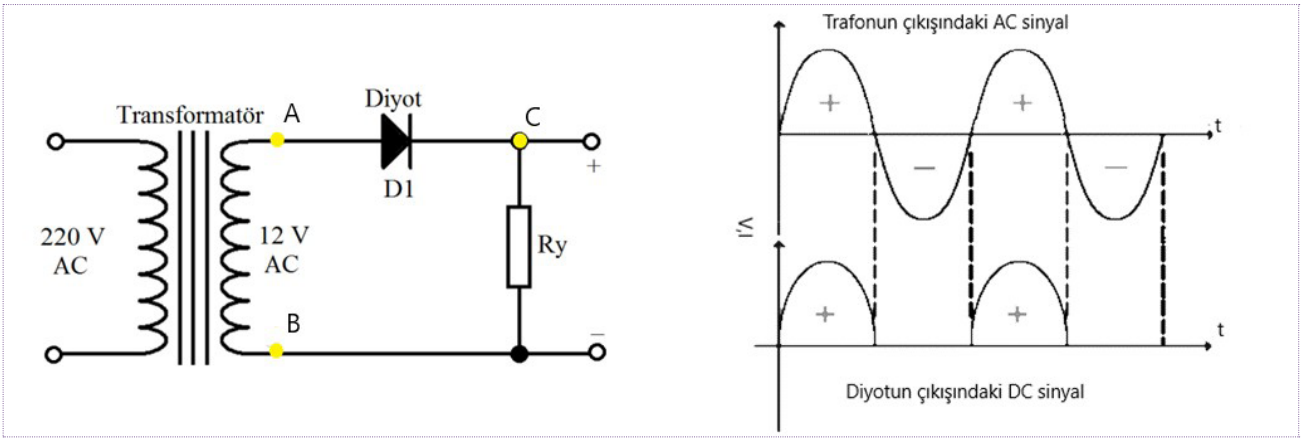
AVOmetre, Görsel 2.33'te gösterildiği gibi yarı iletken ölçümler kademesine alınır. Ölçü aletinin propları diyot uçlarına değdirilir. Ölçü aletinin değer gösterip göstermediğine bakılır. Uçların yerleri değiştirilir ve işlem tekrarlanır. İşlemlerin, sadece birinde ölçü aleti değer gösteriyorsa diyot sağlamdır. Değer gösterdiği durumda, dijital ölçü aletinin (+) probuna bağlı diyot ucu anot, (-) probuna bağlı uç katottur. Ölçü aletinde okunan değer diyodun eşik gerilimidir. Her iki durumda da değer gösteriyorsa (diyot kısa devre) veya göstermiyorsa (diyot açık devre) bozuktur.



Görsel 2.33: Diyot sağlamlık kontrolü

Doğrultmaç Devre Tipleri

• Yarım Dalga Doğrultmaç Devresi



Görsel 2.34: Yarım dalga doğrultmaç devresi ve giriş çıkış sinyalleri

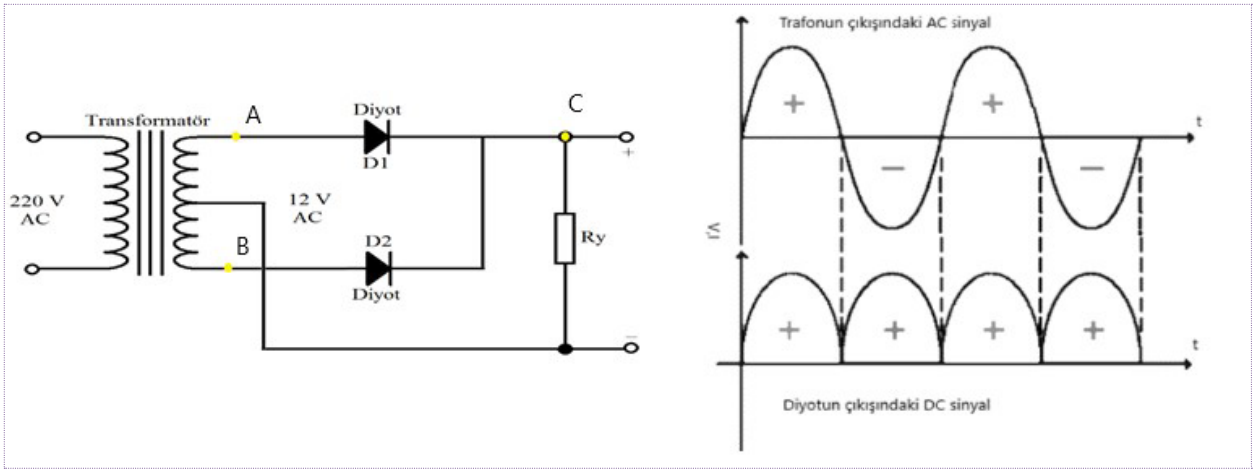
Görsel 2.34'te gösterildiği gibi yarım dalga doğrultmaç devresinde 12 V'a indirilen alternatif akım pozitif alternansta diyot üzerinden geçer. Yani negatif alternansları yok edilerek yerine sıfır değeri konmuş olur. Çıkıştan transformatörün verebileceği gerilimin yarısı kadar çıkış voltajı alınır. (Vç = 0,45 x Vg) Çıkıştan alınabilecek akımın değeri ise Iç = 0,63 x Ig'dir.

- **Tam Dalga Doğrultmaç Devresi**

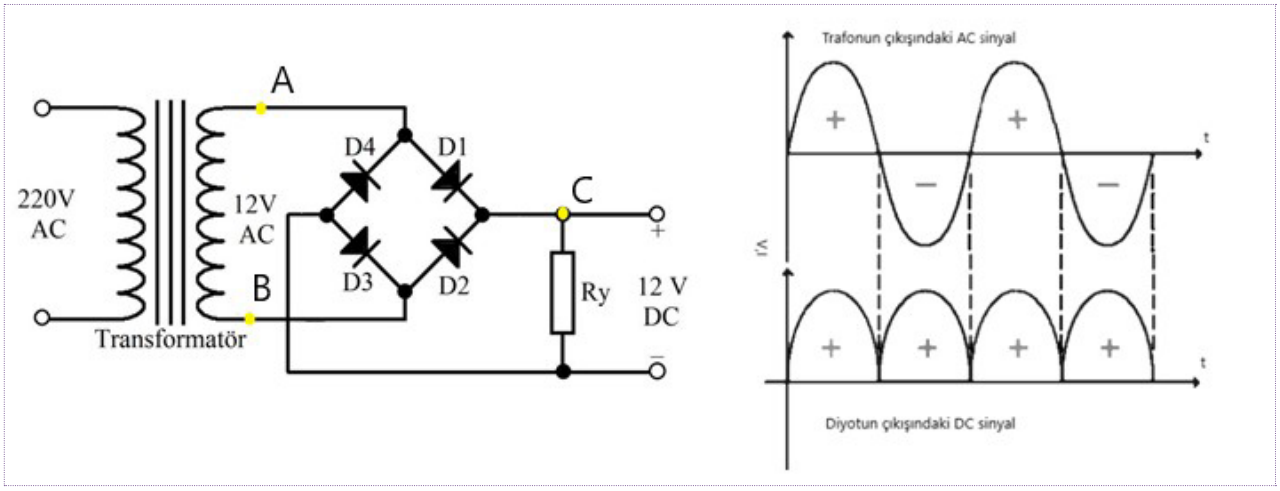
Bu devrede 12 V çıkış veren üç uçlu bir transformatör, iki diyot, bir adet kondansatör bulunur. Görsel 2.35'te gösterildiği gibi tam dalga doğrultmaç devresinde, yarım dalga doğrultmaç devresinde olduğu gibi 12 V'a indirilen alternatif akım iki alternanstada mutlaka bir diyot üzerinden geçer. Yani negatif alternansları yok edilerek pozitif alternans korunmuş olur.

- **Köprü Tipi Doğrultmaç Devresi**

Bu devrede 12 V çıkış veren bir transformatör, dört diyot, bir adet kondansatör bulunur. Görsel 2.36'da görüldüğü gibi transformatörün çıkışlarının her birine bir anod bir katod ucu olmak üzere ikişer diyot bağlanmıştır. Bu dört diyodun boşta kalan anod uçları birleştirilerek artı, kalan katot uçları da birleştirilerek eksi uç çıkarılır. Burada alternatif akımın hangi alternansı gelirse gelsin diyotlardan geçebilecektir. Yani eksi alternans gelirse katotlardan girecek; artı alternans gelirse anodlardan girecektir. Gerilim bu işlemler sonucunda aşağıdaki hâli alır. Çıkıştan alınan DC gerilim girişe uygulanan gerilimin 0,9 katı kadardır. (Uç = 0,9 x Ug) Devrenin çıkış akımı ise (Iç = 0,9 x Ig)'dir.



Görsel 2.35: Tam dalga doğrultmaç devresi ve giriş çıkış sinyalleri



Görsel 2.36: Köprü tipi doğrultmaç devresi ve giriş çıkış sinyalleri

Filtre Devreleri

Doğrultucudan elde edilen doğru gerilimin daha stabil olması için filtre devreleri kullanılır.

Kondansatörlü Filtre Devreleri

Doğrultma devresinin hemen çıkışına yüksek kapasiteli bir kondansatörün paralel bağlanması ile yapılan en basit filtre devresidir. Kondansatör doğrultucudan akım geçen alternanslarda, maksimum değerde şarj gerçekleşir. Doğrultucudan geçen akım azalmaya başladığında, şarj ettiği elektrik enerjisini yüke aktararak yük akımının ve geriliminin azalmasını engeller. Böylece yük uçlarında, kondansatörsüz duruma göre daha düzgün doğru gerilim oluşur. Bu filtre devresi ancak küçük güçlü DA güç kaynaklarında kullanılabilir. Kondansatör kapasitesi arttıkça daha düzgün doğru gerilim alınır. Yük akımı arttıkça da gerilimin ve akımın şekli bozulur. Devrenin bağlantısı, giriş ve çıkış dalga şekilleri Görsel 2.37'de görülmektedir.

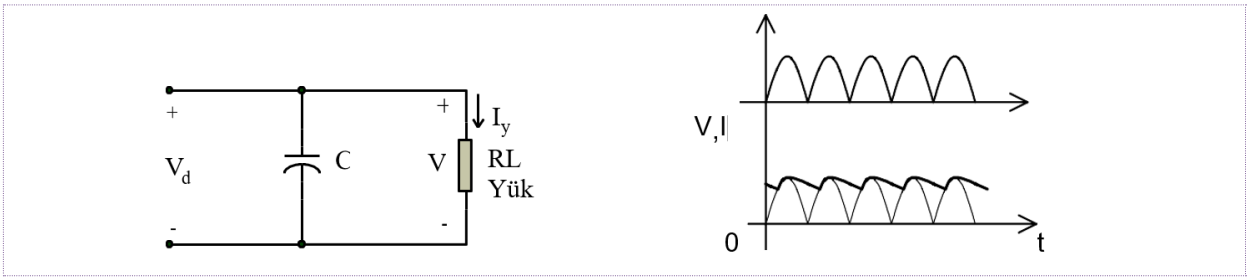
Bobinli Filtre Devreleri

Doğrultma devresinin çıkışına seri bir şok bobini bağlayarak yapılan filtre devresidir. Yük devrede iken bobinden geçen akımda değişmeler olduğunda bobin öz indükleme yapar. Üzerinde öz indükleme EMK'si (zıt EMK) oluşur. Böylece akımdaki değişimleri azaltıcı yönde etki yapar. Yük akımı azalmaya başladığında artırıcı, yük akımı artmaya başladığında azaltıcı etki yaparak daha düzgün doğru akım oluşmasını sağlar. Bu filtre devresi, büyük akımlı güç kaynaklarında kullanılır. Devrenin bağlantısı, giriş ve çıkış dalga şekilleri Görsel 2.38'de görülmektedir.

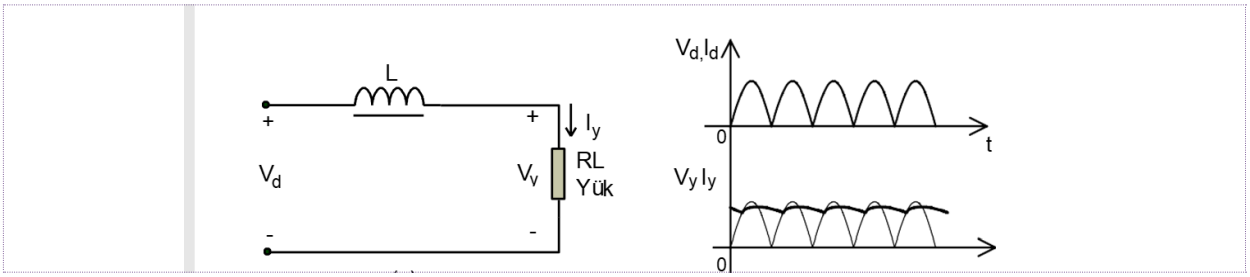
Gerilim Regüle Devreleri

Bütün güç kaynaklarında istenilen en önemli özellik, çıkış geriliminin sabit kalmasıdır. Elektronik DA güç kaynaklarında şebeke geriliminin değişmesi veya yük akımının değişmesi sonucu çıkış gerilimi de değişir. Güç kaynağının çıkış uçlarında gerilimin sürekli sabit kalması için gerilim regüle devreleri kullanılır. Zener diyot ve transistörlerle yapılan regüle devreleri vardır. Ancak devredeki bütün elemanlar (direnç, transistör, zener diyot) tek kılıf içinde toplanarak üretilmiştir. Böylece daha kullanışlı regüle entegreleri ortaya çıkmıştır.

Regüle entegreleri ile sabit veya ayarlı gerilim veren güç kaynaklarını yapmak kolaylaşmıştır. En çok kullanılan regüle entegreleri; 78xx, 79xx, LM117, LM217, LM317, LM337 serisi entegrelerdir. Bu entegreler çıkış gerilimi ve maksimum akım değerlerine göre özel kodlanarak farklı adlarla adlandırılmıştır.



Görsel 2.37: Kondansatörlü filtre devresi ve giriş çıkış sinyalleri



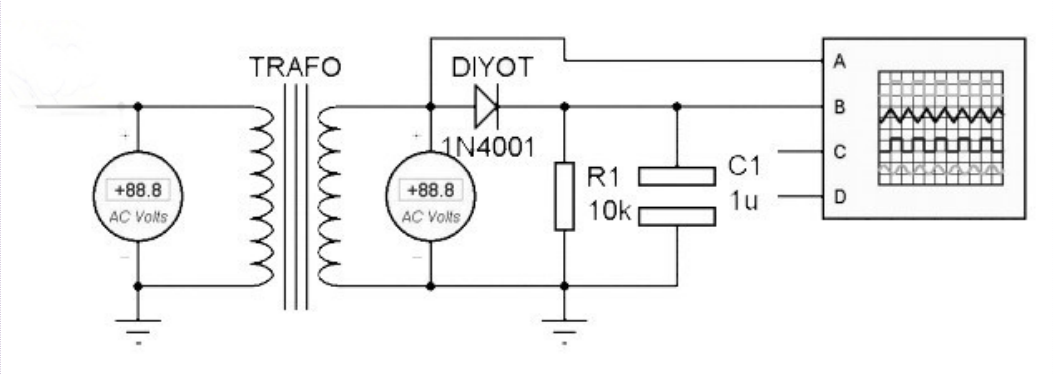
Görsel 2.38: Bobinli filtre devresi ve giriş çıkış sinyalleri

UYGULAMA 2.6 DOĞRULTMA DEVRESİ-1 YARIM DALGA DOĞRULTMAÇ DEVRESİ

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, yarım dalga doğrultmaç devresi kurmak ve ölçümler yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.39: Yarım dalga doğrultmaç devresinin ölçülmesi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Transformatör	220/12 V 5 W	1 adet
Direnç	1 KΩ	1 adet
Kondansatör	1 μF	1 adet
Breadboard		
Güç kaynağı		
AVOmetre		
Osiloskop		
Bağlantı kabloları		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Diyodunuza sağlamlık testi uygulayınız.
4. Görsel 2.39'daki devreyi breadbord üzerine kurunuz.
5. AVOmetreyi uygun skalaya getiriniz. (Deneyin bu kısmında gerilim okunacaktır. Okunan gerilimin alternatif olduğunu unutmayınız.)
6. Güç kaynağının üzerindeki ayar düğmesinden faydalanarak giriş gerilimini istenilen değerlere ayarlayınız.
7. Diyottan önceki voltajı, AVOmetre ile okuyup not alınız.
8. Diyottan sonraki voltajı, AVOmetre ile okuyup not alınız.
9. Giriş gerilimi x 0,45 = Çıkış gerilimi olduğu hatırlanmalıdır.
10. AVOmetreden okunan çıkış gerilimi ile hesaplanarak elde edilen çıkış gerilimi değeri arasında yapılan hata oranını hesaplayınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonunda giriş ve çıkış geriliminin şeklini osiloskop ile inceleyip aşağıdaki boşluklara çiziniz.

Giriş Dalga Şekli		Çıkış Dalga Şekli	

Güç Değeri	Giriş AC Gerilim (V)	Çıkış AC (V) Ölçülen	Çıkış AC (V) Hesaplanan
1 V			
3 V			
5 V			
7 V			
10 V			

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

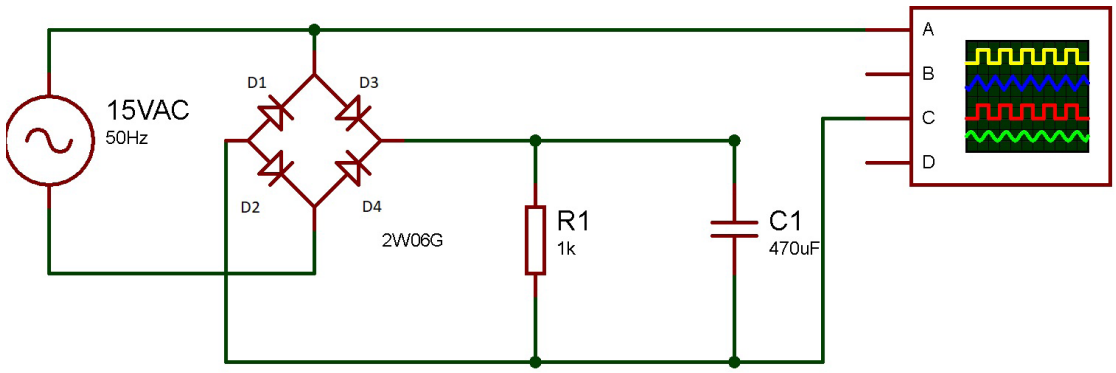
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.7 DOĞRULTMA DEVRESİ-2 KÖPRÜ TİPİ TAM DALGA DOĞRULTMAÇ DEVRESİ

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresi kurmak ve ölçümler yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.40: Köprü tipi doğrultmaç devresinin ölçülmesi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Diyot	1N4001	4 adet
Direnç	10 KΩ	1 adet
Kondansatör	470 μF	1 adet
Breadboard		
Güç kaynağı	5 -18 V	1 adet
AVOmetre		
Osiloskop		
Bağlantı kabloları		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Diyotlarınıza sağlamlık testi uygulayınız.
4. Görsel 2.40'daki devreyi breadbord üzerine kurunuz.
5. AVOmetreyi uygun skalaya getiriniz. (Deneyin bu kısmında gerilim okunacaktır. Okunan gerilimin alternatif olduğunu unutmayınız.)
6. Güç kaynağının üzerindeki ayar düğmesinden faydalanarak giriş gerilimini tablodaki gerilim değerine göre ayarlayınız.
7. Diyotlardan önceki voltajı, AVOmetre ile okuyup not alınız.
8. Diyotlardan sonraki voltajı, AVOmetre ile okuyup not alınız.
9. Giriş gerilimi x 0,9 = Çıkış gerilimi olduğu hatırlanmalıdır.
10. AVOmetreden okunan çıkış gerilimi ile hesaplanarak elde edilen çıkış gerilimi değeri arasında yapılan hata oranını hesaplayınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonunda giriş ve çıkış geriliminin şeklini osiloskop ile inceleyip aşağıdaki boşluklara çiziniz.

Giriş Dalga Şekli		Çıkış Dalga Şekli	

Güç Değeri	Giriş AC Gerilim (V)	Çıkış AC (V) Ölçülen	Çıkış AC (V) Hesaplanan
1 V			
3 V			
5 V			
7 V			
10 V			

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

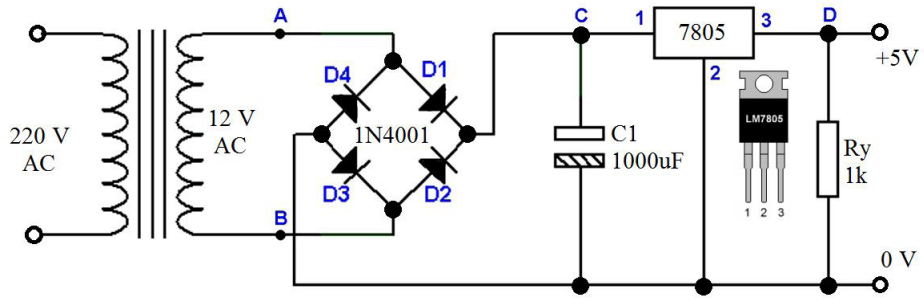
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.8 POZİTİF GERİLİM REGÜLATÖR DEVRE UYGULAMASI

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak pozitif gerilim regülatör (7805) devresi ile sabit +5 V gerilim elde etmek ve breadboard üzerinde uygulayıp çalıştırmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.41: Regülatör devresi bağlantı şeması

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Transformatör	2 x 12 V - 6 W	1adet
Diyot	1N4001	4 adet
Kondansatör	1000 μF/25 V	2 adet
Voltaj regülatörü	LM7805	1 adet
Direnç	1 KΩ	1 adet
AVOmetre		1 adet
Osiloskop		1 adet
Breadboard		1 adet
Kargaburnu		1 adet
Yan Keski		1 adet
Bağlantı kabloları		

C. İşlem Basamakları

1. Şekildeki devrenin malzeme listesini öğretmeninizden temin ediniz.
2. İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili tüm önlemleri alınız.
3. Görsel 2.41'deki devreyi breadboard üzerinde kurunuz.
4. Devreye enerji verip çalıştırınız.
5. AVOmetre ile gerilim ölçümlerini yapınız.
6. Osiloskop ile devrenin giriş ve çıkış dalga şekillerini dalga şekillerini gözlemleyerek grafiğini aşağıya çiziniz.
7. Devreye uygulanan enerjiyi kesiniz.
8. Çalışmanızı öğretmeninize teslim ediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonunda giriş ve çıkış geriliminin şeklini osiloskop ile inceleyip aşağıdaki boşluklara çiziniz.

Giriş Dalga Şekli		Çıkış Dalga Şekli	

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

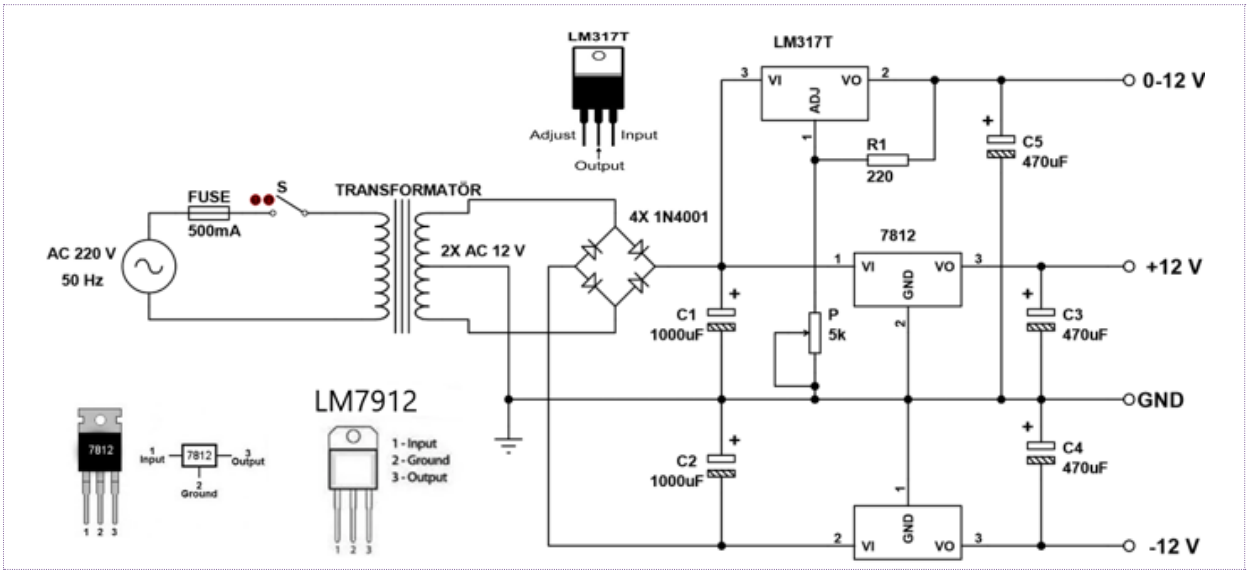
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.9 SİMETRİK VE AYARLI GÜÇ KAYNAĞI UYGULAMASI

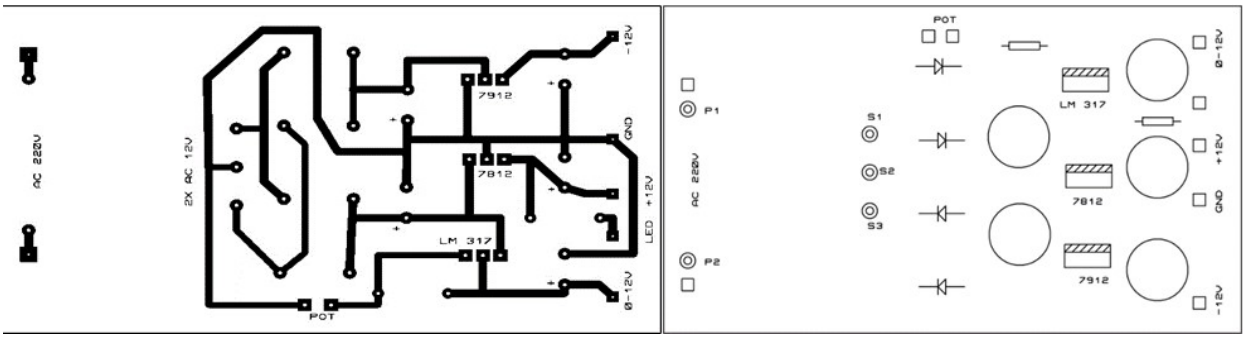
AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, simetrik ve ayarlı güç kaynağı yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.42: 0-12V 500mA simetrik ve ayarlı güç kaynağı devresi



Görsel 2.43: 0-12V 500mA simetrik ve ayarlı güç kaynağı devresinin plaket düzeni

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Transformatör	2 x 12 V -6 W	1 adet
Sigorta	500 mA	1 adet
Potansiyometre	5 KΩ	1 adet
Kondansatör	1000 μF/25 V	2 adet
Kondansatör	470 μF/25 V	3 adet
Direnç	220 Ω	1 adet
AVOmetre		1 adet
Osiloskop		1 adet
Baskı devre kalemi	s ve m uçlu	1 adet

Kalem havya	(30 veya 40 W)	1 adet
Lehim teli		1 adet
Bakır plaket	5 x 10 cm	1 adet
Kargaburnu		1 adet
Yan keski		1 adet
Havya altlığı		1 adet
Ütü, el matkabı		
Asit ve perhidrol		
Bağlantı kabloları		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Görsel 2.42'deki devrenin baskı devre çizimini elle veya proteus elektronik çizim programıyla gerçekleştiriniz.
4. Devrenin çizimini ütü yoluyla plaket üzerine aktarınız (Görsel 2.43).
5. Eksik görünen alanları kalem ile çiziniz.
6. Çizilen devreyi asit ortamına atınız.
7. Asitten çıkarılan devreyi temizleyiniz.
8. El matkabı kullanarak pad kısımlarını deliniz.
9. Havyayı çalıştırınız ve malzemeleri yerleştirerek lehimleyiniz.
10. Enerji uygulayarak devrenin nasıl çalıştığını gözlemleyiniz.
11. Sonuç kısmında verilen tabloya göre gerilim ve sinyal ölçümlerini multimetre ve osiloskop ile yapınız.
12. Gözlemlenen sorunları tablodaki açıklamalara göre düzeltiniz.
13. Havyayı fişten çekiniz ve havyanın soğumasını bekleyiniz.
14. Çalışmanızı öğretmeninize teslim ediniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonunda giriş ve çıkış gerilimini AVOmetre ile ölçüp, dalga şekillerini osiloskop ile inceleyip aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

Ölçüm yapılacak nokta	Ölçüm Sonucu	Yoksa
Transformatör girişinde 220 V AC var mı?		220 V gerilim yoksa sigorta ve 220 V kablosu kontrol edilmelidir.
Transformatör çıkışlarında gerilim var mı? (2 x 12 V AC ve 24 V AC)		Çıkışında gerilim yoksa devrede kısa devre olabilir. Eğer kısa devre yoksa transformatör bozuktur.
C1 kondansatörü uçlarında 16 V DC var mı?		Devrede kısa devre yoksa diyotlar ve kondansatör kontrol edilmelidir.
C2 kondansatörün uçlarında -16 V DC var mı?		Devrede kısa devre yoksa diyotlar ve kondansatör kontrol edilmelidir.
Çıkıştan +12 V DC gerilim elde ediliyor mu?		Devrede kısa devre yoksa 7812 regüle entegresi ve çıkış filtre kondansatörü kontrol edilmelidir.
Çıkıştan -12 V DC gerilim elde ediliyor mu?		Devrede kısa devre yoksa 7912 regüle entegresi ve çıkış filtre kondansatörü kontrol edilmelidir.
Çıkıştan en düşük 1,25 V ve en yüksek 16 V ayarlı DC gerilim elde ediliyor mu?		Devrede kısa devre yoksa öncelikle LM 317 regüle entegresi, potansiyometre ve çıkış filtre kondansatörü kontrol edilmelidir.

Sonuç
(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

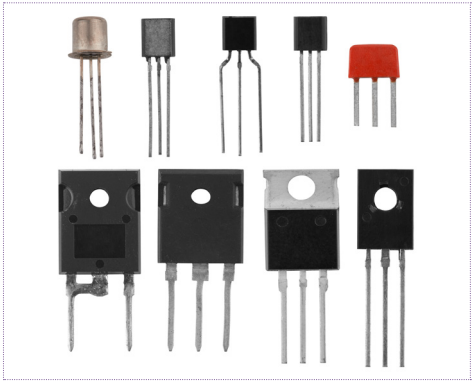
2.3 TRANSİSTÖRLÜ TEMEL YÜKSELTEÇ VE ANAHTARLAMA DEVRELERİ

AMAÇ

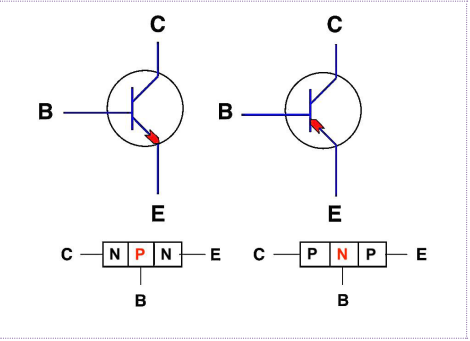
Ölçme tekniğine, uluslararası transistör kataloglarına, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak transistörlü temel yükselteç ve anahtarlama devrelerini tanımak, tasarlamak ve kontrol etmek.

GİRİŞ

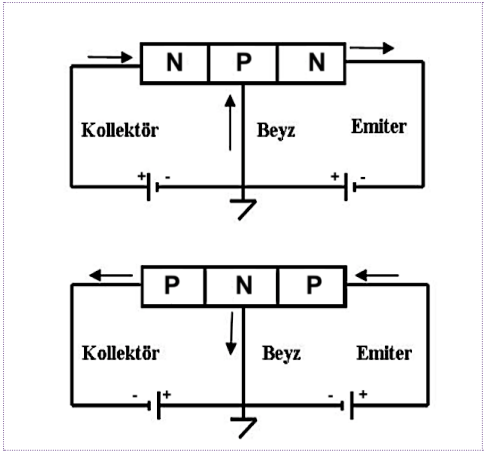
Birçok cihazda olduğu gibi tıbbi cihazlar da elektronik malzemelerin birleşiminden meydana gelir. Elektronik malzemelerin özelliklerini bilmek arızanın nerede olduğunu bulabilmek için önemlidir. Transistörün özelliklerinin, çalışmasının, anahtarlama ve yükselteç elemanı olarak kullanımının; transistöre benzer anahtarlama elemanı olarak kullanılabilen rölenin bilinmesi gerekir.



Görsel 2.44: Transistör



Görsel 2.45: NPN ve PNP Transistör sembolü



Görsel 2.46: NPN ve PNP transistör polarlaması

2.3.1 Transistör

Küçük elektrik sinyallerini yükseltmek veya anahtarlamak amacıyla kullanılan devre elamanına **transistör** denir.

Aynı zamanda bir gerilim ya da akım kaynağı ile başka bir akım ya da gerilim kaynağını kontrol etmeye yarayan elektronik devre elemanına da **transistör** denir (Görsel 2.44).

Transistör Tipi

Transistörler, yarı iletken devre elemanlarıdır. Bu yüzden aynı diyotlar gibi P ve N yarı iletken maddesinden oluşurlar. Transistörler, PNP ve NPN olarak iki tiptir. Kollektör (C), beyz (B), emiter (E) olmak üzere üç bacağı vardır (Görsel 2.45).

2.3.2 Transistörlerin Çalışması

Transistörün çalışabilmesi için beyz-emiter arası doğru polarlama; beyz-kollektör arası ters polarlama yapılmalıdır (Görsel 2.46).

2.3.3 Transistörlerin Katalog Bilgisi

Transistörlerin tüm özelliğinin bilmesi mümkün değildir. Datasheetler (deituhşiit) sayesinde tüm özelliklere ulaşılabilir. Datasheet, veri sayfası ya da teknik özellikler sayfası olarak çevrilebilir.

Katalog bilgileri için geliştirilmiş standartlar vardır. Uygun olan standarda göre transistörün özelliği belirlenir.

Transistörlerin üzerinde harf ve rakamlar yer almaktadır. Her birinin anlamı vardır.

Örnek

Avrupa standardına göre BC 238 harf ve rakamları ne anlama gelir?

B	C	238
Silisyum (Si) yarı iletken malzemesinden üretilmiş	Transistör alçak frekanslı (AF), küçük sinyal	Sıra numarası

2.3.4 Transistörlerin Sağlamlık Kontrolü

Multimetre, diyot kademesine getirilir. Problardan herhangi biri orta bacağa sabit tutulur. Diğer prob sırayla boşta kalan bacaklara değdirilir. Transistörün sağlam olabilmesi için her iki durumdan birinde değer göstermelidir.

Kırmızı prob sabitse transistör NPN; siyah prob sabitse transistör PNP'dir.

2.3.5 Transistörlerin Yükselteç Olarak Kullanılması

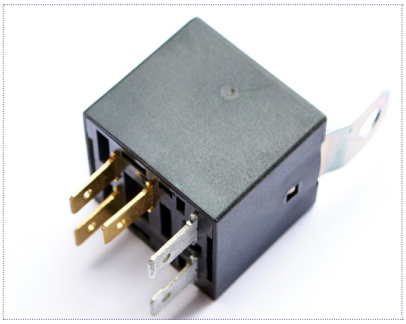
Yükseltmekten amaç; girişe verilen herhangi bir değer verildiğindede, çıkışta kazanç sağlamaktır. Akım, gerilim ve, güç kazancı sağlanabilir. Örneğin; 1 A olan giriş değeri çıkışta yükselmelidir.

Giriş olarak transistörde beyz, kolektör ya da emiter uçları kullanılabilir. Beyz giriş olduğunda kolektör emiter kısmı çıkışı ifade eder.

Kazanç hesaplanırken çıkış değeri ile giriş değeri oranlanır.1 A'lik giriş, 10 A'lik çıkış var ise 10 kat kazanç elde edilmiş demektir. Diğer bir ifadeyle akım, 10 kat yükselmiş olur.

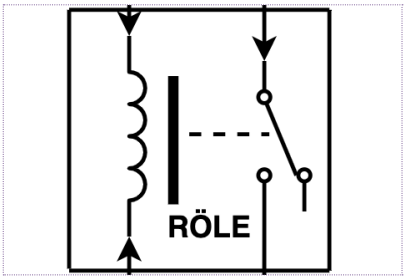
2.3.6 Röle

Röle; bobin, demir nüve, palet, yay ve kontaklardan meydana gelir. Röle, düşük akımlar kullanarak yüksek akım çeken cihazları anahtarlama görevinde kullanan devre elemanıdır (Görsel 2.47). Bobin kısmı giriş kısmıdır. Bobinler 5 V, 9 V, 12 V, 24 V, 36 V ve 48 V gibi gerilimlerde çalışacak şekilde üretilir.



Görsel 2.47: Röle

Röle üzerinde genellikle NO (normalde açık), NC (normalde kapalı) ve COM (common) yazan üç adet bağlantı bulunur (Görsel 2.48). Normalde açık olan bağlantı, röleye enerji verilmediği durumda common ucu ile açık devredir ve iletim gerçekleşmez. Rölenin bobinine enerji verildiğinde normalde açık olan bağlantı ile common uçları arası kısa devredir. Elektrik akımı sağlanır.



Görsel 2.48: Röle sembolü

Normalde kapalı uç, normalde açık uca göre tam ters şekilde çalışır. Bobine enerji verilmediğinde normalde kapalı uç ile common uçları kısa devredir. Elektrik akımı sağlanır. Bobine enerji verildiğinde normalde kapalı uç ile common uçları arası açık devredir ve iletim gerçekleşmez.

Farklı kullanım alanlarına bağlı olarak farklı çeşitlerde röleler bulunmaktadır. Kullanım amaçlarına göre röleler, zaman röleleri ve koruma röleleri olarak gruplandırılabilir.

2.3.7 Transistörlerin Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanılması

Transistörlerin anahtarlama elemanı olarak kullanılmasında iki önemli nokta, kesim noktası ve doyum noktasıdır. İyi bir anahtarlayıcı bu iki nokta arasında çok hızlı gidip gelebilmelidir. Diğer bir ifadeyle giriş düşük voltajda olduğu zaman çıkış yüksek voltaja çıkabilmeli; giriş yüksek voltajda olduğu zaman çıkış düşük voltaja inebilmelidir.

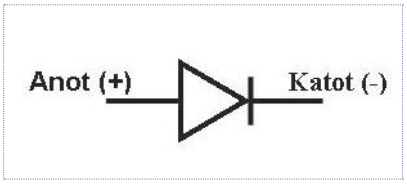
Transistörün iletken olabilmesi için NPN tipi bir transistörün beyzine yaklaşık olarak +0,6 V; PNP tipi bir transistörün beyzine yaklaşık olarak -0,6 V bir sinyal uygulanması gerekir. Transistörün beyzine uygulanan bu küçük sinyaller ile kollektör emiter arası iletime geçirilmiş olur. Böylece kollektöre bağlanan yük de kontrol edilmiş olacaktır.

UYGULAMA 2.10 TRANSİSTÖRÜN DİYOT EŞ DEĞERİNİ OLUŞTURMAK

AMAÇ

Transistörü diyot ile ifade etmek, transistörün yapısını ve çalışmasını kavramak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.49
Diyot sembolü

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
jumper kablo	M-M 20 cm	3 adet
Breadboard		1 adet
Multimetre		1 adet
Diyot	1N4001	2 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Transistör yapısını düşününüz.
4. Tablodaki gerekli yerlere Görsel 2.49'da bulunan diyot sembolünü kullanarak transistör elemanını çiziniz.
5. Tasarladığınız elemanı breadboard üzerine kurunuz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

PNP Transistörünün Diyot Eş Değeri	NPN Transistörünün Diyot Eş Değeri
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)	

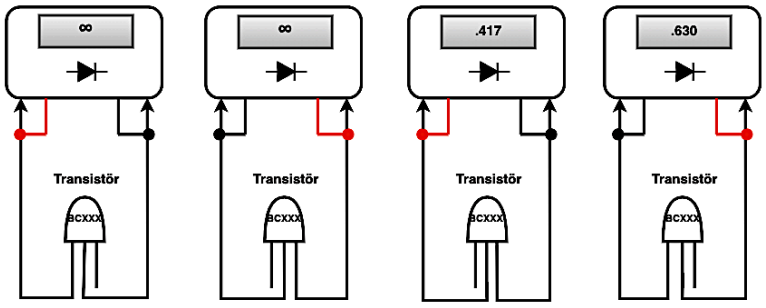
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih .... /.... / 20 ....
			30	50	10	10	100	
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.11 TRANSİSTÖR SAĞLAMLIK KONTROLÜ VE UÇ TESPİTİ

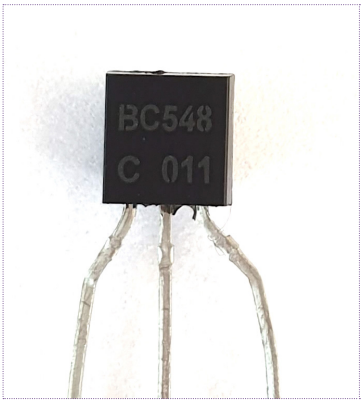
AMAÇ

Transistörün sağlamlık kontrolünü, AVOmetre ile uçlarınının tespit işlemini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.50:Transistör ölçümü



Görsel 2.51: Transistör yönü

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Transistörler	BC237, BC238, BC337, BC327, BC547, 2N2222	Birer adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. Multimetreyi diyot kademesine getiriniz.
3. Transistörün yönü, Görsel 2.51'deki gibi olacaktır.
4. Orta bacağa değdirilecek probu sabitleyiniz (Görsel 2.50).
5. Kırmızı prob sabitlenmişse siyah probu sıra ile diğer bacaklara değdiriniz (Görsel 2.50).
6. Siyah prob sabitlenmişse kırmızı probu sıra ile diğer bacaklara değdiriniz (Görsel 2.50).
7. Kırımızı prob ortada sabitlendiğinde değer görüldüyse; siyah prob sabitlendiğinde değer görülmediyse transistör sağlamdır.
8. Siyah prob ortada sabitlendiğinde değer görüldüyse; kırımızı prob sabitlendiğinde değer görülmediyse transistör sağlamdır.
9. Her iki durumda da değer görülmüşse transistör kısa devredir.
10. Her iki durumda da değer görülmemişse transistör açık devredir.
11. Orta bacağa kırmızı prob sabitlendiğinde değer görüldüyse transistör NPN'dir.
12. Orta bacağa siyah prob sabitlendiğinde değer görüldüyse transistör PNP'dir.
13. Büyük olarak görülen değer emiterdir.
14. Küçük olarak görülen değer kollektördür.
15. Tabloya gördüğünüz değerleri yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Transistör	PNP	NPN	Sol bacak	Orta bacak	Sağ bacak	
BC 548			X	KOLLEKTÖR (616)	BEYZ	EMİTER (617)

Sonuç

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

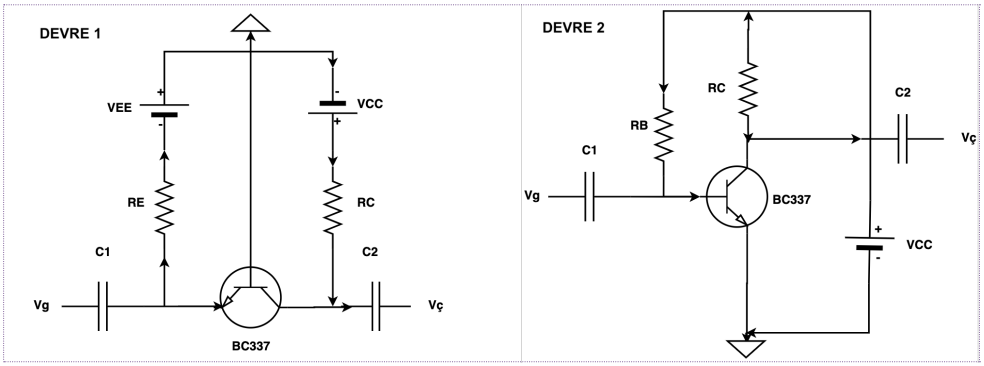
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih .... /.... / 20 ....
			30	50	10	10	100	
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.13 TRANSİSTÖR YÜKSELTEÇ DEVRESİ

AMAÇ

Transistörlerin yükselteç devresini kurarak kazanç hesabını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.52
Transistör yükselteç devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Transistör	BC 337	1 adet
C1, C2	10 μF	2 adet
RC, RE, RB	10 KΩ, 620 Ω, 680 Ω	Birer adet
Jumper kablo	M-M 20 cm	5 adet
Breadboard		1 adet
Güç Kaynağı	Güç Kaynağı	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile malzemelerin sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Breadboard üzerinde, Görsel 2.52'deki devre 1 bağlantı şekline göre devreyi kurunuz.
4. AVOmetre yardımı ile giriş çıkıştaki akımı ve gerilimi ölçünüz.
5. Breadboard üzerinde, Görsel 2.52'deki devre 2 bağlantı şekline göre devreyi kurunuz.
6. AVOmetre yardımı ile giriş çıkıştaki akımı ve gerilimi ölçünüz.
7. Tabloya gördüğünüz değerleri yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

DEVRE 1		DEVRE 2	
Giriş akımı		Giriş akımı	
Çıkış akımı		Çıkış akımı	
Giriş gerilimi		Giriş gerilimi	
Çıkış gerilimi		Çıkış gerilimi	
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)			

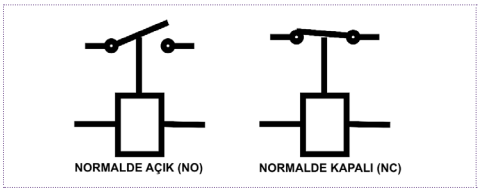
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.14 RÖLE SEÇMEK

AMAÇ

Röle sağlamlığını kavramak ve devreye göre röle seçimini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.53
Normalde açık röle ve normalde kapalı röle

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Röle (normalde açık ve normalde kapalı)	DC 12 V 1 A 4PİN SPST	Birer adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetreyi, kısa devre test konumuna getiriniz.
3. Normalde açık bir röle için (Görsel 2.53);

Normalde açık uç ile com ucu arasında kısa devre testi yapınız.
Bobin uçlarına 12 V vererek, normalde açık uç ile com ucu arasında kısa devre testi yapınız.

4. Normalde kapalı bir röle için (Görsel 2.53);

Normalde kapalı uç ile com ucu arasında kısa devre testi yapınız.
Bobin uçlarına 12 V vererek, normalde kapalı uç ile com ucu arasında kısa devre testi yapınız.

5. Gözlemlerinizi tabloya aktarınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Röle kısa devre testi	Normalde açık uç – com ucu	Normalde kapalı uç – com ucu
12 V verilmeden		
12 V verilince		
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)		

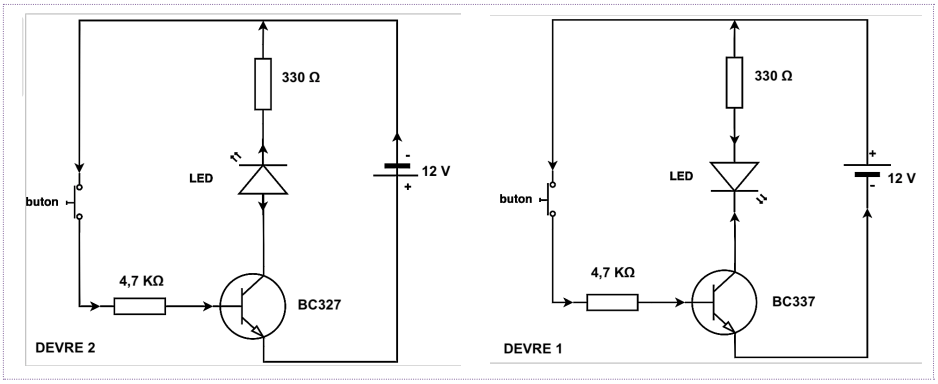
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.15 TRANSİSTÖR ANAHTARLAMA DEVRESİ

AMAÇ

Transistörün, anahtarlama elemanı olarak çalışmasını kavramak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.54
Transistör anahtarlama devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Direnç	4,7 KΩ, 330 Ω	Birer adet
Transistör	BC337, BC327	Birer adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
LED		1 adet
Buton	2 pinli	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığı kontrol ediniz.
3. Breadboard üzerinde, devre bağlantı şekline göre, Görsel 2.54'teki Devre 1 ve Devre 2'yi sırayla kurunuz.
4. Devreyi kurarken breadboard bağlantı yollarına ve eleman özelliklerine dikkat ediniz.
5. Devreyi kurduktan sonra öğretmen gözetiminde devreye enerji veriniz.
6. Buton durumuna göre, görülen LED'in ışık verme durumunu tabloya yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

DEVRE-1 (BC 337)			DEVRE-2 (BC 327)		
Buton	LED yanar	LED yanmaz	Buton	LED yanar	LED yanmaz
Açık			Açık		
Kapalı			Kapalı		
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)					

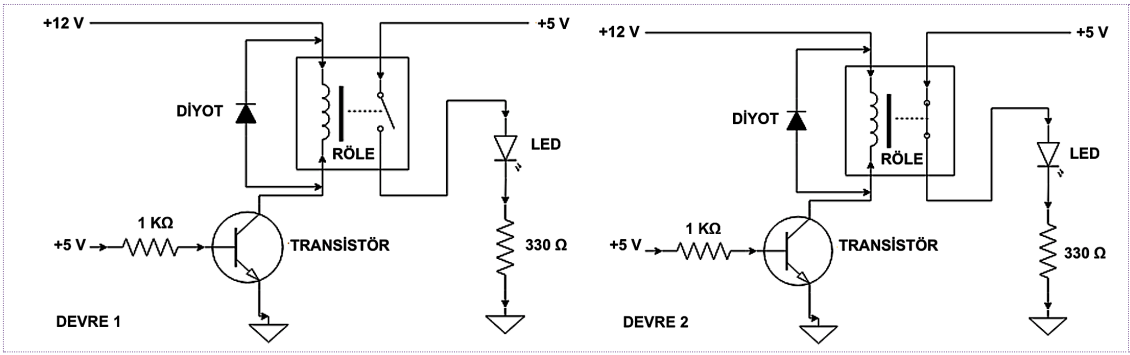
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.16 RÖLE YARDIMI İLE ANAHTARLAMA DEVRESİ

AMAÇ

Röle ile anahtarlama devresini kurmak, çalışma mantığını kavramak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.55: Röle devresi devre 1 ve devre 2

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah ve kırmızı prob		Birer adet
Transistör	2N2222	1 adet
Breadboard		1 adet
Röle	12 V SPST 4 pin (NO/NC)	Birer adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
LED	LTL-307EE	1 adet
Diyot	1N4004	1 adet
Direnç	330 Ω, 1 KΩ	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığı kontrol ediniz.
3. Breadboard üzerinde, devre bağlantı şekline göre, Görsel 2.55'teki Devre 1 ve devre 2'yi sırayla kurunuz.
4. Devreyi kurarken breadboard bağlantı yollarına ve eleman özelliklerine dikkat ediniz.
5. Devreyi kurduktan sonra öğretmen gözetiminde devreye enerji veriniz.
6. Enerji durumuna göre görülen LED'in ışık verme durumunu tabloya yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

NORMALDE AÇIK RÖLE (NO) için (Devre 1)			NORMALDE KAPALI RÖLE (NC) için (Devre 2)		
ENERJİ	LED yanar	LED yanmaz	ENERJİ	LED yanar	LED yanmaz
Yok			Yok		
Var			Var		
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)					

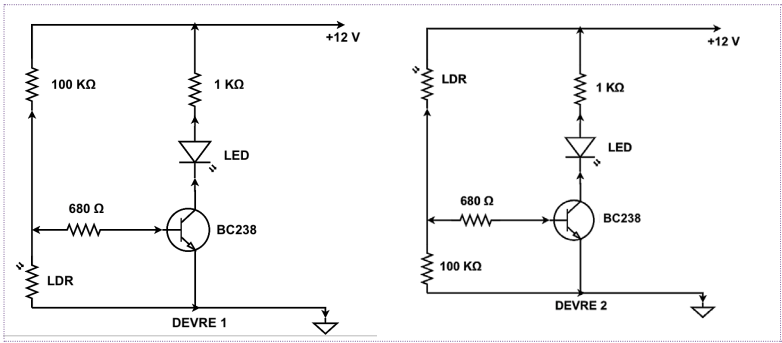
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.17 LDR İLE TRANSİSTÖR KONTROLÜ

AMAÇ

LDR ile transistör kontrol devresini kurmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.56
LDR ile transistör kontrol devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Dijital multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah ve kırmızı prob		Birer adet
Breadboard		1 adet
Direnç	1 KΩ, 100 KΩ, 680 Ω	Birer adet
Transistör	BC238	1 adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
LED		1 adet
LDR		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Breadboard üzerinde, devre bağlantı şekline göre, Görsel 2.56'daki Devre 1 ve Devre 2'yi sırayla kurunuz.
4. Devreyi kurarken breadboard bağlantı yollarına ve eleman özelliklerine dikkat ediniz.
5. Devreyi kurduktan sonra öğretmen gözetiminde devreye enerji veriniz.
6. LDR durumuna göre, görülen LED'in ışık verme durumunu tabloya yazınız.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Devre-1 LDR	LED yanar	LED yanmaz	Devre-2 LDR	LED yanar	LED yanmaz
AYDINLIK			AYDINLIK		
KARANLIK			KARANLIK		
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)					

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

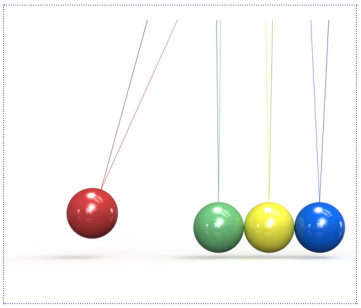
2.4 OSİLATÖR UYGULAMALARI

AMAÇ

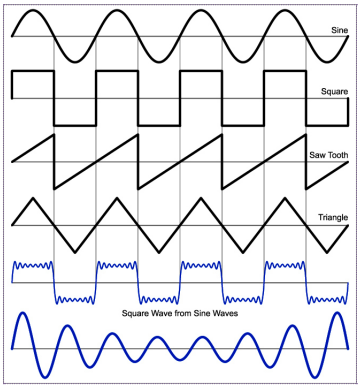
Osilatör uygulamalarını açıklamak, tasarlamak ve gerçekleştirmek.

GİRİŞ

Biyomedikal cihazlarda; kare dalga, sinüs dalga, üçgen dalga veya testere dişi dalga biçimlerinin bir arada ya da birbirlerine dönüştürülerek kullanıldığı çok sayıda uygulama mevcuttur. Bu tip uygulamalarda istenen işleme uygun bir sinyal üretimi gerekmektedir. Osilatörler, kendi kendilerine sinyal üretebilen devreler oldukları için oldukça önemlidir. Salıngaç adıyla da bilinen osilatörlerin çalışma prensipleri sarkaç salınımına benzetilebilir (Görsel 2.57). Osilatörleri daha iyi kavrayabilmek için öncelikle bazı temel kavramların öğrenilmesi gerekmektedir.



Görsel 2.57: Sarkaç



Görsel 2.58
Osilatör çıkış dalgaları

2.4.1 Osilatörler

Düzenli ve tekrarlı bir şekilde oluşan, ortalama bir genlik değerine sahip olan dalgalanmalara osilasyon adı verilir. Osilasyonlar; Görsel 2.58'de görüldüğü gibi sinüs, kare, üçgen, testere dişi dalga veya periyodik aralıklarla tekrarlayan herhangi bir dalga şekli olabilir. Elektronik devrelerde osilasyon, genellikle istenmeyen ve azaltılmaya çalışılan bir durum olarak görülse de bazı sistemler için oldukça gereklidir. Osilasyona gerek duyulan sistemler için istenen frekans ve dalga şeklindeki elektriksel titreşimleri (osilasyonları) üreten devrelere osilatör adı verilir. Kısacası osilatörler, kendi giriş sinyallerini geri besleme yoluyla kendileri oluşturan yükselteç devrelerinin genel adıdır.

Biyomedikal cihazların kullanıldığı birçok alanda osilasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Biyomedikal cihazlar; ultrasonik uygulamaların çoğunda, elektroterapi tedavisinde vb. alanlarda kullanılır. osilatör devre kullanımına örnek olarak, yeni doğan ünitesindeki ventilatör cihazı ve bazı cerrahi operasyon aletleri gösterilmiştir (Görsel 2.59, 2.60).

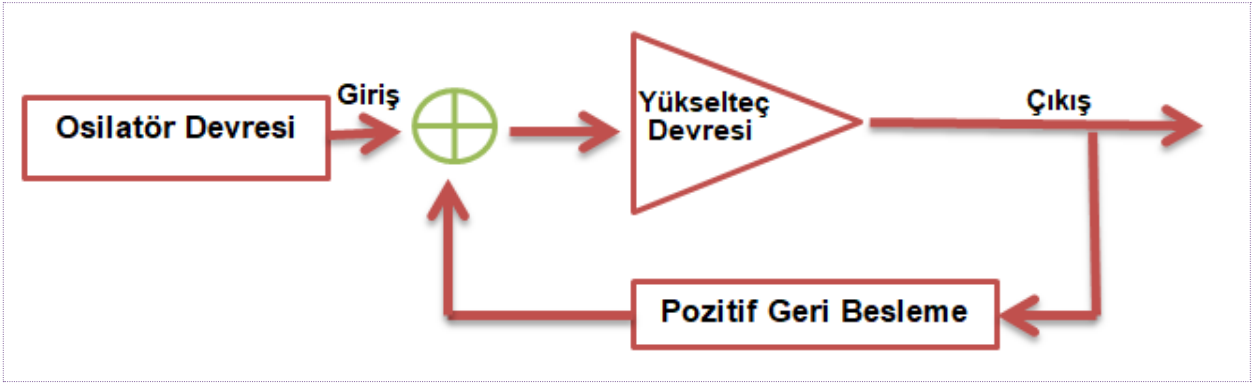
Osilatörlerin çalışma prensibini anlatan blok diyagram Görsel 2.61'de verilmiştir. Bir osilatör devresinden elde edilen çıkışın bir miktarı yeniden girişe aktarılır. Çıkışın girişe tek-



Görsel 2.59: Tıbbi cihazlarda osilatör kullanımı



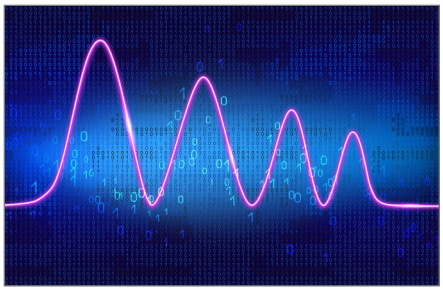
Görsel 2.60: Tıbbi cihazlarda osilatör kullanımı



Görsel 2..61
Temel osilatör blok diyagramı

rar uygulanmasına geri besleme adı verilir. Osilasyonun devam edebilmesi için osilatörün geri beslemesinin pozitif olması, yükselteç devresi bulundurması, genlik sınırlayıcı ve frekans tespit edici bulundurması gerekmektedir.

Geri besleme olmazsa devrede bir miktar kayıp yaşanır ve dalga giderek küçülür. Bu olaya **sönümlü osilasyon** denilir. Görsel 2.62'de sönümlü osilasyon gösterilmiştir. Bir osilatörün istenen frekansta osilasyon yapabilmesi için sadece istenen sinyalleri geçirecek bir filtre devresi ile çalışması gerekmektedir. Osilatörlerde filtreleme işlemi yapan bu devrelere **rezonans devreleri** denir. Rezonans devrelerinde bobin, kondansatör ve direnç gibi devre elemanlarından bazıları kullanılır. Osilatörler, burada kullanılan elemanlara göre isimlendirilir.

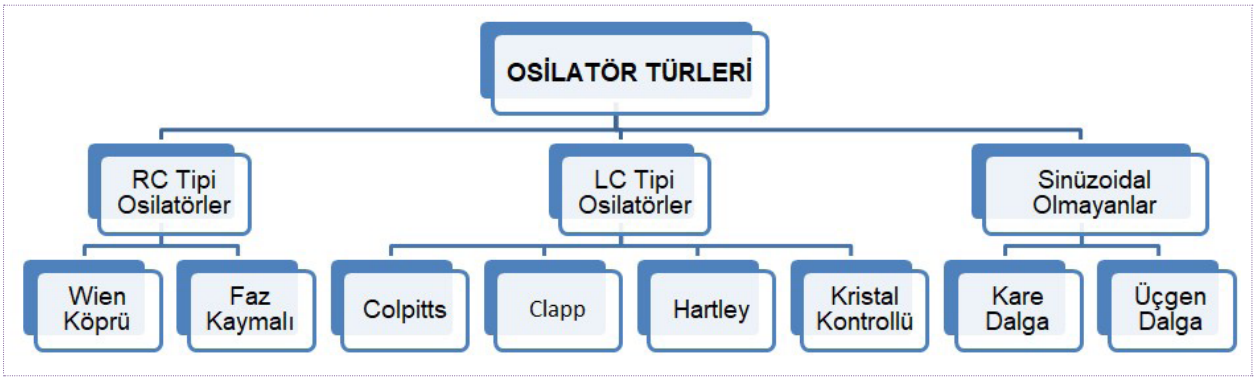


Görsel 2.62: Sönümlü osilasyon

2.4.2 Osilatör Türleri

Genel olarak osilatörler, sinüzoidal (RC Tipi ve LC Tipi) ve sinüzoidal olmayan osilatörler olmak üzere ikiye ayrılır. Sinüzoidal osilatörler, adından da anlaşılacağı gibi çıkışında sinüzoidal sinyal üreten osilatördür. Sinüzoidal olmayan osilatörler ise kare, üçgen, dikdörtgen veya testere dişi dalgalar üretir. Görsel 2.63'de osilatör çeşitleri şema olarak gösterilmiştir.

Sıklıkla karşılaşılan osilatörlerin başında kristal osilatörler gelir. Bir osilatörün sabit frekansta kalabilme özelliğine **frekans kararlılığı** denir. Osilatörlerde frekans kararlılığı çok önemlidir. Osilatörler kullanılacak olan devreye göre seçilir. Bu yüzden osilatör türlerinin özellikleri ve çalışma frekanslarının bilinmesi önemlidir.



Görsel 2.63: Osilatör çeşitleri

RC Tipi Osilatörler

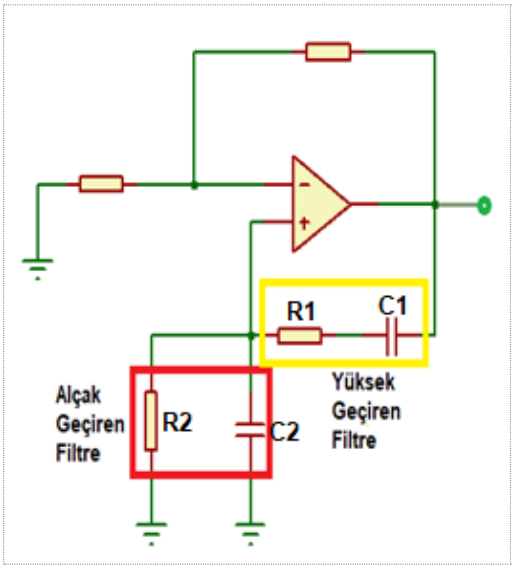
Alçak frekans osilatör tiplerinde, frekans tespit edici devre için direnç ve kondansatörler kullanılan osilatörlere **RC osilatörler** adı verilir. RC osilatörler, 20 Hz – 20 KHz arasındaki frekanslarda geniş uygulama alanına sahiptir.

Wien Köprü Osilatörler

- Direnç ve kondansatör elemanları kullanılarak oluşturulan bir osilatör olduğu için RC tipi osilatörler sınıfında yer alır.
- Wien köprü osilatörleri, yükseltecin iki girişine de çıkış sinyalini ekleyerek geri besleme yapar. Bu tip osilatörler bir adet seri ve bir adet paralel bağlı direnç ve kondansatör ikilisinden oluşur.
- Alçak frekans osilatörüdür.
- 5 MHz-1 MHz arası frekanslarda sinyal üretirler.
- Yükselteç olarak Op-Amp yerine farklı devre elemanları (transistör vb.) kullanılarak da benzer devreler tasarlanabilir.

Görsel 2.64'de gösterildiği gibi R1-C1 den oluşan seri, R2-C2 den oluşan paralel R-C devreleri Wien köprüsünü oluşturan bu elemanlar frekansı belirler. R1 ve R2 dirençleri dışında kalan dirençler, yükseltecin kazancını belirler ve OP-AMP'la beraber yükselteci görevi yapar. Çıkıştan alınan sinüzoidal dalganın frekansı ve devrenin çalışma frekansı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R1.C1.R2.C2}}$$



Görsel 2.64: Wien köprü devresi

LC Tipi Osilatörler

RC osilatörlerle elde edilemeyen yüksek frekanslı (MHz seviyesinde) osilasyonlar, LC osilatörlerle elde edilir. Paralel bobin ve kondansatörden oluşan devreye **tank devresi** adı verilir. LC osilatörlerin; Colpits osilatör, Hartley osilatör, Clapp osilatör gibi değişik çeşitleri vardır. Bu çeşitleri arasında en çok kullanılanı, kristal kontrollü osilatörlerdir.

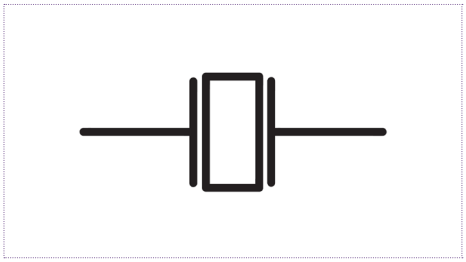
Kristal Kontrollü Osilatörler

- Bu tip osilatörlerde tam ve kararlı osilasyonun sağlanabilmesi için osilatörlerin geri besleme yolu üzerinde piezoelektrik kristal adı verilen doğal yapılar kullanılır.
- Quartz kristali piezoelektrik özellik gösteren doğal yapılardan en çok tercih edilenidir. Bu kristallere basınç uygulandığında iki kenarı arasında bir gerilim oluşur. Bunun tam tersi de doğrudur. Yani kristale bir gerilim uygulandığında, kristalde titreşim oluşur. Bu kristal, yapay olarak da üretilebilmektedir (Görsel 2.65).
- AC bir sinyal uygulandığında kristal, mekanik salınımlar yapar. Bu mekanik salınımların büyüklüğü, uygulanan gerilim büyüklüğü ile doğru orantılı olarak değişim gösterir. En kuvvetli salınımlar rezonansa eşit frekanslarda gerçekleşir.



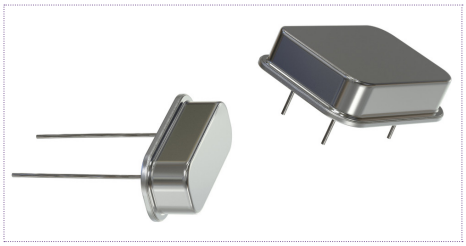
Görsel 2.65: Quartz kristali

- Frekans kararlılığı en iyi olan osilatörlerdir.
- Kristal sembolü Görsel 2.66'da gösterildiği gibidir.
- Görsel 2.67'de görülen bir kristal osilatör, yapımında kullanılan kristalin boyutları ile orantılı olarak osilasyon oluşturur. Bir kristalin çalışma frekansını kristalin kesim biçimi belirler. Kesim biçimine göre iki tip kristal vardır. Birincisi ana frekans üreten (50 MHz'e kadar) kristallerdir. İkincisi de ana frekansın üzerinde çalışan (50 MHz ya da daha yüksek frekansta) kristallerdir.



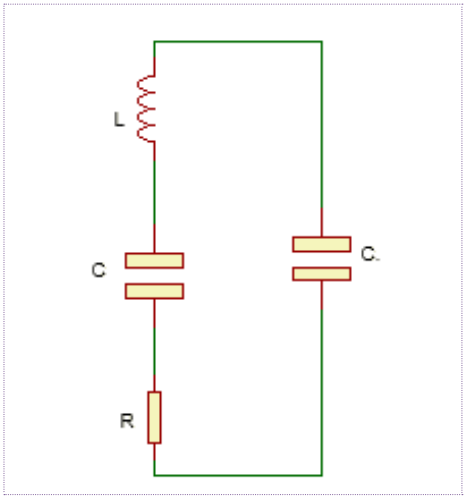
Görsel 2.66: Kristal (XTAL) sembolü

Görsel 2.68'de gösterilen kristal eş değer devresine bakıldığında, sol tarafta seri R-L-C devresi görülmektedir. Kristal herhangi bir devreye bağlı değilse bu devre geçerlidir. Sağ tarafta ise kristalin bir devreye bağlandığında bağlantı uçları arasındaki kapasiteyi temsil eden bir kapasitör bulunur. Şeklin sol tarafındaki L ve C kristalin rezonans frekansını belirler. R direnci ise kristalin mekanik salınıma yaptığı direnmedir. R direnci ihmal edilirse seri kısmın rezonans frekansı aşağıdaki formül ile hesaplanır.



Görsel 2.67: Kristal osilatörler

Eş değer devrenin sağ tarafındaki seri rezonans devresine paralel kondansatörünün değeri seri rezonans kısmındaki kondansatörden çok büyüktür. Kristalin paralel devre olarak rezonans frekansı aşağıdaki formül ile hesaplanır.



Görsel 2.68: Kristal eşdeğer devresi

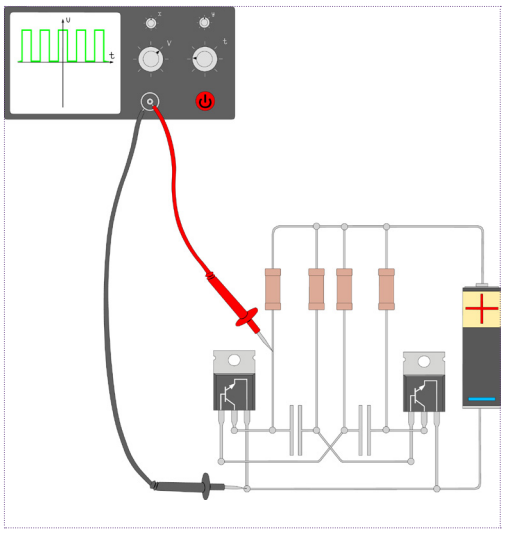
Sinüzoidal Olmayan Osilatörler

Sinüzoidal olmayan osilatörler; kare, dikdörtgen, üçgen ve testere dişi gibi sinyaller üretir. Kare dalga üreten osilatör devrelerine aynı zamanda multivibratör adı verilir.

Kare Dalga Osilatörler (Multivibratörler)

- Kare ya da dikdörtgen dalga oluşturan devrelere **multivibratör** adı verilir.
- Multivibratörler pozitif geri beslemeli iki yükselteç devresinden oluşur.
- Genel çalışma prensipleri bir yükselteç iletimde iken diğeri kesimde olacak şekildedir.
- Tek kararlı, çift kararlı ve kararsız olmak üzere üç tip multivibratör vardır.
- Multivibratörler, flip flop adı verilen dijital devrelerin temel taşlarından biridir. Devrelerde tetikleme sinyalini yani kare sinyalini oluşturur (Görsel 2.69).
- Hafıza elemanı olarak kullanılırlar (bilgisayarlarda kullanılan dijital devreler).

NOT: Bu devrelerde yükselteç olarak transistör yerine lojik kapılar da kullanılabilir.



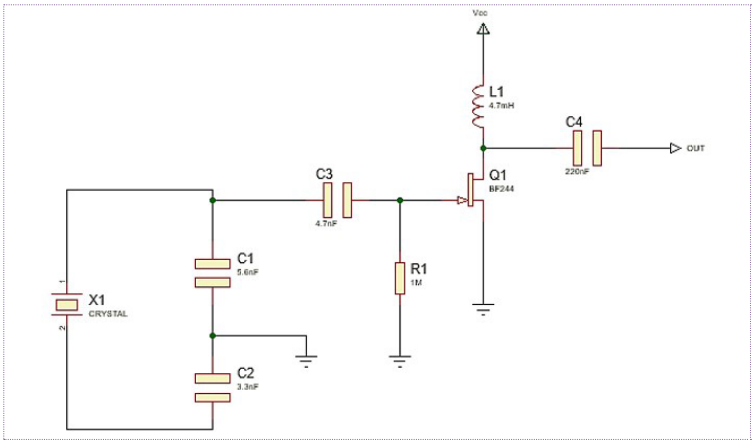
Görsel 2.69
Kararsız multivibratör elektrik devresi

UYGULAMA 2.18 KRİSTAL OSİLATÖR DEVRESİ TASARIMI

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, kristal osilatör devresini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.70
Kristal osilatör devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kristal	455 KHz	1 adet
Kondansatör	3,3 nF, 5,6 nF, 47 nF, 220 nF	4 adet
Direnç	1 MΩ	1 adet
Bobin	4,7 mH	1 adet
FET	BF 244	1 adet
Breadboard		
Güç kaynağı	12 V	
Bağlantı kabloları		
Yeterli sayıda jumper kablo		
Yan keski		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. İş önlüğünü giyiniz.
2. Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız. BF 246 FET'inin katalog bilgilerini inceleyiniz.
3. Görsel 2.70'teki devreyi kurunuz. Enerji vermeden önce bağlantıları kontrol ediniz.
4. Devreye 12 V gerilim uygulayınız.
5. C4 kondansatörü devrede iken çıkış sinyalinin frekansını ve genliğini osiloskop ile ölçünüz.
6. C4 kondansatörünü devreden çıkararak çıkış sinyalinin frekansını ve genliğini osiloskop ile ölçünüz.
7. İki sinyali karşılaştırarak yorumlayınız.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

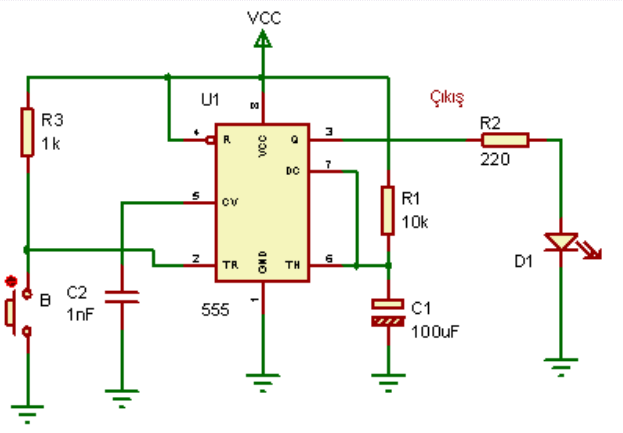
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.19 ENTEGRELİ OSİLATÖR DEVRESİ

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, entegreli osilatör devresini kurmak ve frekans aralıklarını belirlemek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.71
Entegreli osilatör devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	1 nF, 100 uF,220 uF	3 adet
Direnç	220 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ	3 adet
LED		1 adet
Buton	1 adet	
Breadboard		
Güç kaynağı	5 V	
Bağlantı kabloları		
Osiloskop		
Multimetre		
Yan keski		
Yeterli sayıda jumper kablo		

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 2.71'de görülen devreyi kurunuz.
2. 555 entegresinin katolog bilgilerini inceleyiniz.
3. Topraklama bağlantılarını yapınız ve Vcc girişinde 5 V enerji veriniz.
4. Butona basılmadığında 555 entegresinin tetikleme girişine gelen gerilim değerlerini bulunuz.
5. Butona basıldığında 555 entegresinin tetikleme girişine gelen gerilim değerlerini bulunuz.
6. LED'in hangi lojik değerde ışık verdiğini devre bağlantılarını takip ederek bulunuz.
7. Çıkışı DC voltmetre ve osiloskop ile ölçünüz.
8. Butona çok kısa bir süre basınız ve elinizi çekiniz. Çıkışı tekrar DC voltmetre ile ölçünüz. Osiloskopta oluşan sinyal değişimlerini gözlemleyiniz.
9. LED'in ışık verme süresini süre tutarak hesaplayınız.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

2.5 TEMEL MANTIK DEVRELERİ

AMAÇ

Sayı sistemlerine, tekniğine, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak temel mantık devrelerini tanımak, tasarlamak, kurmak ve çalıştırmak.

GİRİŞ

Tıbbi cihazlar, elektronik malzemelerden oluşmaktadır ve yazılımları ile birlikte bir bütünü oluşturur. Bu nedenle bilgisayar dilinin bilinmesi önemlidir. Bilgisayar dili için sayı sistemlerinin ve sayı sistemleri ile yapılacak işlemlerin lojik kapılarla nasıl ifade edileceğinin öğrenilmesi gerekir.

Dijital sayı sistemleri dört çeşittir. Bu sayı sistemleri şunlardır:

- Desimal (onlu) (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
- Binary (ikili) (0, 1)
- Oktal (sekizli) (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)
- Heksadesimal (on altılı) (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F)

2.5.1 Sayı Sistemleri

Günlük hayatta ve matematiksel işlemlerde desimal (onlu) sayı sistemi kullanılır. Desimal sayı sistemi, 0'dan 9'a kadar rakamları içerir. Ancak bilgisayar dili bu sayıları algılayamaz. Desimal sayı sistemi yerine farklı sayı sistemleri kullanılır.

Bilgisayar dili 0 ve 1 ile çalışır. 0, lojik 0 V'u ifade ederken; 1, lojik 5 V'u ifade eder. 0 sistemin off durumunu; 1 sistemin on durumunu anlatır.

Desimal (Onlu) Sayı Sistemi

0'dan 9'a kadar sayıları içeren sayı sistemine **desimal (onlu) sayı sistemi** denir. Günlük hayatta kullanılan sayı sistemidir. Toplama, çıkarma, bölme ve çarpma gibi bütün matematiksel işlemlerde desimal (onlu) sayı sistemi kullanılır.

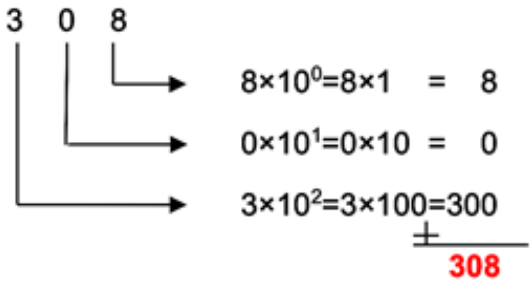
7, 455, 102, 11, 10, 2, 15, 40, 99, 120 desimal sayıya örnektir. $(234)_{10}$ desimal sayıya örnektir ama matematiksel işlemler yapılırken karışıklık olmaması için desimal sayılarda taban indeksi kullanılmaz.

Desimal sayı sisteminde çözümleme yaparken bulunduğu basamaktaki sayı, basamak değeri ile çarpılır ve her basamaktaki sayı için aynı işlem yapılır. Elde edilen tüm çarpımlar toplanır.

$$D = d_0 \times 10^0 + d_1 \times 10^1 + d_2 \times 10^2 + \ldots + d_n \times 10^n$$

Örnek

308 sayısını, desimal sayı sistemine göre ifade ediniz.



Binary (ikili) Sayı Sistemi

Bilgisayar dili olarak ifade edilebilen binary (ikili) sayı sistemi, 0 ve 1 rakamlarından oluşur. $(10101)_2$, $(111)_2$, $(101)_2$, $(11)_2$, $(10)_2$ binary sayıya örnektir.

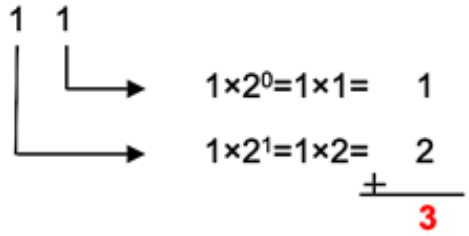
Binary (ikili) Sayı Sisteminin Desimal (Onlu) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Binary (ikili) sayıların desimale çevrilebilmesi için çözümleme işlemi yapılması gerekir. Bu işlem, aynı desimaldeki denkleme benzer bir denklemle gerçekleştirebilir.

$$B = b_0 \times 2^0 + b_1 \times 2^1 + b_2 \times 2^2 + \ldots + b_n \times 2^n$$

Örnek

$(11)_2$ binary sayısını desimal sayı sistemine göre ifade ediniz.

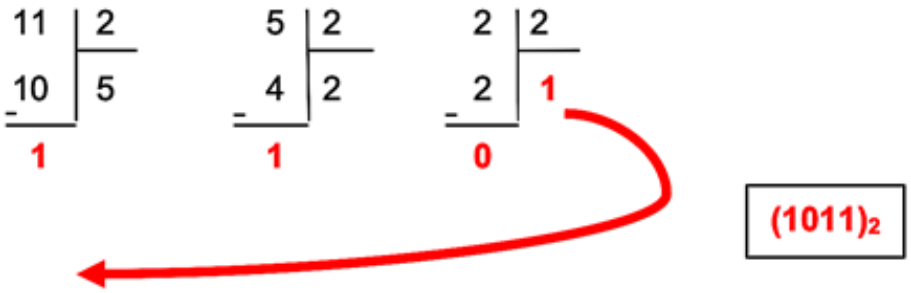


Desimal (Onlu) Sayı Sisteminin Binary (İkili) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Desimal sayısını, binary sayısına çevirirken desimal sayıyı 2'ye bölünmeyene kadar bölme işlemine devam edilir. Bölme işlemi tamamlandıktan sonra en son elde edilen bölüm, başa yazılarak sağdan başlanıp sırasıyla kalanlar yanına eklenir.

Örnek

$(11)_{10}$ desimal sayısını, binary sayı sistemine göre ifade ediniz.



Binary (İkili) Sayı Sisteminde Toplama

0 + 0 = 0

0 + 1 = 1

1 + 0 = 1

1 + 1 = 0 elde var 1

Örnek

$(110)_2$ ve $(111)_2$ binary sayılarını, binary sayı sistemine göre toplayınız.

1 (elde)

$(1\ 1\ 1)_2$

$+\ (1\ 1\ 0)_2$

$(1\ 1\ 0\ 1)_2$

Binary (İkili) Sayı Sisteminde Çıkarma

0 – 0 = 0

1 – 0 = 1

1 – 1 = 0

0 – 1 = 1 komşudan 2'lik alındığında 2 – 1 = 1 olur.

Örnek

$(1101)_2$ binary sayısından, $(110)_2$ binary sayısını binary sayı sistemine göre çıkarınız.

2 2

$(1\ 1\ 0\ 1)_2$

$-\ (1\ 1\ 0)_2$

$(1\ 1\ 1)_2$

Oktal (Sekizli) Sayı Sistemi

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 rakamlarından oluşan sayı sistemine **oktal sayı sistemi** denir. $(765)_8$, $(455)_8$, $(102)_8$, $(11)_8$ ve $(10)_8$ oktal sayıya örnektir.

Oktal (Sekizli) Sayı Sisteminin Desimal (Onlu) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Oktal (sekizli) sayıların desimale çevrilebilmesi için çözümleme işlemi yapılması gerekir. Bu işlem aynı desimaldeki denkleme benzer bir denklemle gerçekleştirebilir.

$$0 = o_0 \times 8^0 + o_1 \times 8^1 + o_2 \times 8^2 + \ldots + o_n \times 8^n$$

Örnek

1 3

$3\times8^0=3\times1=\ 3$

$1\times8^1=1\times8=\ 8$

$+$

11

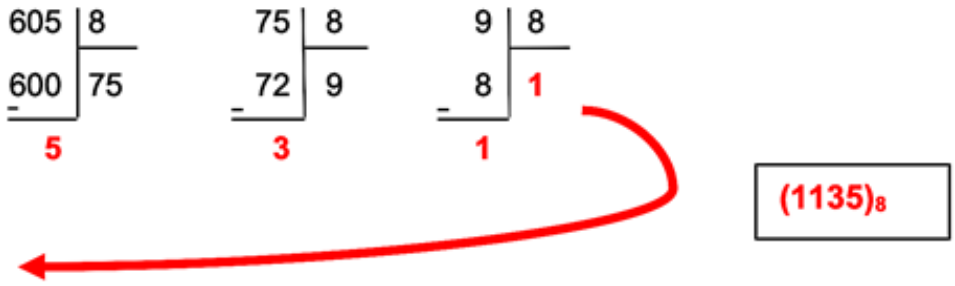
$(13)_8$ oktal sayısını, desimal sayı sistemine göre ifade ediniz.

Desimal (Onlu) Sayı Sisteminin Oktal (Sekizli) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Desimal sayısını, oktal sayısına çevirirken desimal sayıyı 8'e bölünmeyene kadar bölme işlemine devam edilir. Bölme işlemi tamamlandıktan sonra en son elde edilen bölüm başa yazılarak sağdan başlanıp sırasıyla kalanlar yanına eklenir.

Örnek

$(605)_{10}$ desimal sayısını, oktal sayı sistemine göre ifade ediniz.

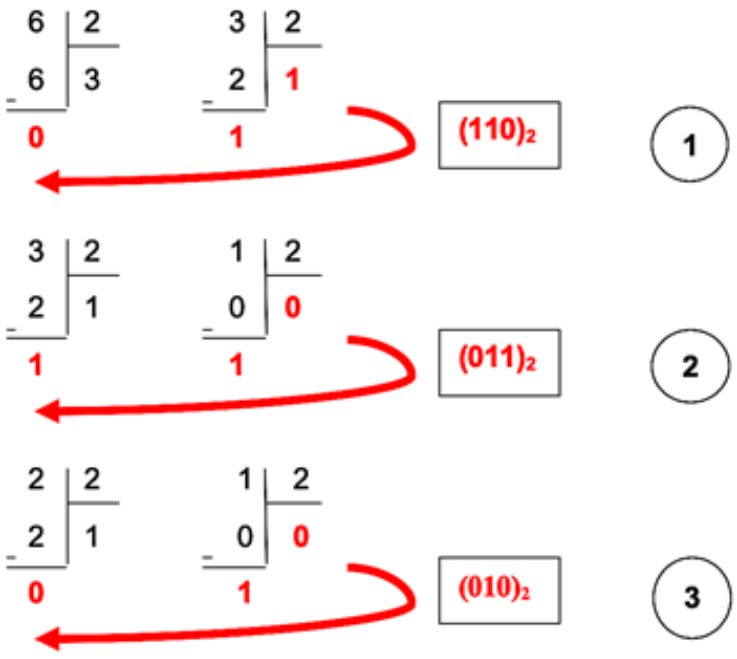


Oktal (Sekizli) Sayı Sisteminin Binary (İkili) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Oktal sayıda her bir basamak, binary sayıda üç basamağa denk gelir. Her bir basamak 2'ye bölünerek binary karşılığı bulunur. Oktal sayıdaki sırası ile yan yana yazılır.

Örnek

$(632)_8$ oktal sayısını, binary sayı sistemine göre ifade ediniz.



$(632)_8 = (110\ 011\ 010)_2$

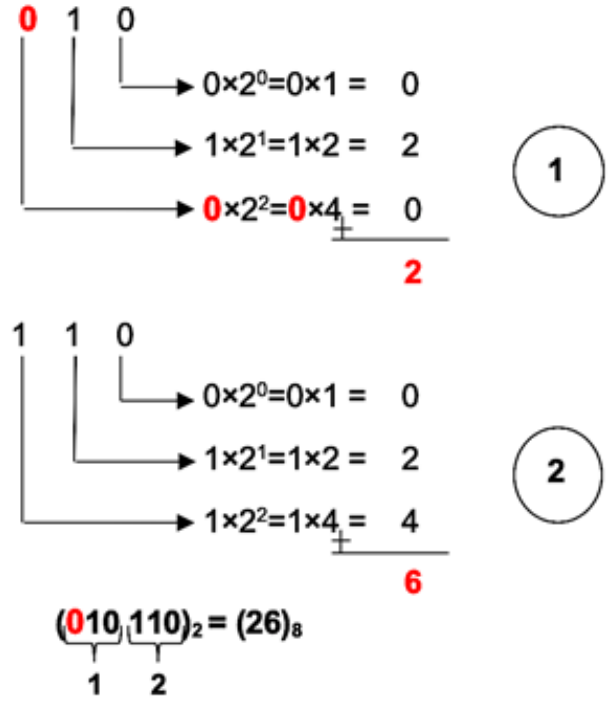
1 2 3

Binary (İkili) Sayı Sisteminin Oktal (Sekizli) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Binary sayıda üç basamak, oktal sayıda bir basamağa denk gelir. Binary sayıda soldan başlanarak üçerli gruplar yapılır. Gruplama yapıldıktan sonra en son bir sayı ya da iki sayı kalmışsa önüne üçe tamamlamak için sıfır eklenebilir. Her grup kendi içinde çözümleme yapılarak oktal sayı karşılığı elde edilir.

Örnek

$(10110)_2$ binary sayısını, oktal sayı sistemine göre ifade ediniz.



Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sistemi

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F rakamlarından ve harflerinden oluşan sayı sistemine **heksadesimal sayı sistemi** denir. 9'dan sonra 10 denmez. A, B, C, D, E, F harfleri kullanılır. $(765)_{16}$, $(455)_{16}$, $(102)_{16}$, $(11)_{16}$ ve $(1BE)_{16}$ heksadesimal sayıya örnektir.

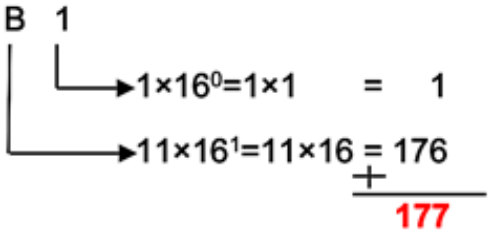
Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sisteminin Desimal (Onlu) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Heksadesimal (on altılı) sayıların desimale çevrilebilmesi için çözümleme işlemi yapılması gerekir. Bu işlem, aynı desimaldeki denkleme benzer bir denklemle gerçekleştirebilir.

$$H = h_0 \times 16^0 + h_1 \times 16^1 + h_2 \times 16^2 + \ldots + h_n \times 16^n$$

Örnek

$(B1)_{16}$ heksadesimal sayısını, desimal sayı sistemine göre ifade ediniz.

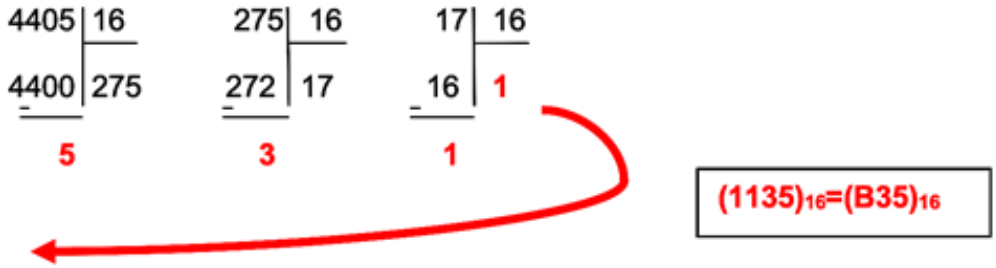


Desimal (Onlu) Sayı Sisteminin Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Desimal sayısını, heksadesimal sayısına çevirirken desimal sayıyı 16'ya bölünemeyene kadar bölme işlemine devam edilir. Bölme işlemi tamamlandıktan sonra en son elde edilen bölüm başa yazılarak sağdan başlanıp sırasıyla kalanlar yanına eklenir.

Örnek

$(4405)_{10}$ desimal sayısını, heksadesimal sayı sistemine göre ifade ediniz.

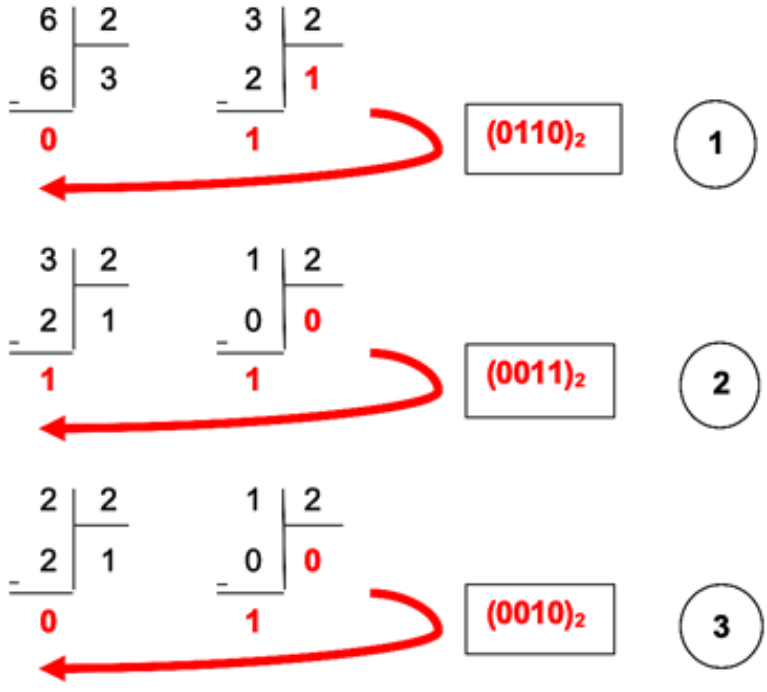


Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sisteminin Binary (İkili) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Heksadesimal sayıda her bir basamak, binary sayıda dört basamağa denk gelir. Her bir basamak 2'ye bölünerek binary karşılığı bulunur. Heksadesimal sayıdaki sırası ile yan yana yazılır.

Örnek

$(632)_{16}$ heksadesimal sayısını, binary sayı sistemine göre ifade ediniz.



$(632)_{16} = (0110\ 0011\ 0010)_2$

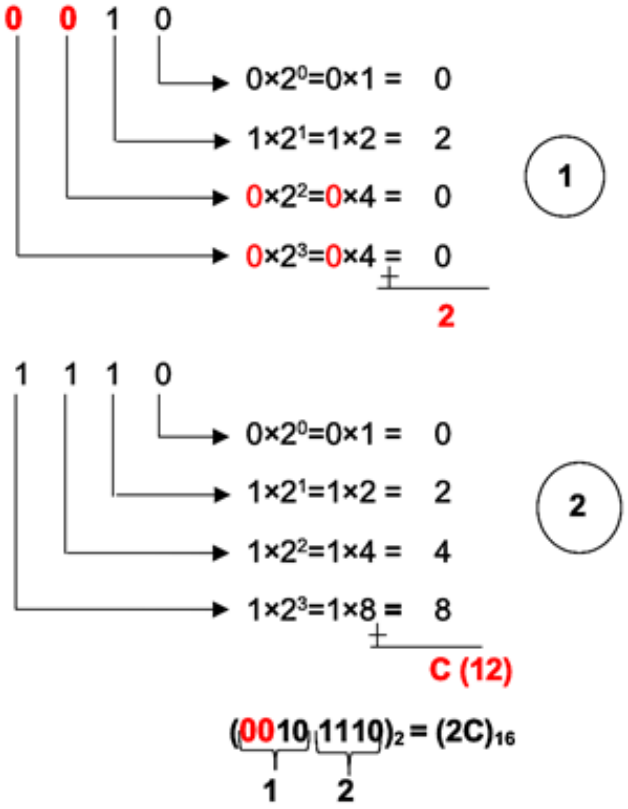
1 2 3

Binary (İkili) Sayı Sisteminin Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Binary sayıda dört basamak, heksadesimal sayıda bir basamağa denk gelir. Binary sayıda soldan başlanarak dörderli gruplar yapılır. Gruplama yapıldıktan sonra en son bir sayı, iki sayı ya da üç sayı kalmışsa önüne dörde tamamlamak için sıfır eklenebilir. Her grup kendi içinde çözümleme yapılarak heksadesimal sayı karşılığı elde edilir.

Örnek

$(101110)_2$ binary sayısını, heksadesimal sayı sistemine göre ifade ediniz.



Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sisteminin Oktal (Sekizli) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Heksadesimal sayı, önce binary sayıya çevrilir. Heksadesimal sayıda her bir basamak, binary sayıda dört basamağa denk gelir. Her bir basamak 2'ye bölünerek binary karşılığı bulunur. Heksadesimal sayıdaki sırası ile yan yana yazılır.

Çevrilen binary sayı da oktal sayıya çevrilir. Binary sayıda üç basamak, oktal sayıda bir basamağa denk gelir. Binary sayıda soldan başlanarak üçerli gruplar yapılır. Gruplama yapıldıktan sonra en son bir sayı ya da iki sayı kalmışsa önüne üçe tamamlamak için sıfır eklenebilir. Her grup kendi içinde çözümleme yapılarak oktal sayı karşılığı elde edilir.

Oktal (Sekizli) Sayı Sisteminin Heksadesimal (On Altılı) Sayı Sistemine Çevrilmesi

Oktal sayı, önce binary sayıya çevrilir. Oktal sayıda her bir basamak, binary sayıda üç basamağa denk gelir. Her bir basamak 2'ye bölünerek binary karşılığı bulunur. Oktal sayıdaki sırası ile yan yana yazılır.

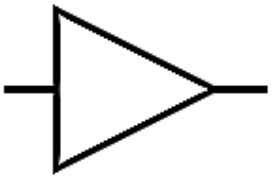
Çevrilen binary sayı da heksadesimal sayıya çevrilir. Binary sayıda dört basamak, heksadesimal sayıda bir basamağa denk gelir. Binary sayıda, soldan başlanarak dörderli gruplar yapılır. Gruplama yapıldıktan sonra en son bir sayı, iki sayı ya da üç sayı kalmışsa önüne dörde tamamlamak için sıfır eklenebilir. Her grup kendi içinde çözümleme yapılarak, heksadesimal sayı karşılığı elde edilir.

2.5.2 Lojik Kapılar

Mantıksal işlemleri, ikili sayı sisteminde yapabilen elektronik entegrelere **lojik kapı** denir. Dijital devreler lojik kapılar kullanılarak yapılır. Lojik kapı devrelerinde iki gerilim seviyesi vardır. Bunlar lojik 1, yani yüksek seviye +5 V ve lojik 0, yani düşük seviye 0 V'tur.

TAMPON Kapısı (BUFFER)

Tek bir giriş, tek bir çıkış vardır. Girişte ne verilirse çıkışta o görülür. A girişi verilmişse A çıkışı görülmelidir. Devreler veya kapılar arasında empedans uygunluğunu sağlamak için kullanılır.

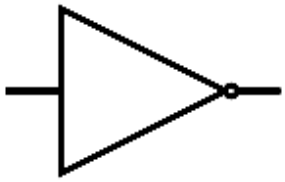


Çıkış İfadesi: $B = A$

Giriş A	Çıkış B
0	0
1	1

DEĞİL Kapısı (NOT)

Tek bir giriş, tek bir çıkış vardır. Girişte ne verilirse çıkışta tam tersi görülür. A girişi verilmişse $\overline{A}$ çıkışı görülmelidir.

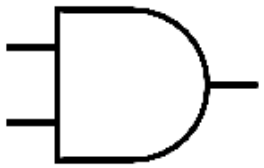


Çıkış İfadesi: $B = \overline{A}$

Giriş A	Çıkış B
0	1
1	0

VE Kapısı (AND)

Birden fazla giriş, tek çıkışı vardır. Çarpımı ifade eder. A ve B girişi verilmişse çıkışta A × B sonucu alınır.

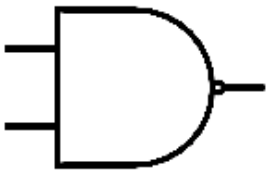


Çıkış İfadesi: $C = A \times B$

Giriş A	Giriş B	Çıkış C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

VE DEĞİL Kapısı (NAND)

Birden fazla giriş, tek çıkışı vardır. Çarpımın değilini ifade eder. A ve B girişi verilmişse çıkışta $(\overline{A \times B})$ sonucu alınır.

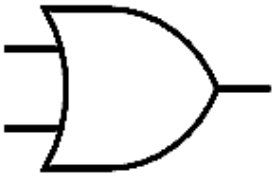


Çıkış İfadesi: $C = \overline{(A \times B)}$

Giriş A	Giriş B	Çıkış C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

VEYA Kapısı (OR)

Birden fazla giriş, tek çıkışı vardır. Toplamı ifade eder. A ve B girişi verilmişse çıkışta A + B sonucu alınır.

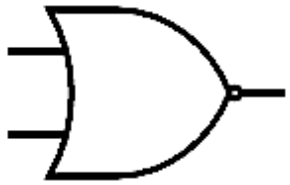


Çıkış İfadesi: $C = A + B$

Giriş A	Giriş B	Çıkış C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

VEYA DEĞİL Kapısı (NOR)

Birden fazla giriş, tek çıkışı vardır. Toplamın değilini ifade eder. A ve B girişi verilmişse çıkışta $\overline{(A + B)}$ sonucu alınır.

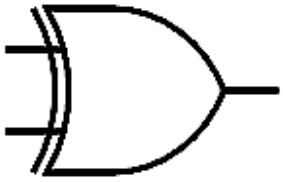


$C = \overline{(A + B)}$

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ÖZEL VEYA Kapısı (EX-OR)

Birden fazla giriş, tek çıkışı vardır. A ve B girişi verilmişse çıkışta A⊕B'nin özel toplamı sonucu alınır.

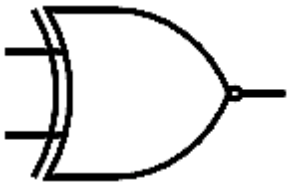


$C = A\overline{B} + \overline{A}B$
$= A \oplus B$

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ÖZEL VEYA DEĞİL Kapısı (EX-NOR)

Birden fazla giriş, tek çıkışı vardır. A ve B girişi verilmişse çıkışta A⊗B'nin özel çarpımı sonucu alınır.



$C = AB + \overline{A}\overline{B}$
$= \overline{(A \oplus B)}$
$= A \otimes B$

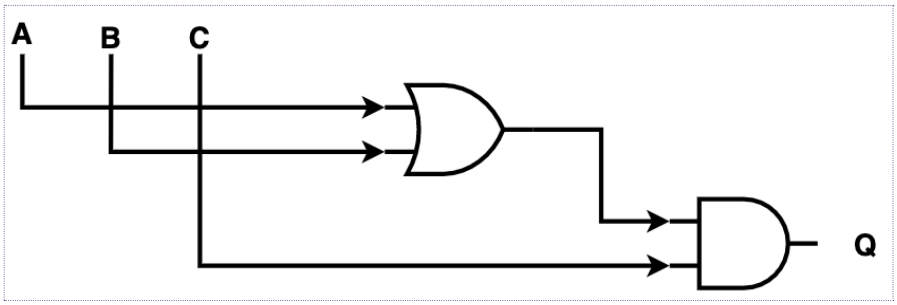
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Lojik Kapılarla İşlemler

Çıkışında 1 ya da 0 görülen her durum için lojik kapıları kullanmak mümkündür. 1 ve 0 durumları dışında da matematiksel işlemleri yaparken de lojik kapılar kullanılabilir. Örneğin; VE kapısı çarpmayı, VEYA kapısı toplamayı ifade eder.

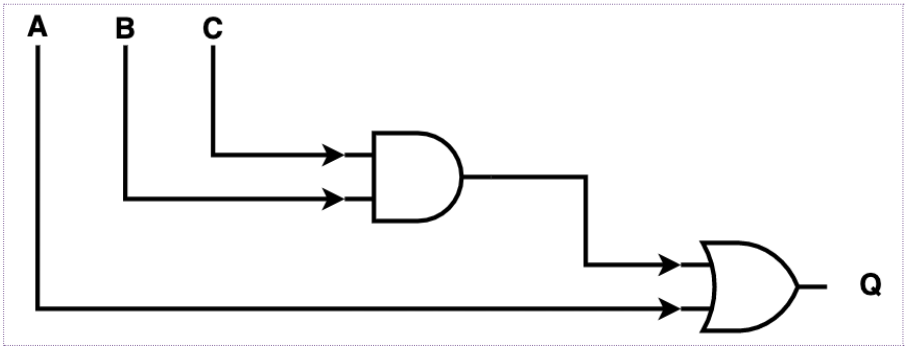
Örnek

Q = (A + B) × C eşitliğini lojik kapılarla ifade ediniz.



Örnek

Q = A + B × C eşitliğini lojik kapılarla ifade ediniz.

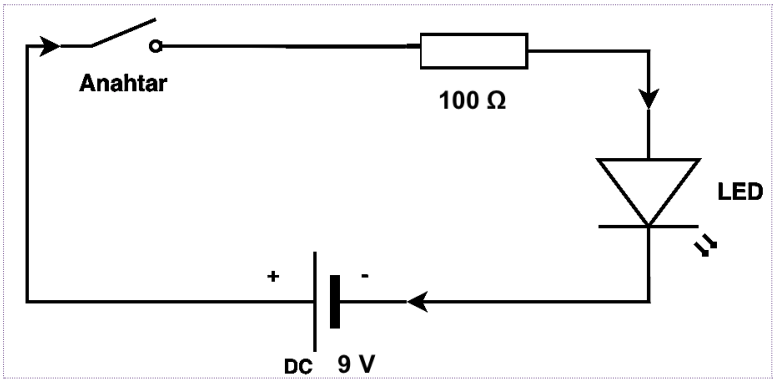


UYGULAMA 2.20 1 VE 0 HAYATIN NERESİNDE?

AMAÇ

Bilgisayar sisteminde kullanılan 1 ve 0'ların günlük hayatta da kullanıldığını fark etmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.72
1 ve 0 devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Breadboard		1 adet
İki konumlu anahtar	2 pin	1 adet
Direnç	100 Ω	1 adet
Pil	9 V	1 adet
LED		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Görsel 2.72'deki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
4. Devrenin anahtarı açık durumunu gözlemleyiniz.
5. Devrenin anahtarı kapalı durumunu gözlemleyiniz.
6. Tabloya gözlemlerinizi doldurunuz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Anahtar durumu	LED
Açık	
Kapalı	

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.21 SAYI SİSTEMLERİNİN BİRBİRİNE DÖNÜŞÜMÜ VE İKİLİ SAYI SİSTEMLERİNDE MATEMATİKSEL İŞLEMLER

AMAÇ

İkili, onlu, sekizli ve on altılı sayı sistemlerinin birbirine dönüşüm işlemlerini; ikili sayı sistemlerinde matematiksel işlemleri yapmak.

$(100)_{10} = (?)_2$	$(101)_2 = (?)_{10}$
$(111)_2 + (101)_2 = (?)_2$	$(110)2 - (101)_2 = (?)_2$
$(121)_8 = (?)_{10}$	$(15)_{10} = (?)_8$
$(1B)_{16} = (?)_{10}$	$(15)_{10} = (?)_{16}$
$(24)_8 = (?)_2$	$(135)_{16} = (?)_2$
$(10101)_2 = (?)_8$	$(10111)_2 = (?)_{16}$
$(53)_8 = (?)_{16}$	$(75)_{16} = (?)_8$
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)	

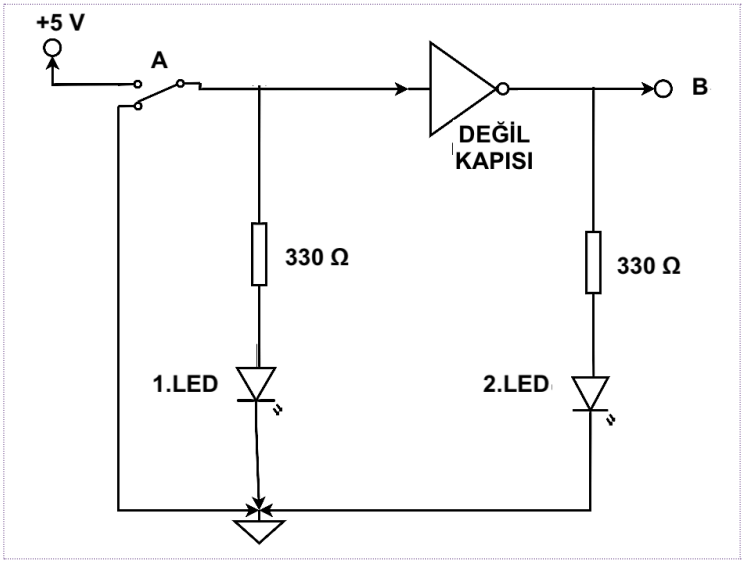
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.22 DEĞİL KAPISI UYGULAMASI

AMAÇ

Yapılacak olan mantıksal devreye uygun entegreyi seçmek. Mantıksal kapı devrelerini uygulamak. Mantıksal kapı devre uygulamalarında mantıksal ifadelerin doğrulamasını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.73
DEĞİL Kapısı devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Breadboard		1 adet
İki konumlu anahtar		2 adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
Direnç	330 Ω	3 adet
LED	Farklı renklerde	3 adet
DEĞİL Kapısı	DM74LS04N TTL	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Görsel 2.73'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
4. Devrenin, A anahtarı açık durumunu gözlemleyiniz.
5. Devrenin, A anahtarı kapalı durumunu gözlemleyiniz.
6. Tabloları doldurunuz, DEĞİL kapısı elektriksel eş değer devresini çiziniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Anahtar Durumu	1. LED	2. LED
A açık		
A kapalı		

Doğruluk Tablosu	
Giriş	Çıkış
A	B

DEĞİL Kapısı Elektriksel Eş Değer Devresi

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

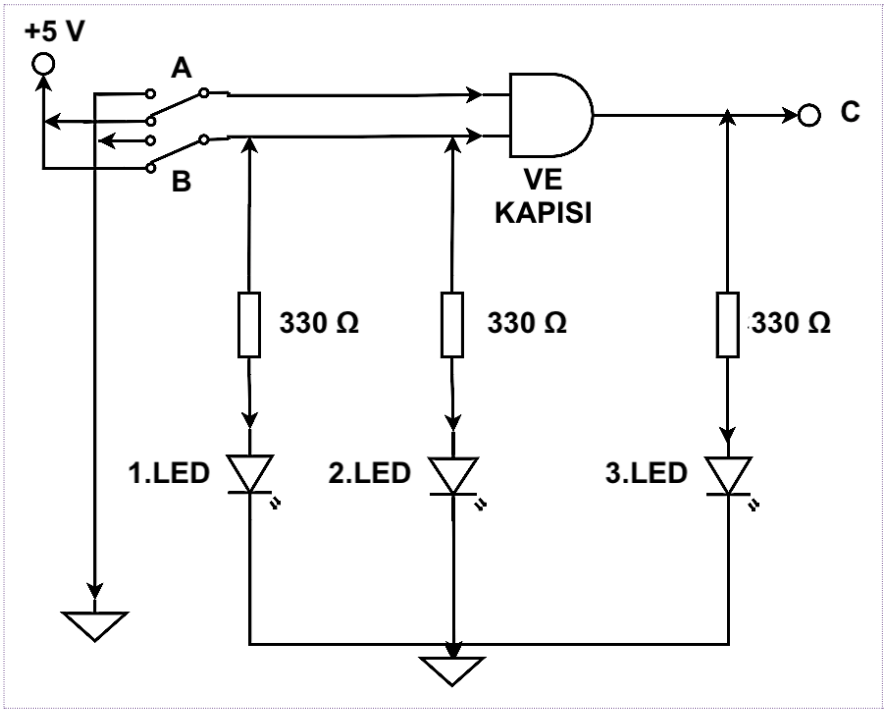
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.23 VE KAPISI UYGULAMASI

AMAÇ

Yapılacak olan mantıksal devreye uygun entegreyi seçmek. Mantıksal kapı devrelerini uygulamak. Mantıksal kapı devre uygulamalarında mantıksal ifadelerin doğrulamasını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.74: VE Kapısı devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Breadboard		1 adet
İki konumlu anahtar	2 pin	2 adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
Direnç	330 Ω	3 adet
LED	Farklı renklerde	3 adet
VE Kapısı	DM74LS08N TTL	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Görsel 2.74'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
4. Devrenin; A anahtarı açık, B anahtarı açık durumunu gözlemleyiniz.
5. Devrenin; A anahtarı açık, B anahtarı kapalı durumunu gözlemleyiniz.
6. Devrenin; A anahtarı kapalı, B anahtarı açık durumunu gözlemleyiniz.
7. Devrenin; A anahtarı kapalı, B anahtarı kapalı durumunu gözlemleyiniz.
8. Tabloları doldurunuz, VE kapısı elektriksel eş değer devresini çiziniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Anahtar Durumu		1. LED	2. LED	3. LED
A açık	B açık			
A açık	B kapalı			
A kapalı	B açık			
A kapalı	B kapalı			

Giriş		Çıkış
A	B	C

VE Kapısı Elektriksel Eş Değer Devresi

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

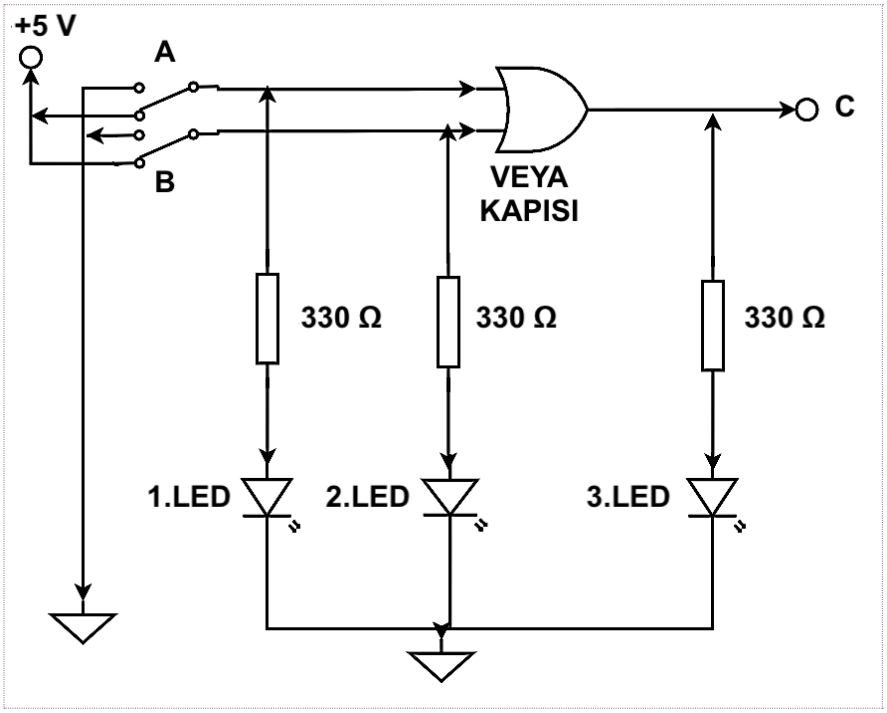
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.24 VEYA KAPISI UYGULAMASI

AMAÇ

Yapılacak olan mantıksal devreye uygun entegreyi seçmek. Mantıksal kapı devrelerini uygulamak. Mantıksal kapı devre uygulamalarında mantıksal ifadelerin doğrulamasını yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.75: VEYA Kapısı devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Multimetre		1 adet
Multimetreye uygun siyah prob		1 adet
Multimetreye uygun kırmızı prob		1 adet
Breadboard		1 adet
İki konumlu anahtar	2 pin	2 adet
Güç kaynağı	12 V DC	1 adet
Direnç	330 Ω	3 adet
LED	Farklı renklerde	3 adet
VEYA Kapısı	DM74LS32N TTL	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Tüm araç gereç ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. AVOmetre ile elemanların sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Görsel 2.75'teki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
4. Devrenin; A anahtarı açık, B anahtarı açık durumunu gözlemleyiniz.
5. Devrenin; A anahtarı açık, B anahtarı kapalı durumunu gözlemleyiniz.
6. Devrenin; A anahtarı kapalı, B anahtarı açık durumunu gözlemleyiniz.
7. Devrenin; A anahtarı kapalı, B anahtarı kapalı durumunu gözlemleyiniz.
8. Tabloları doldurunuz, VEYA kapısı elektriksel eş değer devresini çiziniz.

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Anahtar Durumu		1. LED	2. LED	3. LED
A açık	B açık			
A açık	B kapalı			
A kapalı	B açık			
A kapalı	B kapalı			

Giriş		Çıkış
A	B	C

VEYA Kapısı Elektriksel Eş Değer Devresi

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

2.25 LOJİK KAPILARLA TASARIM

AMAÇ

Lojik kapılarla tasarım yapmak

Q = (A + B) × (C + D) eşitliğini lojik kapılarla ifade ediniz.
Q = (A × B) + (C × D) eşitliğini lojik kapılarla ifade ediniz.
Üç kilidi olan çelik kapının açılma durumunu lojik kapı ile tasarlayınız.
Üç anahtarlı bir devrede herhangi iki anahtarın kapatılması ile lambanın yakılabildiği durumu lojik kapılarla ile tasarlayınız.
Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

2.6 ELEKTRİK ELEKTRONİK DEVRE ŞEMALARININ BİLGİSAYARDA ÇİZİMİ VE SİMÜLASYON UYGULAMASI

AMAÇ

Elektrik elektronik devre şemalarını okumak, şemaları bilgisayarda çizmek ve simülasyon uygulaması yapmak.

GİRİŞ

Bilgisayar ortamında simülasyon, gerçek hayattaki olayların bilgisayar ortamına uyarlanmasıdır. Elektrik elektronik devre şemalarını bilgisayarda çizmek ve simülasyon uygulamasını yapabilmek için öncelikle simülasyon programı hakkında bilgi edinilmesi gerekir. Bu bölümde simülasyon programı menü işlemleri yapılacaktır. Devre elemanları, devre içine yerleştirilerek ölçümleri yapılacaktır.

2.6.1 Uygulama Programı

Elektrik elektronik devreler; bilgisayar ortamında kullanılan simülasyon programları sayesinde daha az emek harcanarak, düşük maliyette, sınırsız deneme imkanlarıyla ve risksiz bir şekilde tasarlanabilmektedir. PROTEUS programı, elektronik alanında en çok tercih edilen uygulama programlarından biridir. Bu program, ISIS ve ARES olmak üzere iki alt programdan oluşur. ISIS programında elektronik devre çizimi ve çizilen devrenin analizi yapılır. ARES programında ise manuel olarak baskı devre çizimi yapılır. Ayrıca ISIS programında çizilmiş olan devreler ARES ortamına aktarılarak baskı devre çizimi gerçekleştirilebilir. Programın işlevleri aşağıdaki gibidir.

- Devre çizimi
- Simülasyon (Taklit)
- Animasyon (Canlandırma)
- Manuel veya otomatik baskılı devre çizimi (PCB)
- 3D görsel modelleme

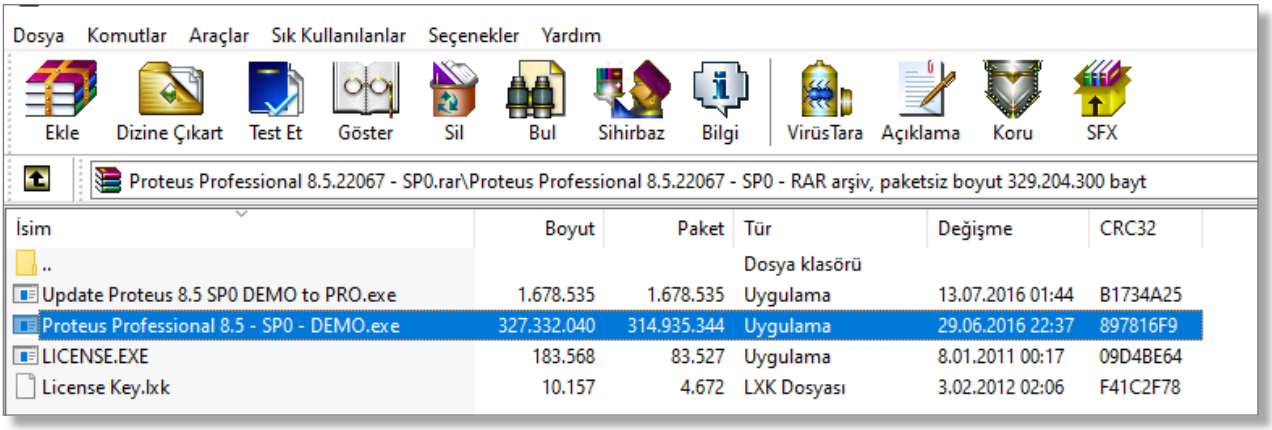
Programın Çalışabilmesi için Gerekli Donanım ve Yazılımlar

Proteus programı, Windows işletim sistemi ile çalışan bir programdır. Programın kurulacağı bilgisayarda olması gereken özellikler şöyledir:

- Windows Xp veya üstü bir işletim sisteminin yüklü olması gerekmektedir.
- Kullanılacak bilgisayarın donanımı Windows uygulamalarını çalıştırabilecek teknik özellikleri taşımalıdır.
- Bilgisayar işlemcisinin en az 1 GHz ve RAM belleğinin en az 512 MB olması tavsiye edilmektedir.
- Programın bilgisayara kurabilmesi için sabit diskinde en az 165 MB boş alan bulunmalıdır.

Proteus Programının Kurulumu

Proteus programı, Labcenter Elektronics firmasının bir ürünüdür. Kendi sitesinden veya başka herhangi bir siteden indirilebilir. Başka sitelerden indirilenler, genelde demo versiyonudur. Demo versiyonunu lisanslama işlemi aşağıda gösterilmiştir.



Görsel 2.76
Proteus professional 8.5.rar dosyası

Program indirildiğinde, Görsel 2.76'da görüldüğü gibi içinde dört dosyanın bulunduğu klasör ekrana gelir.

- DEMO.exe programı çalıştırılır.
- Açılan pencerelerde sözleşme şartları kabul butonu tıklanır.
- Açılan pencereden "Next" butonu tıklanır.

Demo versiyonu kurulduktan sonra istenirse;

- Update Proteus dosyasına sağ tıklanarak "yönetici olarak çalıştır" seçeneği seçilir.
- C klasöründen "Labcenter Electronics" dosyası açılır.
- Update komutu tıklanarak lisanslama işlemi tamamlanmış olur.

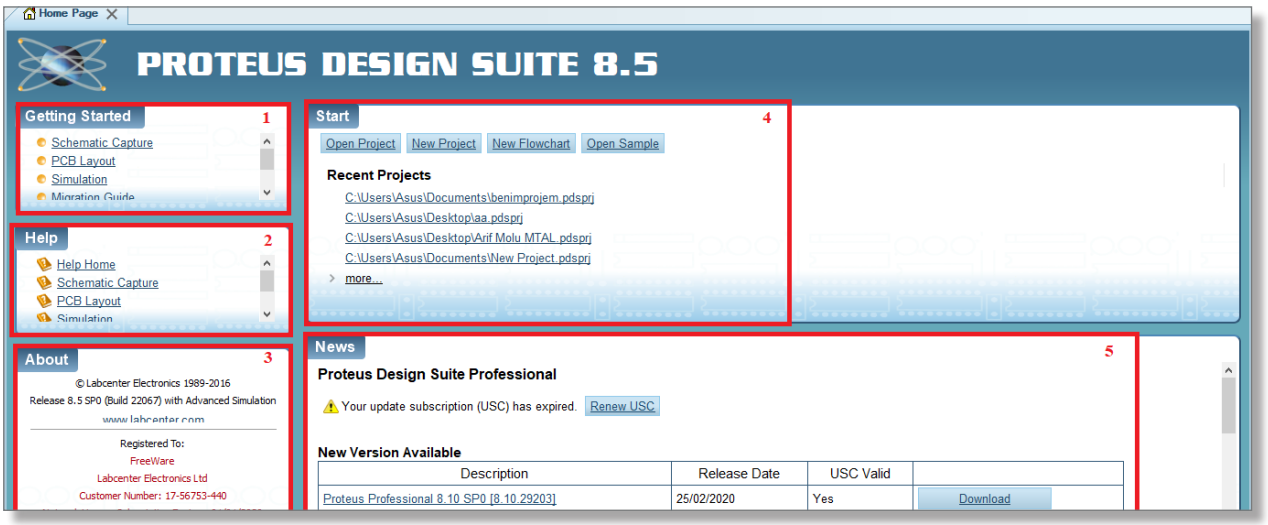
Elektronik Devre Çizimi ve Simülasyon Programının Çalıştırılması

Elektronik devre çizimi ve simülasyon programını çalıştırmak için;

Başlat>> Programlar>> Proteus 8 Demonstration/Professional veya masa üstüne ya da başlat çubuğuna yerleştirilmiş olan program simgesi tıklanarak program çalıştırılır.

Elektronik Devre Çizimi ve Simülasyon Programının Başlangıç/Arayüz Ekranı

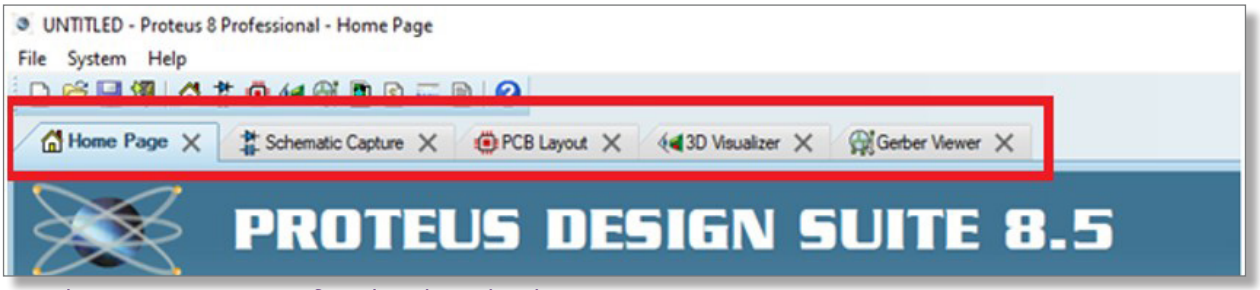
Proteus programını çalıştırdığınızda karşınıza Görsel 2.77'de verilen ekran görüntüsü gelir. Burada çalışılacak olan ortam (ISIS, ARES ya da 3D modelleme) seçilir. Başlangıç/Arayüz ekranı beş bölümden oluşmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir.



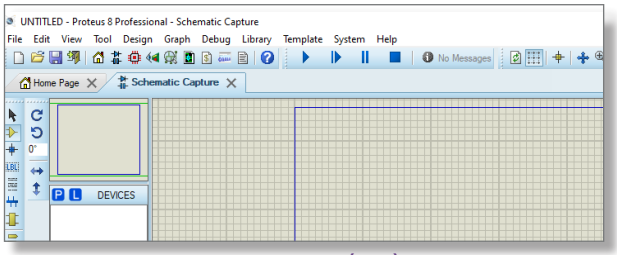
Görsel 2.77: Proteus design suite 8 başlangıç ekranı

Getting Started (Başlarken)	Proteus 8 ile ilgili güncel bilgilerin bulunduğu yardım dosyasıdır.
Help (Yardım)	Proteus 8 (tamamı) ile ilgili yardım alınabilecek dosyadır.
About (Hakkında):	Proteus programının sürümü, lisansı, boş hafıza ve işletim sistemi hakkında bilgi verir.
Start (Başla)	Yeni bir proje dosyası oluşturma, daha önceden üzerinde çalışılan bir proje dosyasını tekrar çağırma işlemlerinin yapılmasını sağlar.
News (Yenilikler)	Proteus programı yeniliklerini anlatan video linklerinin bulunduğu kısımdır.

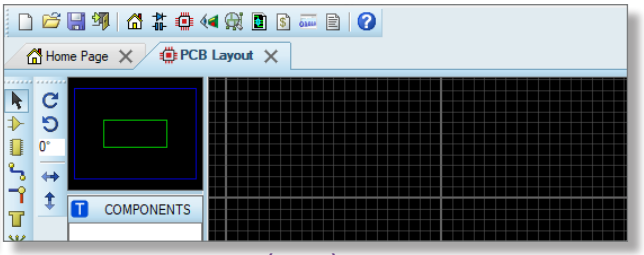
Görsel 2.78'de seçilen uygulamanın yeni bir sekme olarak açıldığı gösterilmiştir. Hangi ortamda çalışılacak ise o sekmeye tıklanır ve istenilen programa geçiş sağlanır. Schematic Capture sekmesine tıklandığında Görsel 2.79'daki gibi ISIS programı; PCB Layout sekmesine tıklandığında Görsel 2.80'deki gibi ARES programı menü ve araç düğmeleri ekrana gelir.



Görsel 2.78: Proteus ana sayfasında açılan sekmeler



Görsel 2.79: Schematic capture (ISIS) ekranı



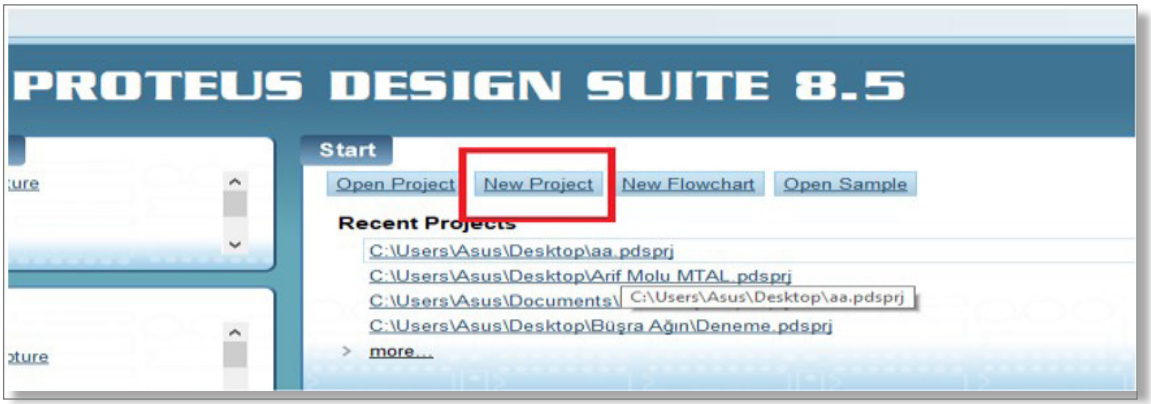
Görsel 2.80: PCB layout (ARES) ekranı

Schematic Capture (ISIS) Ortamının Çalıştırılması

ISIS ortamı; Proteus'un devre çizim, simülasyon ve analiz kısmıdır. Aşağıdaki adımlar takip edildiğinde bir proje adı ile ISIS (isteğe göre ARES) üzerinde çalışılmaya hazır hâle gelir.

Proje dosyası oluşturma adımları şunlardır:

1. Proteus programı çalıştırılır. Açılan başlangıç ekranındaki start bölümünde bulunan "New Project" seçilir (Görsel 2.81).



Görsel 2.81: Proteus başlangıç ekranı

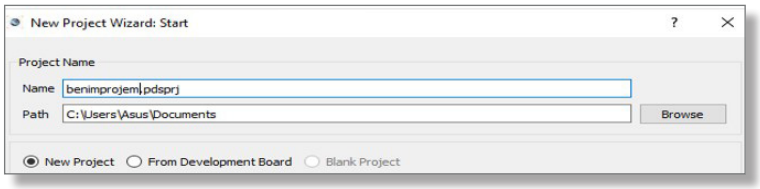
2. Name: “Projeye verilecek isim yazılır”, Path: “Projenin kaydedileceği klasör belirlenir”, Next butonuna basılır (Görsel 2.82).

3. Görsel 2.83’te gösterilen “New Project Wizard Schematic Design” penceresi gelecektir. Bu pencere üzerinde bulunan “Do not create a schematic” seçeneği tercih edilirse, proje dosyasında şema çizimi (yani ISIS dosyası) olmayacaktır. Bu yüzden, “Create a schematic from the selected template” seçeneği tercih edilir. DEFAULT (Varsayılan) seçilir. Next butonuna basılarak sonraki adıma geçilir.

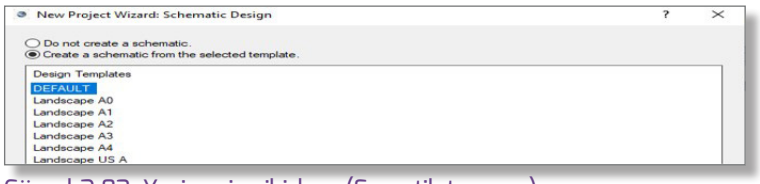
4. New Project Wizard: PCB Layout penceresi ile projenin ARES için çalışma alanı oluşturulabilir. “Do not create a PCB Layout” seçeneği tercih edilirse proje dosyası adı altında sadece ISIS dosyası oluşturulur, ARES dosyası oluşturulmaz. “Create a PCB Layout from the selected template” seçeneği onaylanırsa PCB çalışma alanının hangi özelliklerde olacağı “Layout Templates” kısmından seçilir. Değişiklik yapılmak istenmiyorsa yine DEFAULT (Varsayılan) seçilir ve Next butonuna basılarak sonraki adıma geçilir (Görsel 2.84).

5. Açılan New Project Wizard: Firmware sayfasında No Firmware Project seçeneği seçilip Next butonuna basılarak son adıma geçilir (Görsel 2.85).

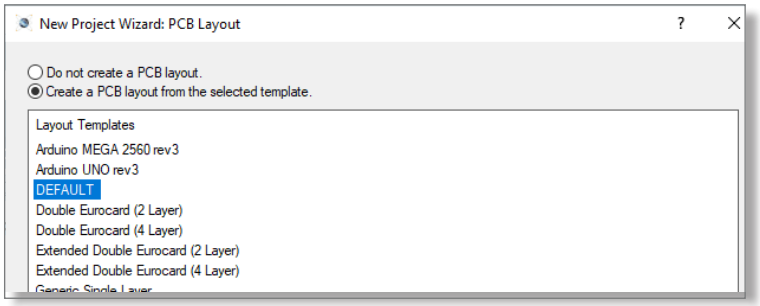
6. Son olarak “New Project Wizard: Summary” penceresi açılır (Görsel 2.86). Bu pencere oluşturulan proje dosyası ile ilgili özet bilgi verir. “Finish” butonuna tıklandığı anda Proteus proje dosyası oluşturulmuş olacaktır.



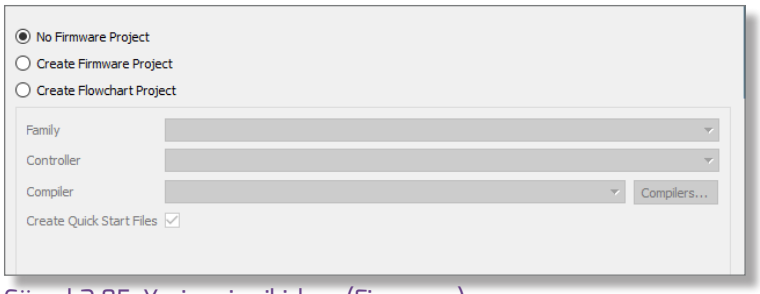
Görsel 2.82: Yeni proje sihirbazı (Başlat)



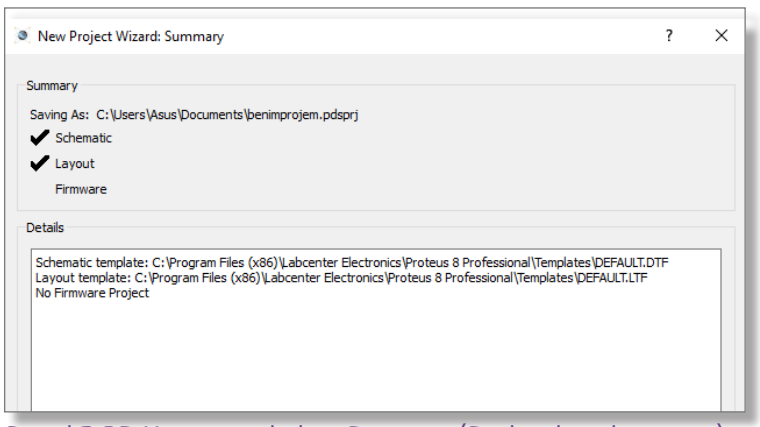
Görsel 2.83: Yeni proje sihirbazı (Şematik tasarım)



Görsel 2.84: Yeni proje sihirbazı PCB layout (ARES)



Görsel 2.85: Yeni proje sihirbazı (Firmware)

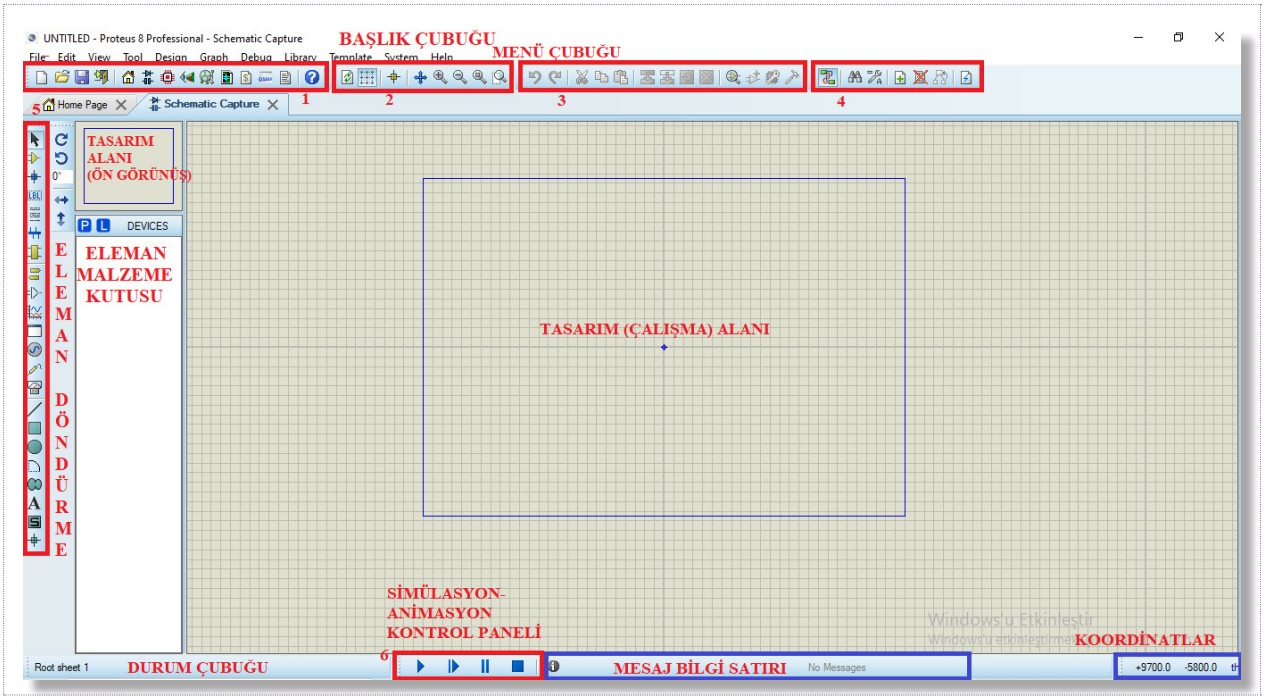


Görsel 2.86: Yeni proje sihirbazı Summary (Seçilen dosyaların özeti)

ISIS Programı Ekranı

ISIS ortamı, Görsel 2.87'de gösterildiği gibidir. En üstte başlık çubuğu yer almaktadır. Hemen altında 11 tane menünün yer aldığı menü çubuğu bulunur. Menü çubuğunun altında araç çubukları vardır. 6 adet araç çubuğu Şekil 2.7.12'de numaralarla gösterilmiş ve aşağıdaki tabloda isimleri verilmiştir.

ISIS ARAÇ ÇUBUKLARI	
1. File/Project Commands (Dosya/Proje Araç Ç.)	4. Design Tools (Dizayn Araç Çubuğu)
2. Display Commands (Ekran Araç Çubuğu)	5. Main Modes (Ana Modlar/Araç Çubuğu)
3. Editing Commands (Düzen Araç Çubuğu)	6. Animasyon Kontrol Paneli (Animasyon Araç Ç.)



Görsel 2.87: Schematic capture (ISIS) ortamı ekran görüntüsü

Tasarım Alanı (Ön Görünüş)	Tasarım alanı içerisine yapılan çalışmanın küçültülmüş hâli, çalışma boyunca gözlemlenir. Buradaki mavi renkli dikdörtgen, tasarım alanını; yeşil renkli dikdörtgen ekranda görüntülenen tasarım kısmını ifade eder. Fare göstergesi bu pencere içerisine götürülüp bir kere sol tıklandığında tasarım alanı içerisinde istenilen bölge, ekranda görüntülenebilir. Çok büyük veya karışık bir elektronik devrede "View - Zoom İn" (F6) ile tasarım alanı büyütülerek görüntülenebilir.
Eleman Malzeme Kutusu 	"P" ve "L" düğmeleri, eleman çağırmak ve kütüphane yönetimi amacıyla kullanılır. P düğmesine bir kere sol tıkladığınızda karşınıza ISIS ortamında bulunan bütün kütüphaneler ve devre elemanları gelecektir.
Eleman Döndürme Araç Düğmeleri	Seçilen bir elemanın yönünü değiştirmek, elemanı yatay ve dikeyde döndürmek amacıyla kullanılmaktadır.

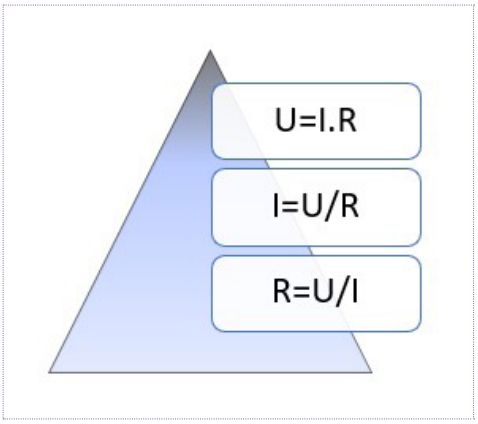
Simülasyon Kontrol Paneli 	Tasarım alanındaki devreyi çalıştırmak, adım adım çalıştırmak, çalışmayı duraklatmak ve çalışmayı durdurmak amacıyla kullanılır.
Mesaj Bilgi Satırı	Yapılan simülasyonda iletilmesi gereken bir uyarı ya da hata mesajı varsa onu "Simulation Errors" sekmesi altında listeler.
Durum Çubuğu	O anda yapılan işle ilgili kullanıcıyı bilgilendirir. Ayrıca araç düğmelerinin üzerine fare göstergesi ile gelince, menü seçeneğinin ve araç düğmesinin görevine dair bilgi vermektedir.
Koordinatlar	Fare göstergesi tasarım alanında iken göstergenin pozisyonu hakkında bilgi verir. Tasarım alanının tam ortası, koordinatların orijin noktasını oluşturmaktadır.

2.6.2 Analog Test Cihazları ve Devre Elemanları

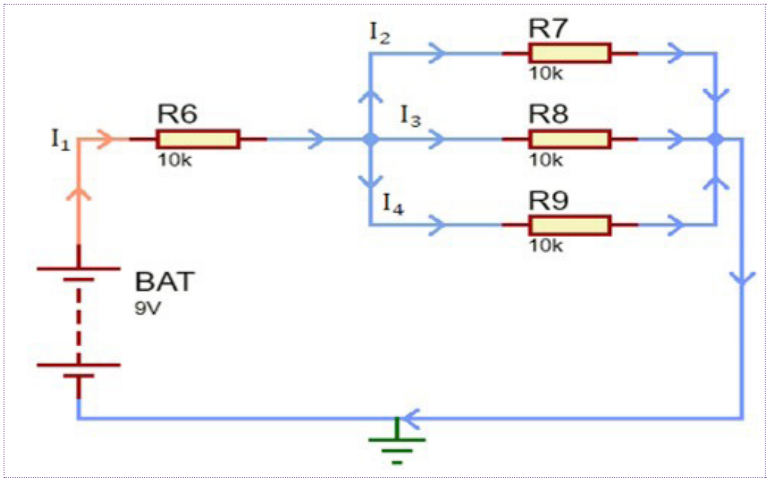
Elektrik elektronik devrelerinin kavranmasında son derece önemli olan Ohm kanunu, Kirşof akım ve gerilim kanunlarının ispatı ISIS programı kullanılarak yapılabilir. Bunun için öncelikle temel elektronik kanunlar hakkındaki bilgilerin hatırlanması gerekir.

- Bir elektrik devresinde akım (I), gerilim (V, U) ve direnç (R) arasındaki bağlantıyı veren kanuna Ohm Kanunu adı verilir. Elektriğin en temel kanunu olan Ohm Kanunu'na göre; akım ve direnç ters orantılı, gerilim bu ikisine doğru orantılı olacak şekilde değişim gösterir (Görsel 2.88).
- Kirşof akım kanununa göre bir elektrik devresinde bir noktaya giriş yapan akımların toplamı, o noktadan çıkan akımların toplamına eşittir (Görsel 2.89).
- Kirşof gerilim kanununa göre bir elektrik devresinde seri bağlı dirençlere düşen gerilimlerin toplamı devreye uygulanan gerilime eşittir. Kapalı bir elektrik devresinde toplam gerilim sıfırdır. Ya da kaynak tarafından oluşturulan gerilimin toplamı, alıcılar üzerine düşen gerilimlerin toplamına eşittir.

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$



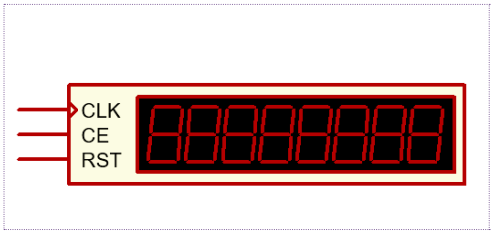
Görsel 2.88: Ohm kanunu denklemi



Görsel 2.89
Kirşof'un akımlar kanununu gösteren ISIS devresi

2.6.3 Dijital Test Cihazları ve Devre Elemanları

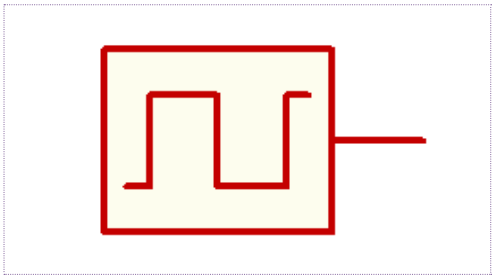
Dijital devreye test aygıtlarının bağlanması ve dijital devrenin çalıştırılması için dijital test aygıtlarının tanınması ve kullanımının bilinmesi gerekmektedir. Dijital test aygıtları aşağıdaki gibidir.



Görsel 2.90: Counter timer

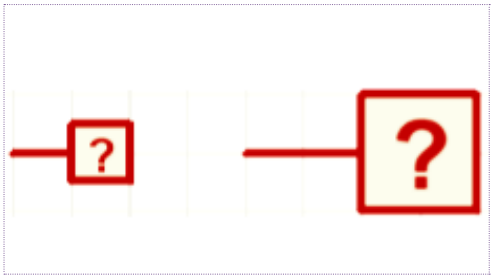
Dijital Zaman Sayıcı (Counter Timer)

Counter timer dijital cihazı, çok amaçlı olarak kullanılabilir. Zaman aralıklarını ölçebildiği gibi frekans ve pals sayısını da ölçebilir. Dijital zaman sayıcılar genellikle CLK girişine bağlanan hattaki lojik sinyalin değişim sayısını ölçme ve ekranında dijital olarak gösterme amaçlı kullanılır. CE pini; frekans sayıcının Control Enable'ıdır. Yani aktif etme ucudur. RST pini ise reset etme girişidir (Görsel 2.90).


Görsel 2.91: Saat üreteci

Saat Üreteci (Clock)

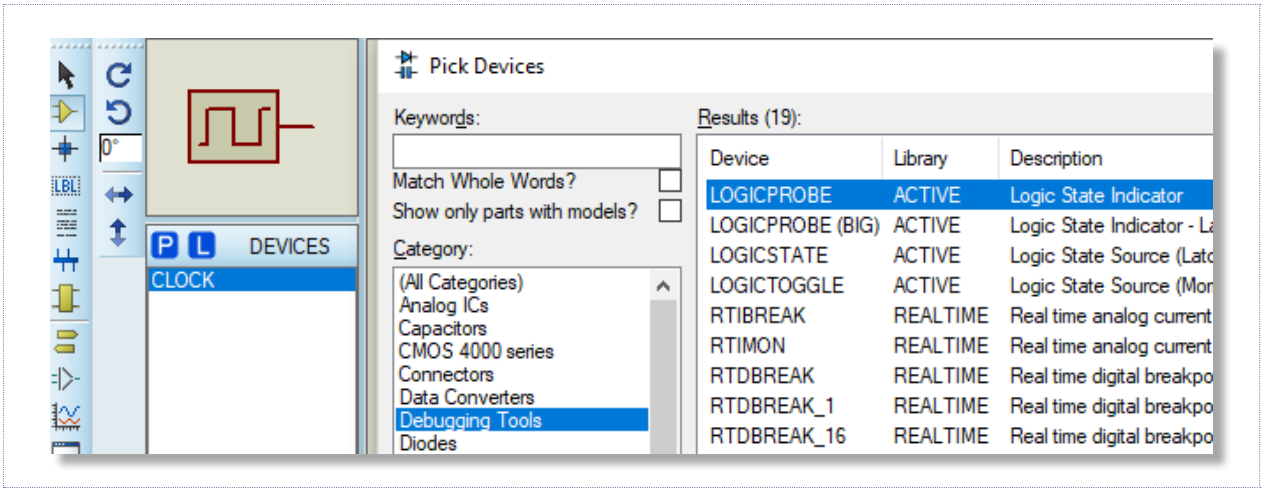
Özellikle lojik devreler için istenilen frekansta ve sabit genlikte kare dalga sinyali üretmek için kullanılır (Genlik 5 volttur). Görsel 2.91'de clock üretecinin tasarım alanındaki şekli görülmektedir. Bu şekilden de görüldüğü üzere tek pini vardır ve bu pin sinyalin uygulanacağı yere bağlanır. Bu component kütüphane içerisinde "Simulator Primitives" kategorisi altında bulunmaktadır.


Görsel 2.92: Lojik problar

Lojik Prob ve Büyük Lojik Prob (Logicprobe)

Bu komponent lojik devrelerde kullanılır ve bağlandığı noktanın lojik seviyesini gösterir. İki çeşidi vardır. Bunlar: LOGICPROBE ve LOGICPROBE (BIG)'dir. Bu iki komponentin sadece boyut farkı vardır. Kullanım ve işlev bakımından farkları yoktur. Görsel 2.92'de tasarım alanına çağrılan lojik problar görülmektedir.

Bu komponentlerin her ikisi de kütüphane içerisinde Görsel 2.93'de gösterilen "Debugging Tools" kategorisi altında bulunmaktadır.



Görsel 2.93: Debugging tools

Lojik problar simülasyon esnasında bağlandıkları noktanın lojik seviyesini Görsel 2.94'de gösterildiği gibi kırmızı lojik 1, mavi ise lojik 0'ı temsil etmektedir.



Görsel 2.94
Lojik propların simülasyon görüntüsü

Lojik Durum (LOGICSTATE)

Bu komponent lojik devrelerde kullanılır ve bağlandıkları noktaya lojik sinyal uygular. Tasarım alanına ilk çağrıldığında da mavi renklidir ve lojik 0 seviyesindedir. Simülasyon başladıktan sonra, eğer fare göstergesi ile üzerine gidilip sol tıklama yapılırsa kırmızı rengi alır ve lojik 1 sinyali vermeye başlar. Yapılan her bir tıklamada lojik durumu değişir. Lojik toggle'dan farkı, üzerine tıklandıktan sonra aldığı konumda kalmasıdır. Görsel 2.95'te bu iki durum görülmektedir. Kütüphane içerisinde, "Debugging Tools" kategorisi altında bulunmaktadır.



Görsel 2.95: Logicstate

Lojik Düğme (LOGICTOGGLE)

Bu komponent, işlev bakımından lojik state ile aynıdır. Tek farkı, fare göstergesi ile üzerine gelinip basıldığı süre boyunca konum değiştirmesi ve farenin sol butonu bırakılınca eski konumuna dönmesidir. Fare göstergesi ile üzerine gelinip sol tuşa basıldığı müddetçe lojik 1 seviyesine gelir. Sol tuş bırakıldığı anda lojik 0 seviyesine tekrar döner (Aynı push-butonlar gibidir). Görsel 2.96'da bu iki durum görülmektedir. Bu komponent kütüphane içerisinde, "Debugging Tools" kategorisi altında bulunmaktadır.



Görsel 2.96: Logictoggle

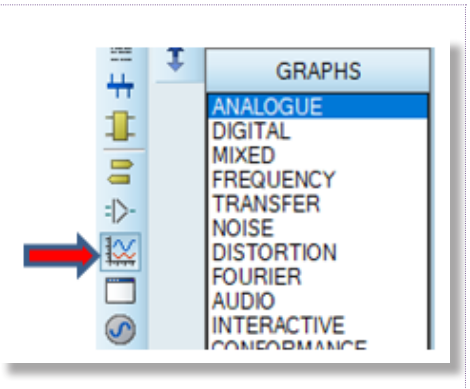
Grafik Tabanlı Simülasyon

ISIS programının diğer bir özelliği de grafik tabanlı simülasyonları desteklemesidir. Ayrıca ISIS ortamında oluşturulan grafikler en ufak detaya kadar sinyali izleme ve ölçme imkânı vermektedir. ISIS ortamında herhangi bir elektronik devrede grafik oluşturmak için şu yol izlenir:

Tasarım alanına devre oluşturulur.

- Devrede gereken yerlere sinyal üreteçleri, ölçülecek noktalara ise test probları bağlanır.
- Oluşturulmak istenen grafik türü belirlenir ve tasarım alanına yerleştirilir.
- Grafiğin çizim noktaları belirlenir.
- Simülasyon başlatılır.

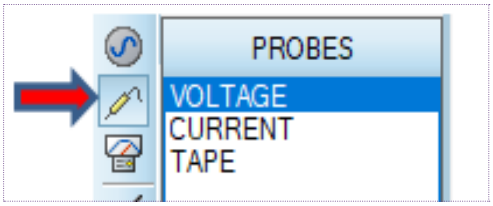
ISIS programında oluşturabileceğiniz grafik türlerini görmek için, "Gadgets" (aygıtlar) araç çubuğu üzerinde bulunan Graph Mode düğmesine basınız. Kullanıcı eleman kutusunda "GRAPHS" başlığı altında Görsel 2.97'de gösterildiği gibi oluşturabileceğiniz grafiklerin isimleri listelenecektir.



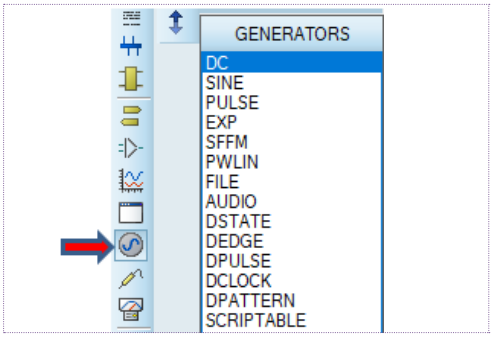
Görsel 2.97: Grafik türleri

Bu listedeki grafik türlerinden bazıları aşağıdaki gibidir.

Analogue	Zamana bağlı olarak gerilim ve akım grafikleri çizilir.
Digital	Lojik devrelerde x ekseni zamanı, y ekseni de lojik seviyeyi gösterecek şekilde grafik oluşturur.
Mixed	Analog ve dijital sinyalleri aynı grafikte birleştirir.
Frequency	Bir eksende frekans, diğerinde gerilim veya akım kazancı olacak şekilde grafik çizilir.
Transfer	Yarı iletkenlerin karakteristik eğrilerini elde etmek amacıyla kullanılabilir.
Noise	Yarı iletkenlerin çalışmasıyla ortaya çıkan termal gürültü incelenebilir.



Görsel 2.98: Probe mode



Görsel 2.99: Sinyal üreteçleri



Görsel 2.100: VTERM cihazı

Prop ve Üreteçler

Grafik tabanlı simülasyonlarda grafiği çizdirebilmek için prop ve üreteç adı verilen komponentler kullanılır. Problar ölçüm noktalarına, üreteçler ise genellikle devre girişine sinyal uygulanırken kullanılır.

Problar

Problar devrede bağlı bulunduğu noktanın zamana göre ölçülmesi ve kayıt altına alınması için kullanılır. Bu problar, Görsel 2.98'de görülen gadgets (aygıtlar) araç çubuğu üzerinde "Probe Mode" düğmesi altında bulunur.

ISIS programında iki tip prob ve bir adet de tape adı verilen kaydedici vardır.

Voltaj Probu: Analog simülasyonda gerçek değeri, dijital simülasyonda ise lojik seviyeyi kaydeder. Probe Mode düğmesine basılarak malzeme kutusunda listelenen problardan voltage isimli olanı tasarım alanına taşınır.

Akım Probu: Yalnızca analog simülasyonda kullanılabilir. Ölçümün yönü grafik oluşturulurken belirtilir. Probe Mode düğmesine basılarak malzeme kutusunda listelenen problardan current isimli olanı tasarım alanına taşınır.

Devrenizde kullandığınız problar için düzenleme moduna geçerek, istediğiniz ismi verebilirsiniz. Karşınıza gelen düzenleme penceresini kullanarak, bir dosya tanımlayıp ölçtüğü değerleri bu dosyada kayıt altına alabilirsiniz.

Üreteçler

ISIS programında bulunan üreteçler, bağlandıkları noktada sinyal üretmek üzere kullanılır. Araç çubuğu üzerinde bulunan Generator Mode düğmesine basılınca, eleman kutusunda sinyal türleri listelenir. Bu durum Görsel 2.99'da gösterilmektedir.

Vterm Cihazı (VIRTUAL TERMINAL – TELETYPE TERMINAL)

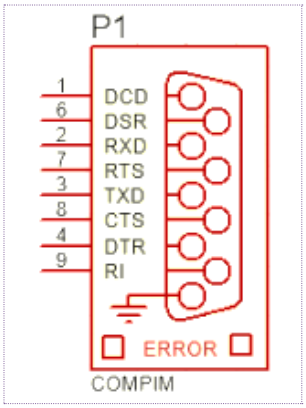
Sanal terminal anlamına gelen VTerm, seri iletişim arabirimidir.

Simülasyon sırasında klavye kanalı ile seri data üretebilir.

RS232 asenkron formatına uygun data alabilir, verebilir; aldığı, verdiği datayı istenilen formatta (ASCII veya HEX) gösterebilir. Görsel 2.100'de ISIS ortamında VTERM cihazının görünümü verilmiştir.

COMPIM (SERIAL PORT MODEL)

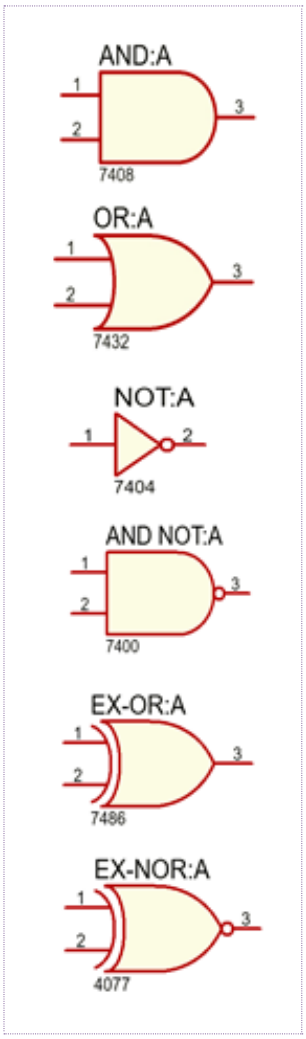
Bu komponent aracılığı ile ISIS ortamı kullanılarak tasarlanmış olan ve RS232 standardında iletişim sağlayan bütün devreler simüle edilebilir. COMPIM komponenti, bilgisayarın arkasındaki seri portun birebir aynısının tasarım alanına çağrılmış ve kullanıma sunulmuş hâlidir (Görsel 2.101).



Görsel 2.101: COMPIM

2.6.3.5 Isıs'te Bulunan Lojik Kapılar

AND (VE, ÇARPMA) Kapısı	İki anahtarı seri bağlayarak ya da değişik transistörlerle VE entegresi oluşturulabileceği gibi doğrudan 7408 entegresini kullanarak da devre kurulabilir. Devices (elemanlar kutusu) kısmında bulunan P butonuna tıklandığında Pick Devices (eleman kütüphanesi) açılır. Bu pencerenin sol üstünde bulunan Keywords bölümüne 7408 yazılarak AND kapısı seçilir. AND kapısının ISIS'teki görüntüsü Görsel 2.102'de görülmektedir.
OR (VEYA, TOPLAMA) Kapısı	Mantıksal VEYA entegresi 7432 entegresi olarak bilinir (Görsel 2.102). Eleman kütüphanesinden 7432 yazılarak devre elemanı çağırılır.
NOT (DEĞİL) Kapısı/AND NOT (VE DEĞİL) Kapısı	Mantıksal DEĞİL entegresi 7404 entegresi olarak bilinir (Görsel 2.102). Mantıksal VE DEĞİL entegresi ise 7400 entegresidir. Eleman kütüphanesinden açılan keywords boşluğuna entegre isimleri yazılarak seçilir.
ÖZEL VEYA Kapısı (EX-OR)	Mantıksal DEĞİL entegresi 7486 entegresi olarak bilinir (Görsel 2.102). Eleman kütüphanesinden açılan keywords boşluğuna 7486 yazılarak ex-or kapısı seçilir. 74HC85 serisi çizim esnasında tercih edilebilir.
ÖZEL VEYA DEĞİL Kapısı (EX-NOR)	Mantıksal DEĞİL entegresi 4077 entegresi olarak bilinir (Görsel 2.102). Eleman kütüphanesinden açılan keywords boşluğuna 4077 yazılarak ex-nor kapısı seçilir.



Görsel 2.102: Kapıların ISIS görünümleri

Lojik kapıların giriş ve çıkış değerleri aşağıda görüldüğü gibidir.

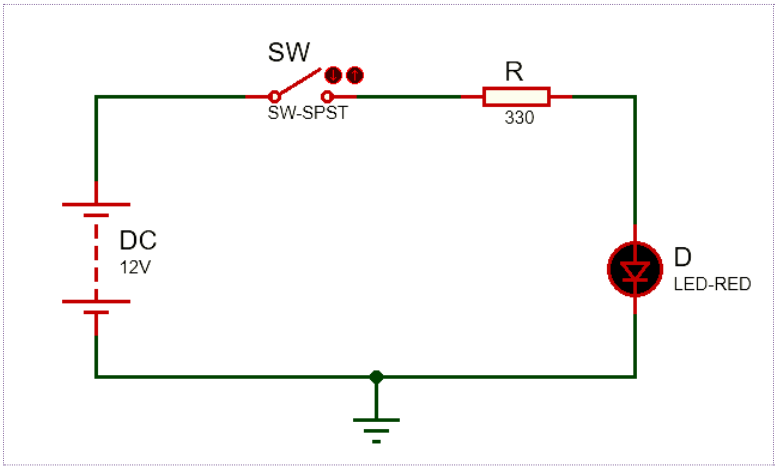
AND Kapısı			OR Kapısı			AND NOT Kapısı			EX-OR Kapısı		
Giriş (1)	Giriş (2)	Çıkış (3)	Giriş (1)	Giriş (2)	Çıkış (3)	Giriş (1)	Giriş (2)	Çıkış (3)	Giriş (1)	Giriş (2)	Çıkış (3)
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0

UYGULAMA 2.26 SİMÜLASYON PROGRAMI MENÜ İŞLEMLERİ

AMAÇ

Elektronik simülasyon programını kurmak ve çalıştırmak. ISIS Programında basit bir elektronik devre çizmek. Çizilen devreyi çalıştırmayı ve çalışan devreyi durdurmayı öğrenmek. Çizim alanının boyutunu ayarlamayı öğrenmek.

2.7/1.1 A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.103: Devrenin ISIS görüntüsü

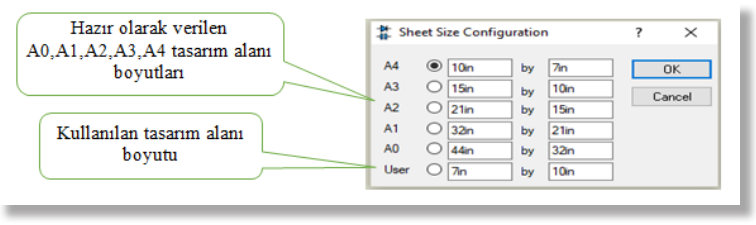
2.7/1.2. B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Elemanın Adı	Keywords Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	BATTERY	DC-12 V	1 adet
Direnç	MINRES330R	330 Ω	1 adet
Anahtar	SWITCH		1 adet
LED	LED-RED		1 adet

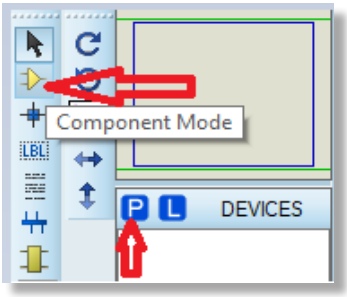
C. İşlem Basamakları

1. Daha önce anlatılan proje dosyası açma adımlarını takip ederek bir proje dosyası oluşturunuz.
2. Çalışma alanının boyutunu ayarlamak için System menüsünden Set Sheet Sizes'ı seçiniz.
3. Ekrana gelen pencereden hazır çalışma alanlarından birini seçiniz.

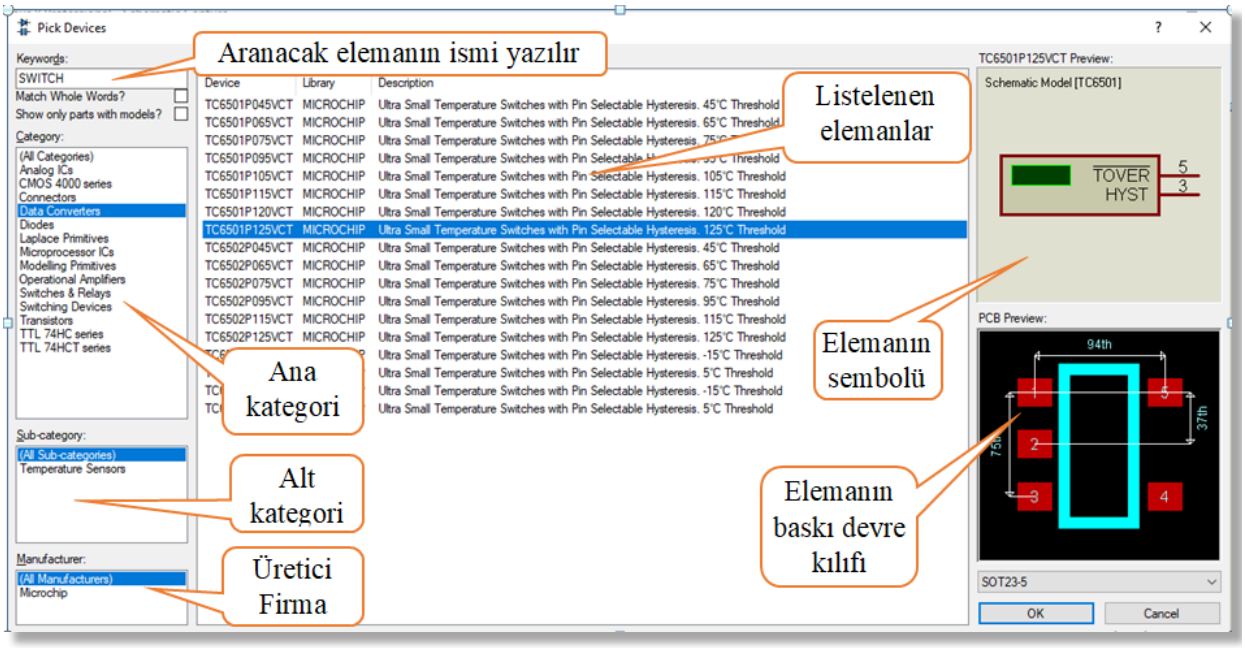
NOT: Standart boyutları kullanmak istemezseniz User kısmından yeni bir çalışma alanı da oluşturabilirsiniz. Uzunluk birimi olarak inç verildiğini unutmayınız. (1 inch = 2,54 cm)



4. Elemanları, eleman kutusuna almak için programın sol tarafında bulunan tasarım araç çubuğundan COMPONENT MODE'u seçiniz. Eleman kutusunun üst tarafında bulunan P harfine basınız.



5. KEYWORDS kısmına Görsel2.103'te görülen eleman isimlerini tek tek yazınız. Seçtiğiniz elemanın üzerine çift tıklayarak tüm devre elemanlarını eleman kutusuna toplayınız.

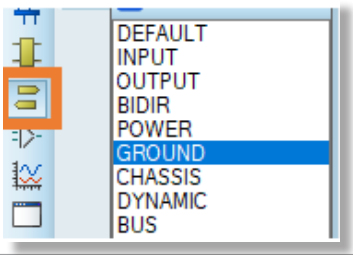


6. Eleman kutusuna alınan devre elemanlarını, çizim (tasarım) alanına yerleştiriniz.

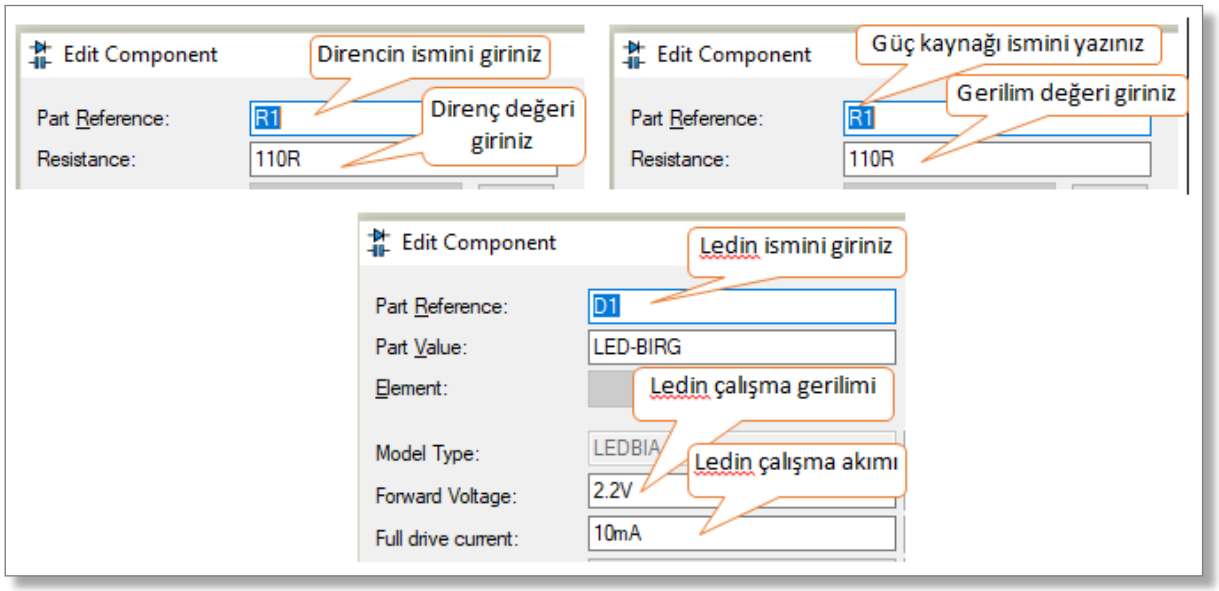
7. Yerleştirilen elemanların bağlantılarını yapınız. Bunun için fare göstergesini direncin bir pini üzerine getiriniz ve sol tuşa basıp bırakınız. Fare göstergesini diğer bir direncin pini üzerine sürükleyiniz ve yine sol tuşa basınız. İki eleman arasındaki iletken bağlantısı böylelikle yapılmış olur.

NOT: Bir pinden bir iletkene bağlantı yapılacak ise fare göstergesi önce eleman pini üzerine götürülür ve kalem şeklini alır. Sol tuşa basıp bırakılarak iletkene doğru sürüklenir. İletkenin üzerine gelince fare göstergesi tekrar saydam kırmızı bir renk almalıdır. Sol tuşuna basılıp bırakıldığı anda bağlantı tamamlanmış olur.

8. Devreye şase bağlantısı yapmak için ISIS programının sol tarafında bulunan araç çubuklarından TERMİNAL MODE araç çubuğundaki GROUND elemanını seçiniz.



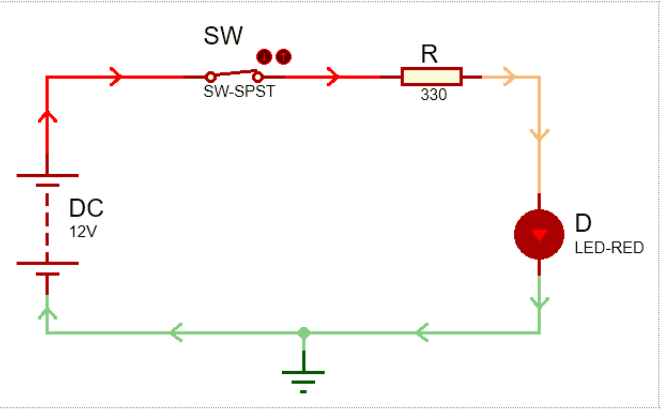
9. Devrede kullanılan elemanların özelliklerini (adını, değerini) değiştirmek için, elemanın üzerine mouse ile gelip önce sağ sonra sol tuşunu tıklayınız. Karşınıza edit component penceresi gelecektir. İstenen değerlere göre elemanların adını ve değerini değiştiriniz.



10. Devrenin çizimi Görsel 2.103'teki gibi tamamlayınız. Play butonuna basarak devreyi çalıştırınız.

11. Anahtar kapalı iken üzerinden akım geçeceği için LED yanacak, açık iken LED sönecektir (Görsel 2.104). Devrenin çalışmasını durdurmak için Stop butonuna basınız.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç



Görsel 2.104: SW anahtarı kapatılıp devre çalıştırıldığında devrenin görüntüsü

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

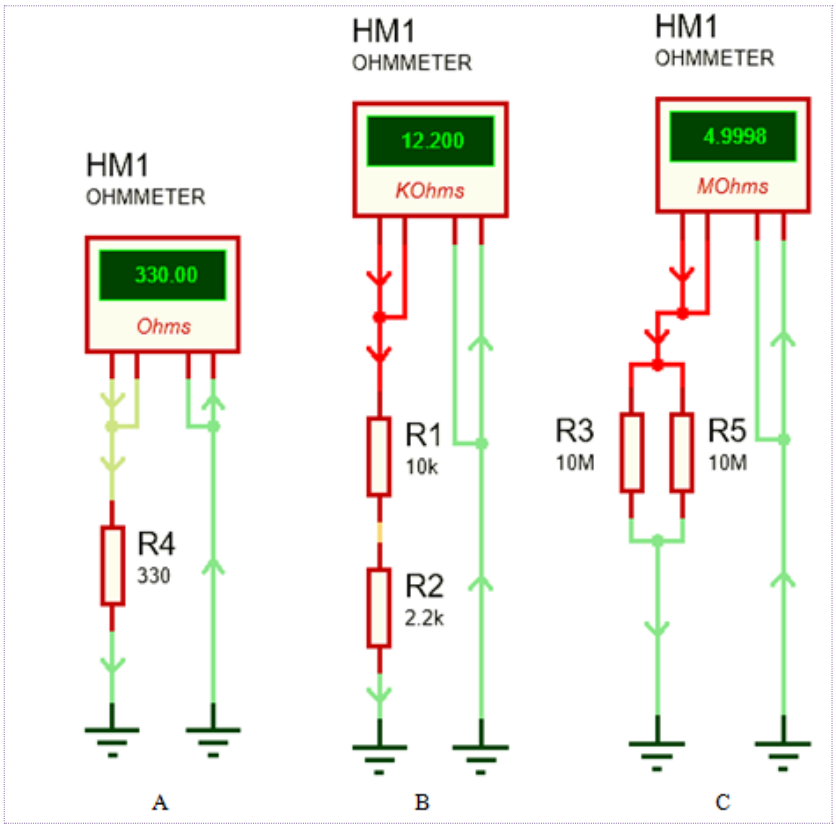
UYGULAMA 2.27 ANALOG TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI

AMAÇ

Ohmmetre bağlantısı yapmak ve direnç ölçmeyi öğrenmek,tasarım alanına text (metin) eklemek

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

ISIS programında bulunan ohmmetrenin 4 ucu vardır. Şekil 2.105'tee görüldüğü gibi ohmmetrenin sağdaki iki ucu şaseye bağlanır. Soldaki 2 ucu ise birbirine bağlanır. Ölçülecek direncin bir bacağı birbirine bağlanan bu noktaya, diğer bacağı da şaseye bağlanarak ölçüm gerçekleştirilir.



Görsel 2.105: ISIS'te direnç ölçümü

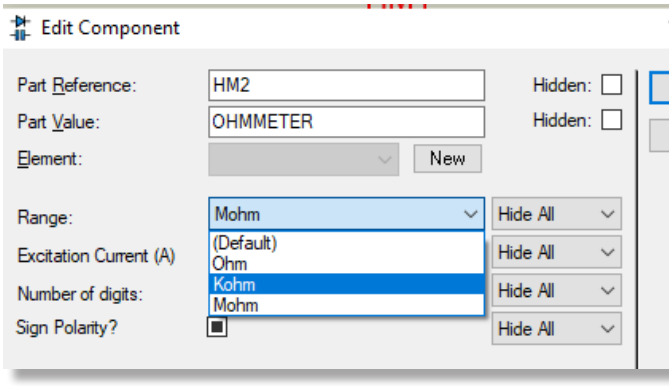
B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Elemanın Adı	Kütüphane
Ohmmetre	Transducers >> Temperature >> OHMMETER
Direnç	MINRES330R (330 Ω, 10 k, 2,2 k, 10 M)
Şase	Terminal Mode >> GROUND

C. İşlem Basamakları

1. Devre elemanlarını alınız ve çizim alanına taşıyarak çiziniz.

2. B şeklinde kullanılan Ohmmetrenin kademesini Kohm kademesine almak için, ohmmetrenin üzerine çift tıklayınız. Ekrana gelen pencereden Kohm kademesini seçiniz. OK butonuna basınız.



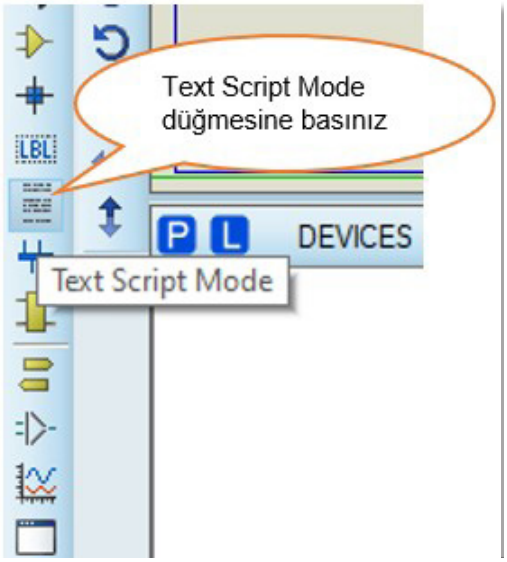
3. C şeklinde kullanılan Ohmmetrenin kademesini Mohm kademesine almak için, ohmmetre üzerine çift tıklayarak Mohm kademesi seçilir.

4. Play butonuna basarak devreyi çalıştırınız.

5. Verilen ölçüm değerlerini elde ediniz.

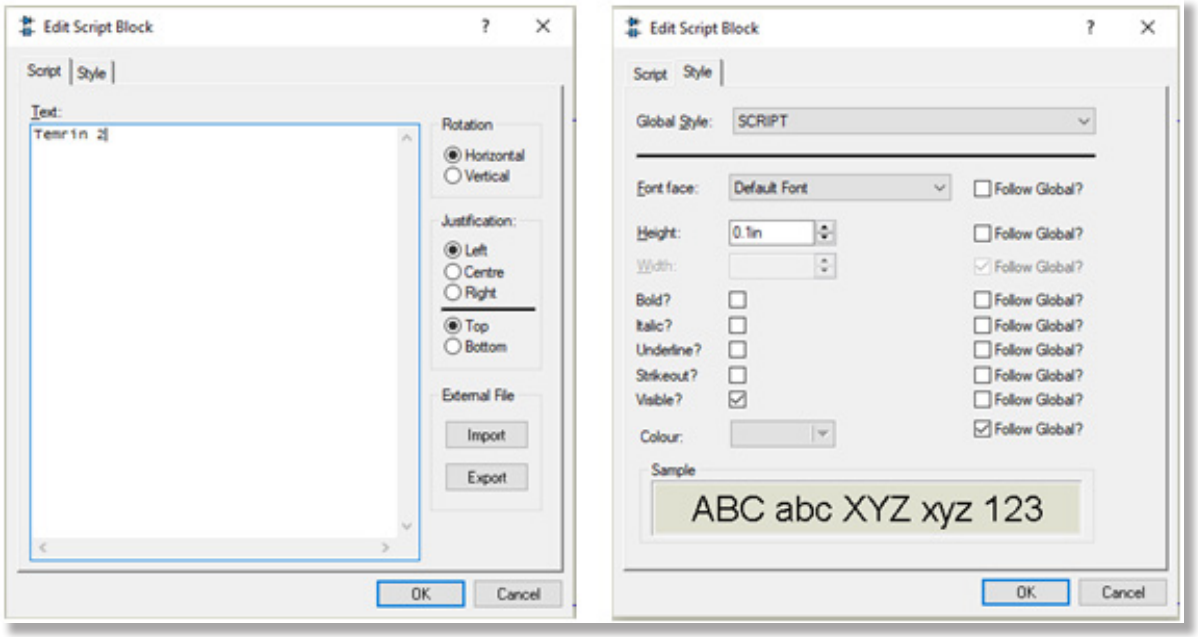
A Şekli	B Şekli	C Şekli
330 Ω	12.2 KΩ	5 MΩ

6. Bir devre şeması oluşturulduğunda, bu şemaya ait bir takım bilgilerin(devrenin özellikleri, devreyi çizen kişinin adı vb.) şema üzerinde bulunması gerekebilir. Tasarım alanına aşağıdaki adımları takip ederek metin ekleyiniz.



7. Fare göstergesini tasarım alanı üzerinde, metin eklemek istediğiniz yere götürünüz ve sol butona basınız.

8. Karşınıza gelen pencereyi kullanarak yazmak istediğiniz metni giriniz ve daha sonra aynı pencerede "Style" düğmesine basarak özelliklerini belirleyiniz.



9. "OK" düğmesine basarak bu pencereyi kapatınız.

10. Tasarım alanınıza metninizin sizin belirlediğiniz özelliklere göre yerleştiğini görünüz. Yazılan metinlerin taşınması, silinmesi, kopyalanması aynı elemanlarda olduğu gibidir.



Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

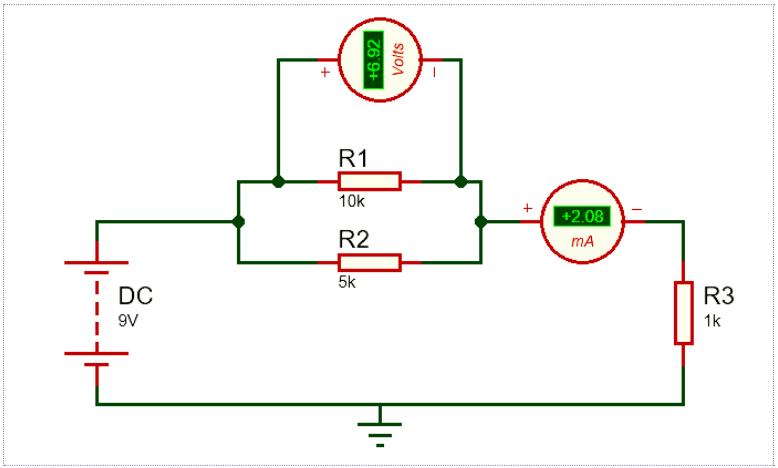
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.28 SİMÜLASYON PROGRAMI MENÜ İŞLEMLERİ

AMAÇ

ISIS programını kullanarak çizilen devreye Voltmetre ve Ampermetre bağlamayı öğrenir. Devre elemanlarının gerilim ve akımlarını ölçmeyi öğrenir. Devre elemanlarını döndürmeyi öğrenir. Devreden geçen akım yönünü görmeyi öğrenir.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.106: ISIS'te kurulan devre şeması

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

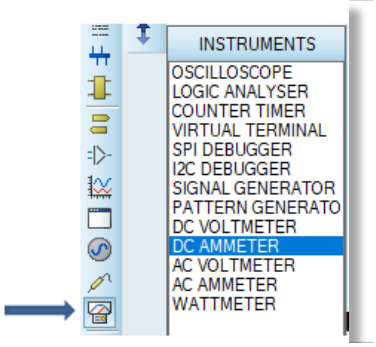
Elemanın Adı	Keywords Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç	Resistors (generic)	10 kΩ, 5 kΩ, 1 kΩ	3 adet
Güç Kaynağı	Generator Mode >> DC	9 V	1 adet
Power	Terminal Mode >> POWER	DC, 9 V	1 adet
Şase	Terminal Mode >> GROUND		1 adet
Voltmetre	Virtual Instruments Mode >> DC Voltmeter		1 adet
Ampermetre	Virtual Instruments Mode >> DC Ammeter		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Şekildeki devrenin elemanlarını kütüphaneden seçiniz. Devreyi kurunuz.
2. Dirençlerin değerlerini devredeki gibi ayarlayınız.
3. Elemanların değerini ve isminin değiştiriniz.
4. Voltmetre ve ampermetre almak için, tasarım araç çubuklarının Virtual Instruments Mode klasörünü (ISIS programının ölçü aleti kutusudur) tıklayınız.

5. DC VOLTMETER ve DC AMMETER'i seçiniz.

NOT: ISIS programında da günlük hayatta olduğu gibi voltmetreler devreye paralel, ampermetreler devreye seri bağlanır.



6. Ampermetrenin üzerine çift tıklayarak özellikler penceresinden kademeyi 'miliamper' olarak ayarlayınız.

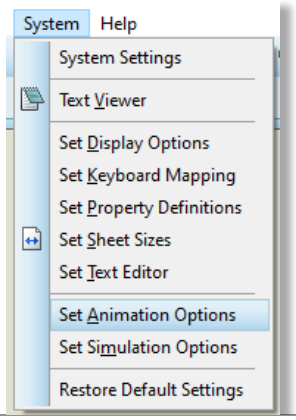
NOT: Ampermetrenin kademesi amperde kalırsa ölçüm yapılamaz. Uygun kademeye getirilmelidir.

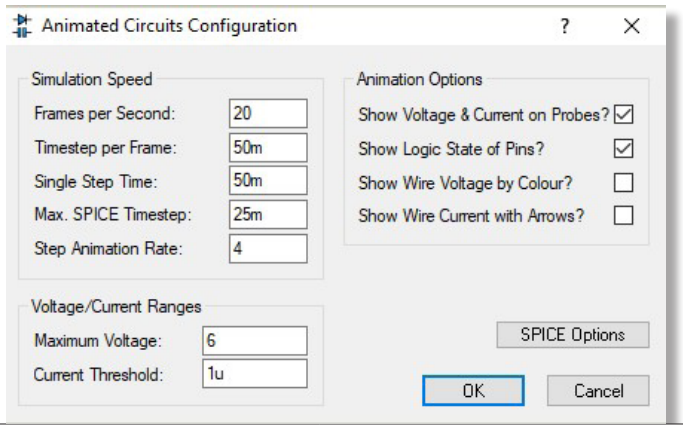
7. Besleme voltajını değiştirerek, R1 üzerinde ölçülen gerilim değerini tabloya yazınız.

Kaynak Gerilimi	Voltmetre ile Ölçülen Gerilim
3 V	
6 V	
9 V	
12 V	

8. Devrenin akım yönlerini ve gerilim renklerini aşağıdaki adımları takip ederek gözlemleyiniz.

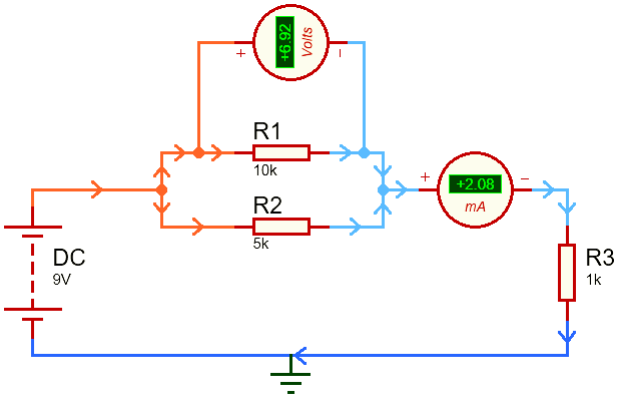
9. "System - Set Animation Options" seçeneklerini çalıştırınız. Karşınıza gelen penceredeki "Animation Options" bölümünden, "Show Wire Current with Arrows" seçeneğini onaylayınız. "OK" butonuna tıklayınız.



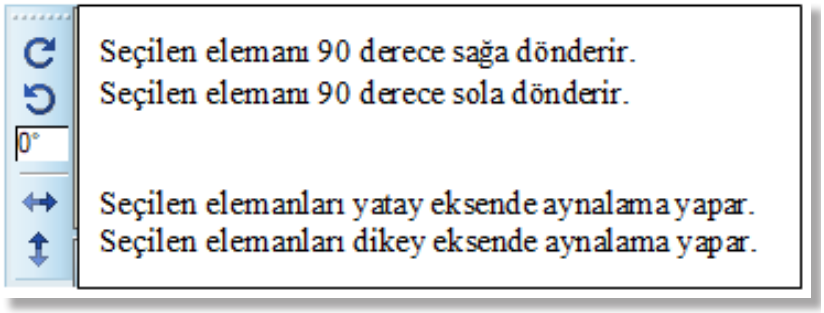


10. Simülasyonu başlatınız. Görselde görüldüğü gibi akım yönlerini gözlemleyiniz.

NOT: Bu özellik genellikle analog devre simülasyonlarında kullanılmaktadır.



11. Devre elemanlarını 90-180 derece, yatay ve dikey aynalama ve istenilen açıda döndürmek için döndürme araç çubuklarını kullanınız.



12. Aynı döndürme işlemlerini, fare ile döndürülecek elemanı sağ tuş yaparak da gerçekleştirebildiğinizi gözlemleyiniz. R3 direncinin değeri değiştirerek ölçülen akım değerini tabloya yazınız.

Kaynak Gerilimi (V)	R3 Direnci	Ölçülen Akım (mA)
12 V	1 kΩ	
	4.7 kΩ	
	10 kΩ	
	33 kΩ	

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

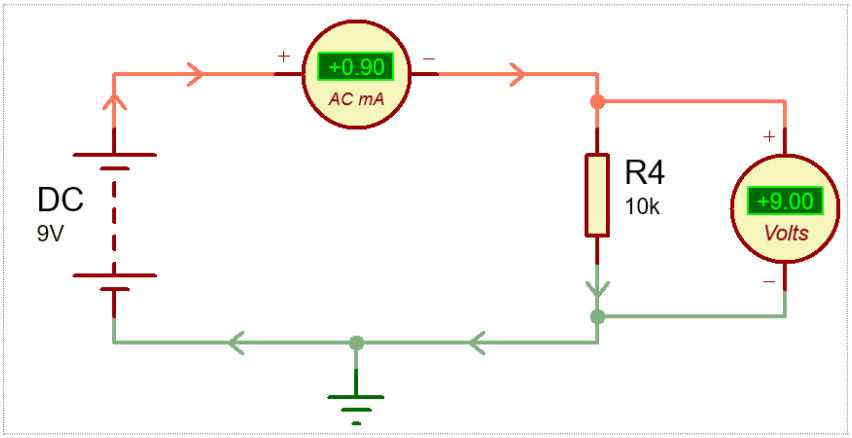
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 2.29 ANALOG DEVRELER İLE İLGİLİ UYGULAMA VE ÖLÇÜMLER

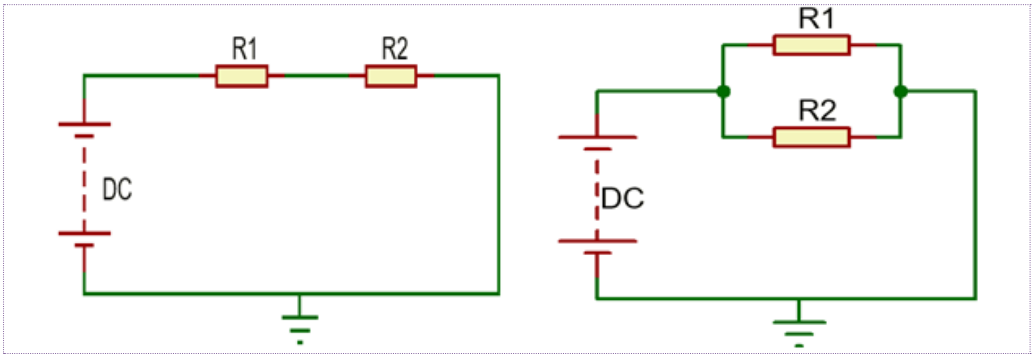
AMAÇ

Ohm kanunu ispatını yapabilecek devre tasarımını yapmak. Tasarımı yapılan devrelere enerji verip çalışma sonuçlarını test cihazlarından takip etmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.107
Test cihazları bağlantı şeması



Görsel 2.108: Diğer devre şemaları

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Elemanın Adı	Keywords Adı	Özelliği	Miktarı
Voltmetre	INSTRUMENTS >> DC Voltmeter		1 adet
Ampermetre	INSTRUMENTS >> DC Ammeter		1 adet
Direnç	MINRES470	10 kΩ	1 adet
Power	BATTERY	DC	1 adet
Şase	Terminal Mode >> GROUND		1 adet
POWER	Terminal Mode >> POWER	DC 5 V	1 adet
ŞASE	Terminal Mode >> GROUND		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. ISIS'te bir proje dosyası açınız.
2. Devre elemanlarını ISIS kütüphanesinden çağırarak tasarım alanına taşıyınız.
3. Tasarım alanına taşıdığınız devre elemanlarının Görsel 2.107'de görüldüğü gibi bağlantıların kurunuz.
4. Devre elemanlarının isimlerini ve değerlerini ayarlayınız.
5. Devreyi play butonuna basarak çalıştırınız.

6. Devreye bağlanan ampermetre ve voltmetrede okunan değerleri tabloya yazınız.

Batarya (V)	Direnç	Ampermetre (mA)	Voltmetre (V)
12 V	10 kΩ		
12 V	6 kΩ		
9 V	10 kΩ		
5 V	10 kΩ		
5 V	20 kΩ		

7. Değişen direnç, akım ve gerilim değerleri arasındaki değişimi gözlemleyiniz. Ohm kanunu formülleriyle ilişkilendiriniz.
8. Görsel 2.108'deki devreleri de kurarak seri ve paralel bağlı dirençler üzerinden geçen akım değişimlerini yorumlayınız.

NOT: Ampermetrede ve voltmetrede değer okunabilmesi için doğru kademenin seçilmesi gerekmektedir.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

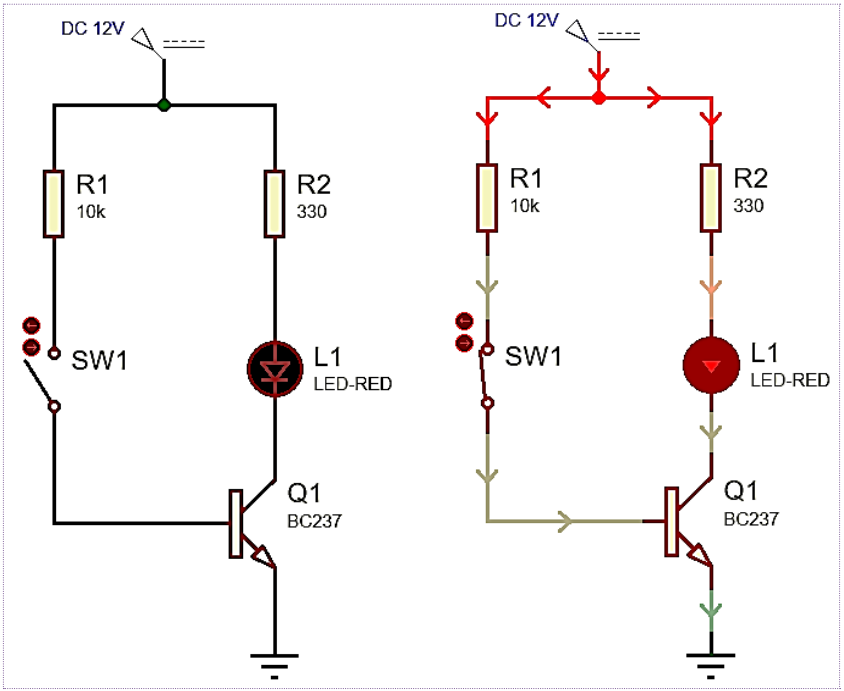
UYGULAMA 2.30 TRANSİSTÖRLÜ DEVRE ÇİZİMİ VE ÖLÇÜMÜ

AMAÇ

Transistörlü bir devre analizi yapmak. Transistörün anahtarlama elemanı olarak kullanılmasını öğrenmek. ISIS'te çizilen bir devreyi PDF formatında kaydetmeyi öğrenmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Transistörlerin PNP ve NPN olarak iki tipi ayrıca Beyz (B), Emiter (E) ve Kolektör (C) olmak üzere üç ucu vardır. Transistörler akım esasına göre çalışır ve beyz akımı ile kolektör-emiter arası akım kontrolü yapar. Beyz ucu duruma göre anahtarlama görevi de yapar. Beyzin doğru yönde polarlandırılması ile transistör iletime geçer ve kolektör emiter arası kısa devre olur. Bu uygulamada aşağıdaki şekildeki düzenek programda çizilerek transistörlerin çalışma mantığı anlaşılacaktır.



Görsel 2.109: ISIS'te kurulan transistörlü devre

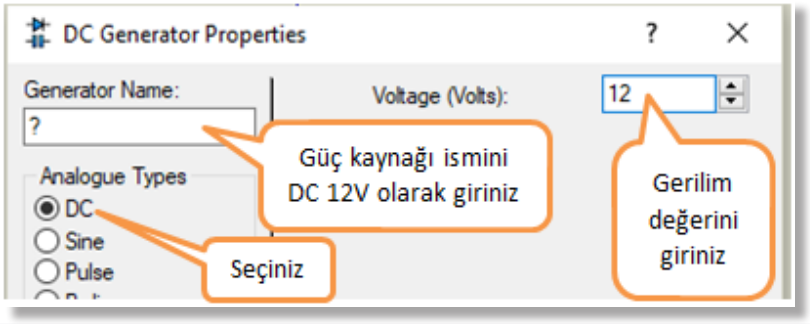
B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Elemanın Adı	Keywords Adı	Özelliği	Miktarı
LED	LED-RED		1 adet
Transistör	BC 237		2 adet
Direnç	MINRES10K	330 Ω, 10 kΩ	2 adet
Şase	Terminal Mode >> GROUND		1 adet
Anahtar	SWITCH		1 adet
DC Güç Kaynağı	Generator Mode >> DC	DC 12 V	1 adet

C. İşlem Basamakları

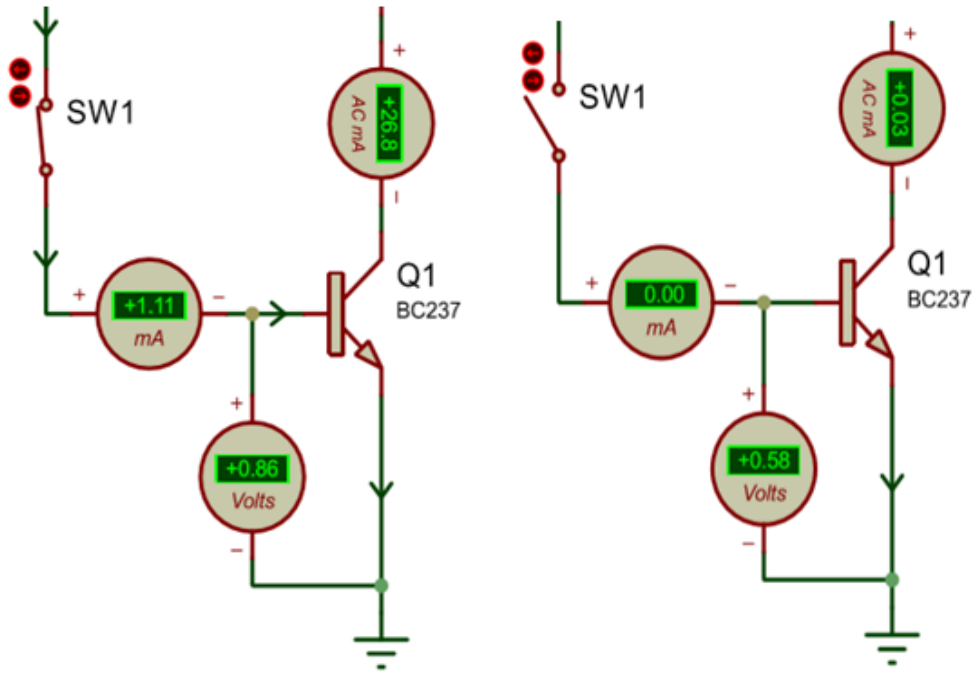
1. Devre elemanlarını çizim alanına taşıyarak devreyi çiziniz (Görsel 2.109).

2. Güç kaynağının ismini DC 12 V olarak ayarlayınız.

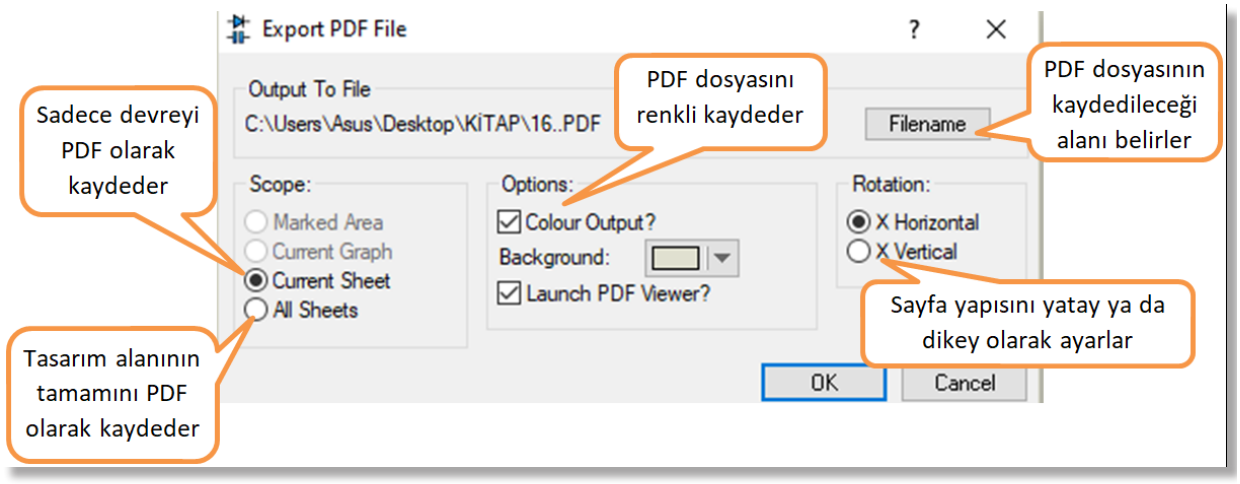


3. Ampermetre ve voltmetreyi görselde (switch açık/ kapalı) görüldüğü gibi bağlayarak tabloda verilen ölçüm değerlerini elde ediniz.

	V (B-E)	I (B)	I (C)
SW 1 Açık	0.58 V	0 mA	0.03 mA
SW1 Kapalı	0.86 V	1.11 mA	29.9 mA



4. Devreyi PDF formatında kaydetmek için; File Menüsü >> Export Graphics >> Export Adobe PDF File'ı seçiniz. Görseldeki ayarları yapınız.



Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

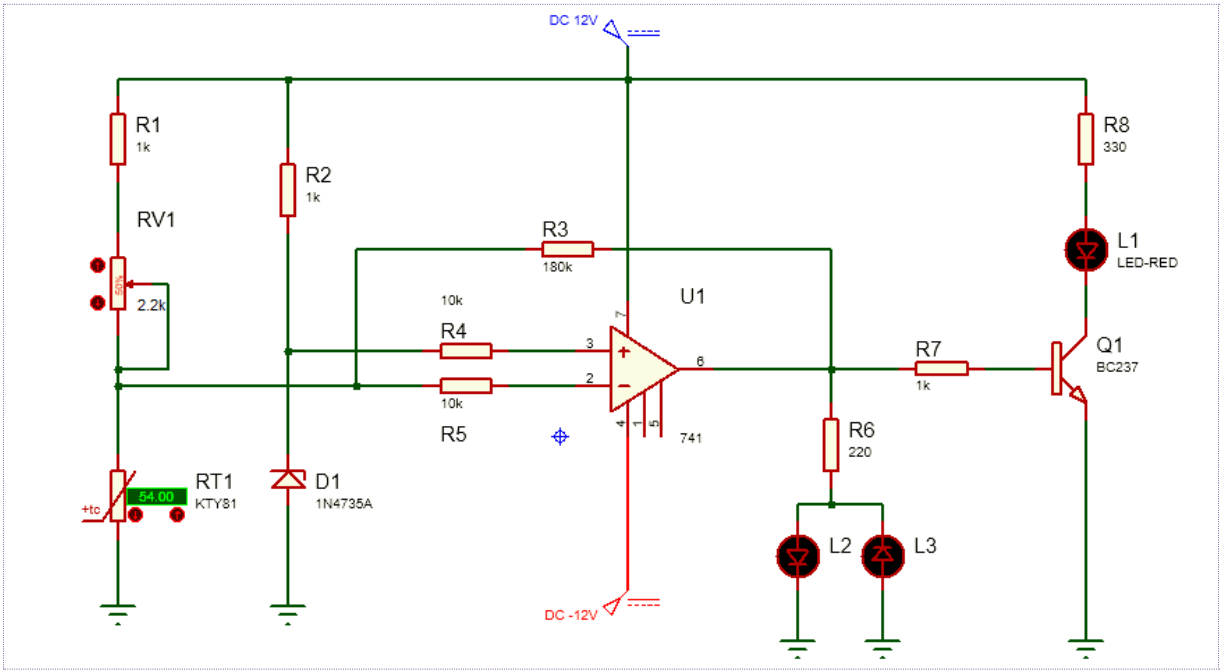
UYGULAMA 2.31 OPAMPLI DEVRE ÇİZİMİ VE ÖLÇÜMÜ

AMAÇ

741 opampını kullanarak zamanlayıcı devresini çizmesini öğrenmek. Devre çalışır durumdayken elemanların aynı anda akım, gerilim ve gücünü ölçmeyi öğrenmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

PTC sıcaklıkla direnci artan bir devre elemanıdır. Devrede PTC olarak KTY81 kullanılmaktadır. PTC'nin sıcaklık değeri düşük iken L1 LED'i yanacaktır. Sıcaklığı belli bir değere kadar yükselttiğimizde ise L1 LED'i sönecektir. L1 LED'inin yanık kalma sıcaklığı P1 potansiyometresi ile ayarlanır.



Görsel 2.110: Devre şeması

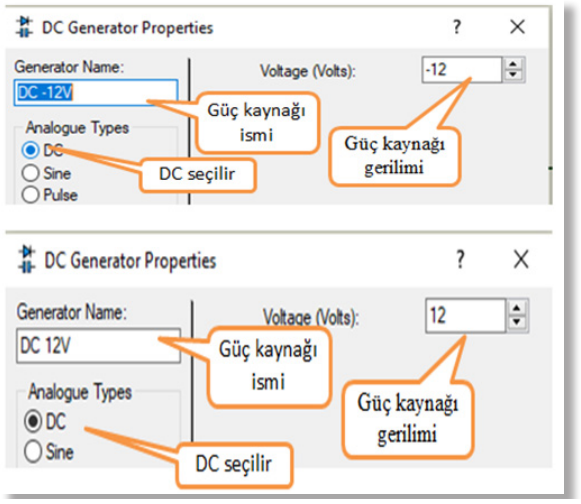
B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Elemanın Adı	Keywords Adı	Miktarı
741 Opamp	741	1 adet
Transistör	BC 237	1 adet
PTC	KTY81	1 adet
Direnç	MINRES10K	8 adet
Potansiyometre	POT-HG	1 adet
Zener Diyot	1N4735A	1 adet
LED	LED-RED	3 adet
DC Güç Kaynağı (12 V)	Generator Mode DC	2 adet
Şase	Terminal Mode >> GROUND	5 adet

NOT: ISIS kütüphanesinde PTC bulunmuyorsa yerine LDR kullanılabilir.

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 2.110'daki devreyi çiziniz.
2. Devre elemanlarının değerleri ile isimlerini devre şemasında gösterildiği gibi ayarlayınız.



3. +12 V ve -12 V DC güç kaynaklarının değerlerini görseldeki gibi ayarlayınız.
4. Devreyi çalıştırınız ve L1 LED'inin yandığını gözlemleyiniz.
5. KTY81 PTC'si ve potansiyometrenin değerlerini tablodaki gibi değiştirerek L1 LED'inin durumunun tablodaki gibi olduğunu gözlemleyiniz.

POTANSİYOMETRE	KTY81 PTC'si	LED (L1)
% 10	255	Yanık
% 10	200	Sönük
% 25	235	Yanık
% 25	190	Sönük
% 50	185	Yanık
% 50	205	Sönük

6. Devreye güç kaynağı bağlamadan devre elemanlarının akım, gerilim ve güçlerini ölçmek için görseldeki gibi devre adımı modunda çalıştırılır.



7. Fareyi akım, gerilim ve gücünü öğrenmek istenen elemanın üzerine getirerek, farenin sol butonuna hiç hareket ettirmeden basıp bırakınız. Örneğin; transistörün durumunu öğrenmek için fare ile transistörün üzerine gelip, farenin sol butonuna basıp bırakınız. Sonuçları gözlemleyiniz. Devrede kullanılan bütün elemanların durumunu aynı yöntemle kontrol ediniz.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

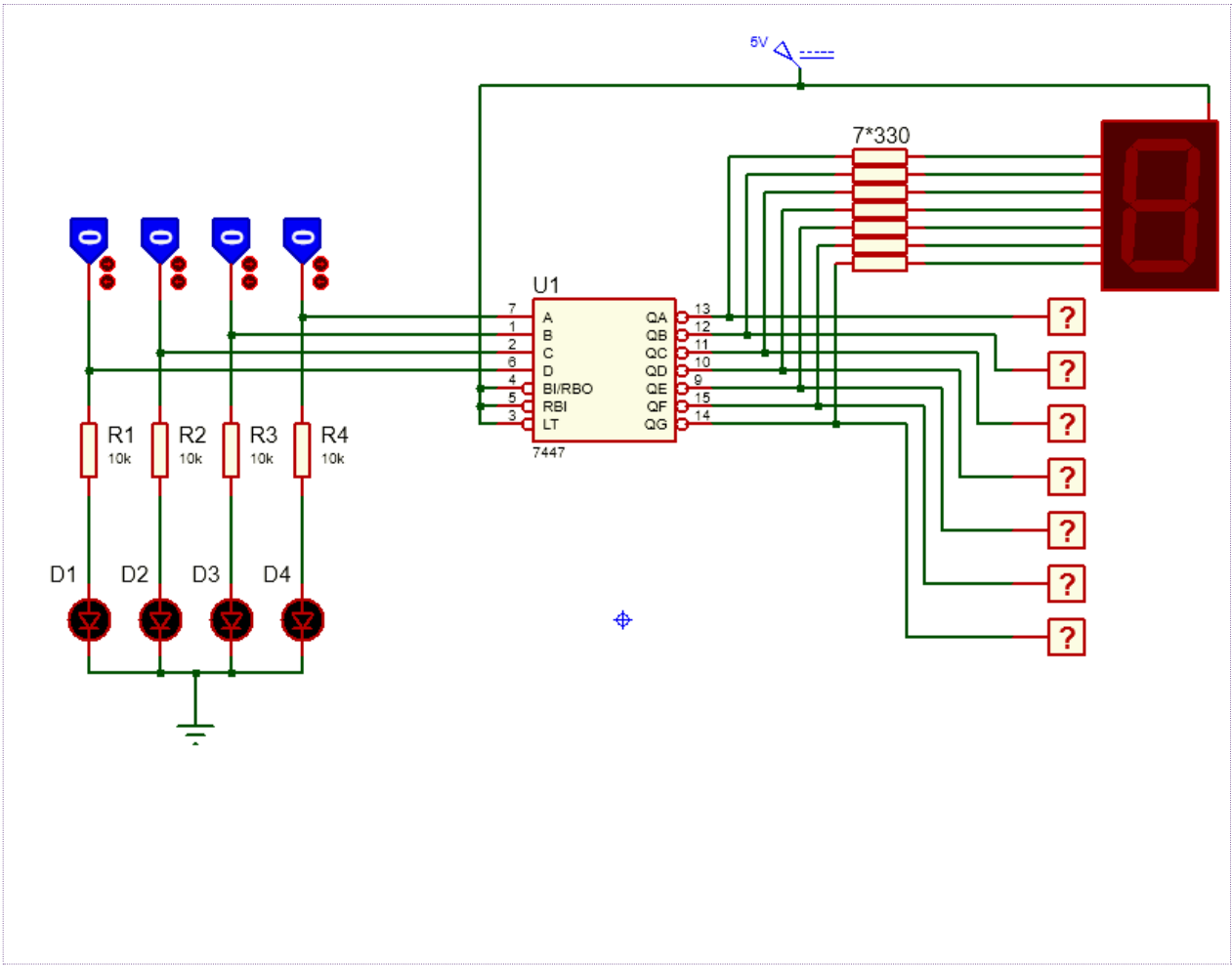
UYGULAMA 2.32 DİJİTAL TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 1

AMAÇ

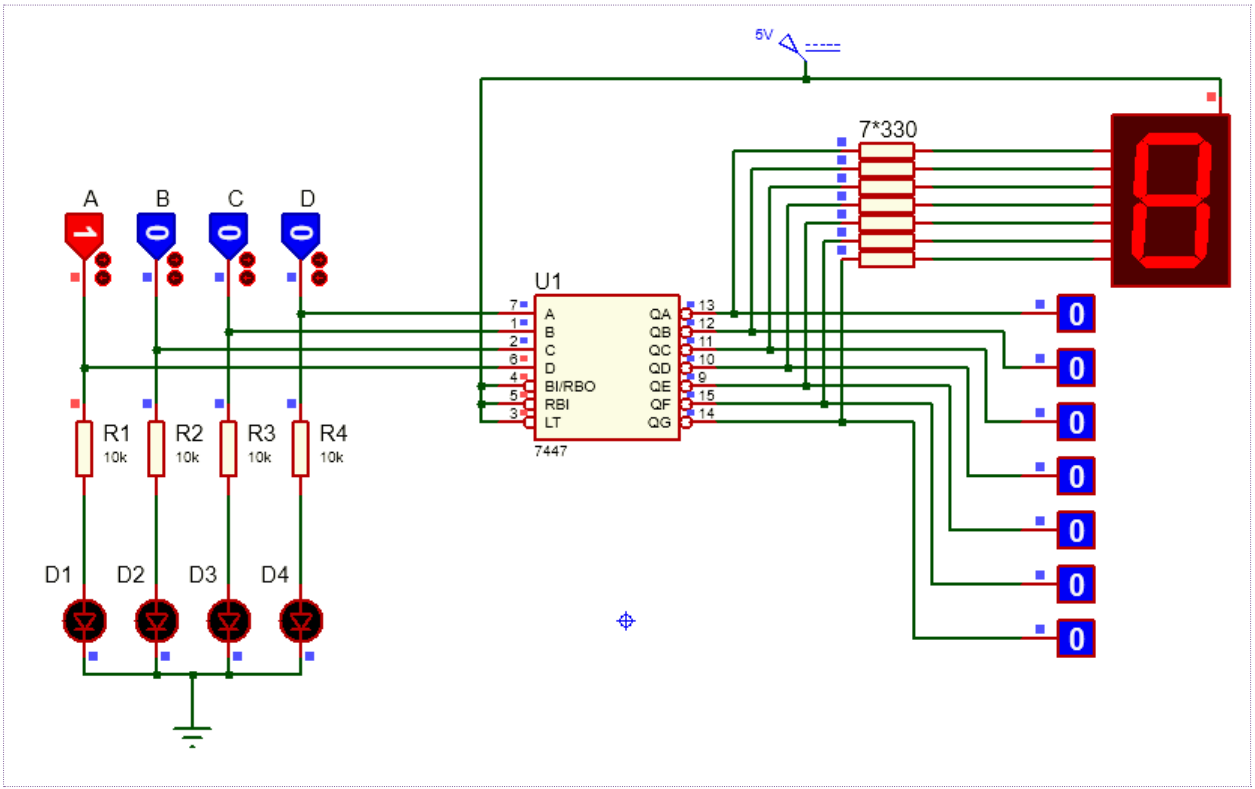
Lojik State elemanlarının kullanılmasını öğrenerek bir sayıcı devresi çizmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Logicstate: Lojik devrelerinde Lojik-0 ya da Lojik-1 konumunu belirlemek için kullanılır. Lojik-0, 0 V yani şase demektir. Farenin sol tuşuyla üzerine tıklanırsa konum değişir ve tekrar tıklayana kadar aynı konumda kalır. Aynı işlem Logicstate'nin yanında bulunan yukarı-aşağı oklar ile de yapılır. Görsel 2.111'de gösterilen devre binary girişleri kullanılarak displayde decimal sayı karşılığı gösteren bir devredir. Görsel 2.112'de aynı devrenin çalıştırılmış hâli gösterilmiştir.



Görsel 2.111: Devrenin ISIS görüntüsü



Görsel 2.112: Devrenin çalıştırılmış görüntüsü

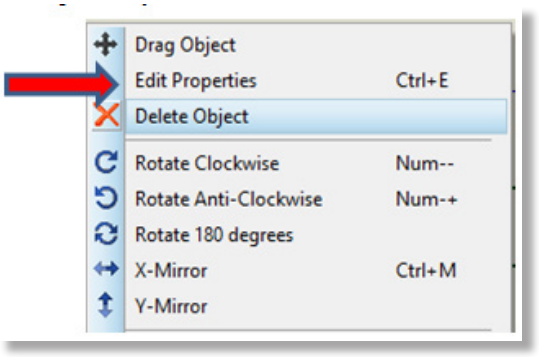
B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

ELEMAN	KÜTÜPHANE
Logicstate	Debugging Tools >> Logic Stimuli >> LOGICSTATE
Logicprobe	Debugging Tools >> Logic Probes >> LOGICPROBE(BIG)
7447 Entegresi	TTL 74 series >> Decoders>> 7447
7408 Entegresi	TTL 74 series >> Gates & Invertes >> 7408
Display	Optoelectronics >> 7 Segments displays >> 7SEG-COM-ANODE
Direnç	Resistors >> 0.6W Metal Film >> MINRES330
LED	Optoelectronics >> LEDs >> LED-RED
Güç Kaynağı	Generator Mode >> DC
Şase	Terminal Mode >> GROUND

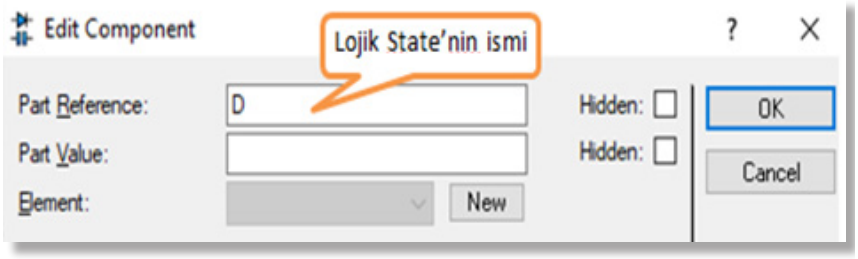
C. İşlem Basamakları

1. Devre elemanlarını alınız ve çizim alanına taşıyarak devreyi çiziniz.
2. Devre elemanlarının değerlerini ve isimlerini devre şemasında gösterildiği gibi ayarlayınız.

3. Lojik State'nin üstüne sağ tıkladığınızda açılan pencereden edit properties'i seçiniz.



4. Burada Lojik State'nin ismini değiştiriniz.



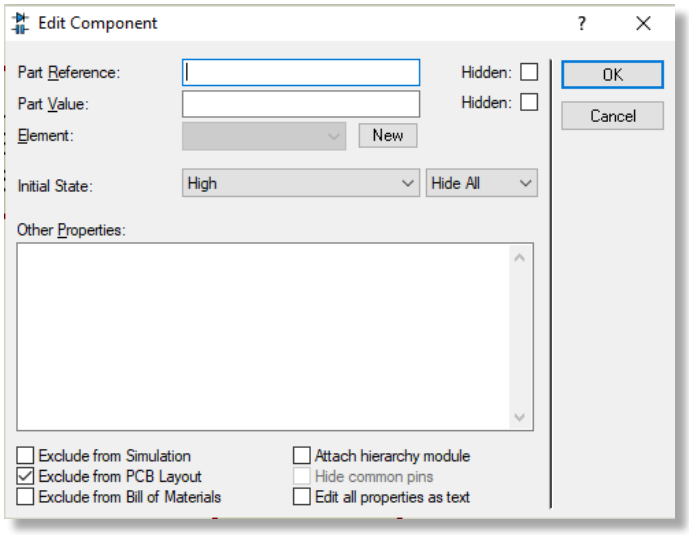
5. Aynı şekilde Lojik Prop isimlerini de değiştiriniz.

6. İsmi 5 V olan Logicstate her zaman 1 konumunda olacaktır.

7. Devreyi çalıştırınız. Logicstatelerin durumunu tabloya göre sırasıyla değerlerini değiştiriniz ve gözlemlediğiniz sonuçları tablodakiyle karşılaştırınız.

GİRİŞ				DİSPLAY	LOGIC PROBE'LER						
D	C	B	A		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	3	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	4	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	5	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	6	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	7	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	9	0	0	0	1	1	0	0

NOT: Logictoggle'ın başlangıçta lojik 1 konumunda olup, basılınca lojik 0 olması için farenin sağ butonuna basarak karşınıza gelen menüden "Edit Properties"'i seçiniz. Karşınıza gelen düzenleme penceresinden "Initial State" seçeneğini "High" yapmanız yeterli olacaktır.



Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

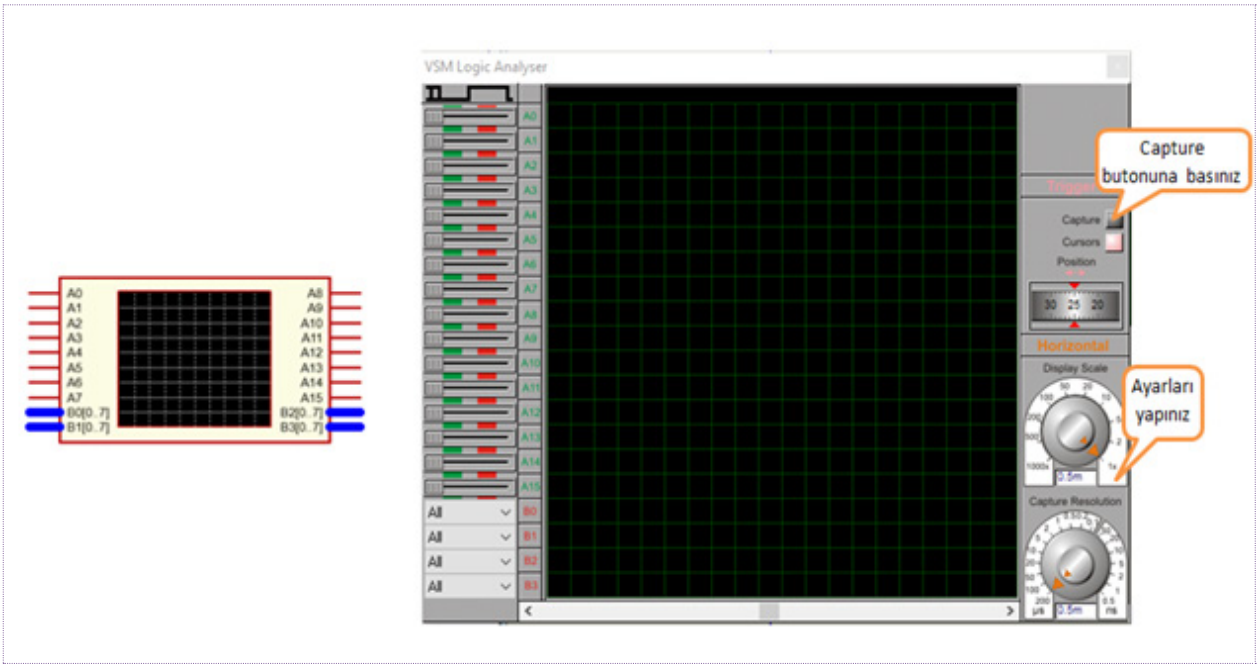
UYGULAMA 2.33 DİJİTAL TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 2

AMAÇ

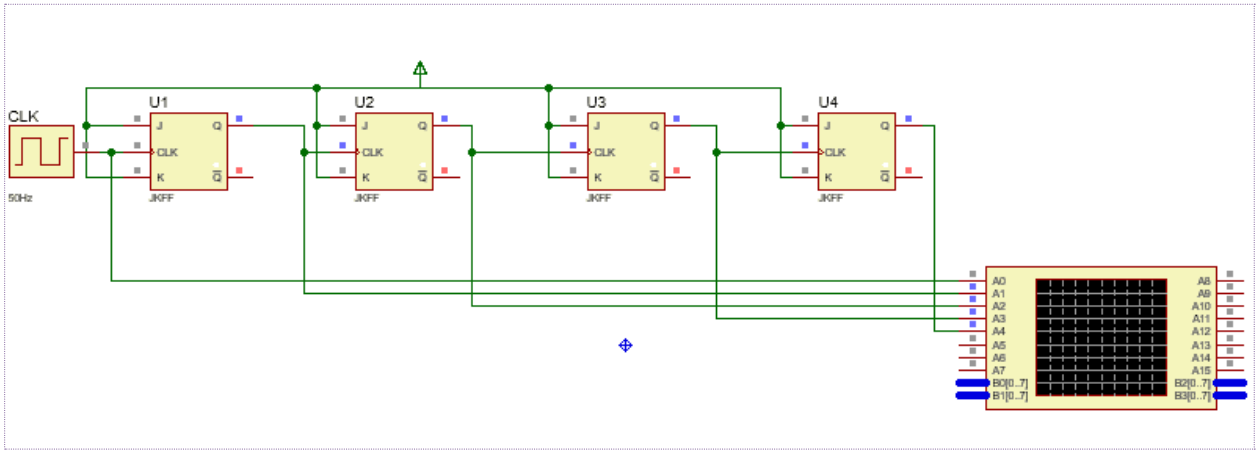
Logic analizör kullanmasını öğrenmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Lojik analizör, dijital devre uygulamalarında sinyallerin durumunu bir diyagramda gösterir. Görsel 2.114'te J-K FF'larla yapılmış 4 bit asenkron yukarı sayıcı devresi verilmiştir. Devrenin çıkış sinyalleri Lojik Analizörünün yardımı ile gösterilmektedir. Görsel 2.113 A'da lojik analizörün ISIS programındaki sembolü ve Görsel 2.113 B'de devre çalıştırıldıktan sonra çalışma ekranına gelen lojik analizörün VSM ekranı görülmektedir. A0…A15… ve B0…B3 uçlarına sinyallerini görmek istediğimiz noktaların bağlantısı yapılır.



Görsel 2.113 A, B: Lojik analizörünün ISIS'teki sembolü ve lojik analizörün VSM ekran görüntüsü



Görsel 2.114: Lojik analizörünün devre şeması

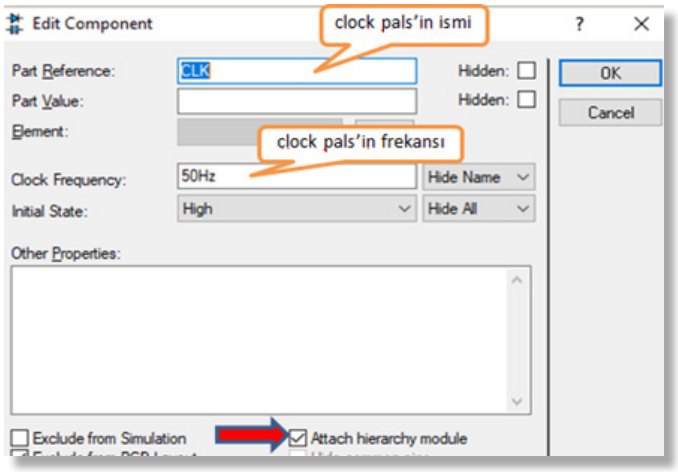
B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

ELEMAN	KÜTÜPHANE
Elemanın Adı	Kütüphane
Clock Pals	Simulator Primitives >> Sources >> CLOCK
J-K Flip Flop	Simulator Primitives >> Flip Flops >> JKFF
Güç Kaynağı	Terminal Mode >> POWER
Lojik Analizör	Virtual İnstruments Mode >> LOGIC ANALYSER

C. İşlem Basamakları

1. Devre elemanlarını alınız ve çizim alanına taşıyarak çiziniz.

2. Clock Palsin frekansını 50 Hz olarak ayarlayınız.



3. Devreyi çalıştırınız. Ekrana Lojik Analizörün VSM görüntüsü gelecektir. VSM ekranında Capture butonuna basınız ve çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

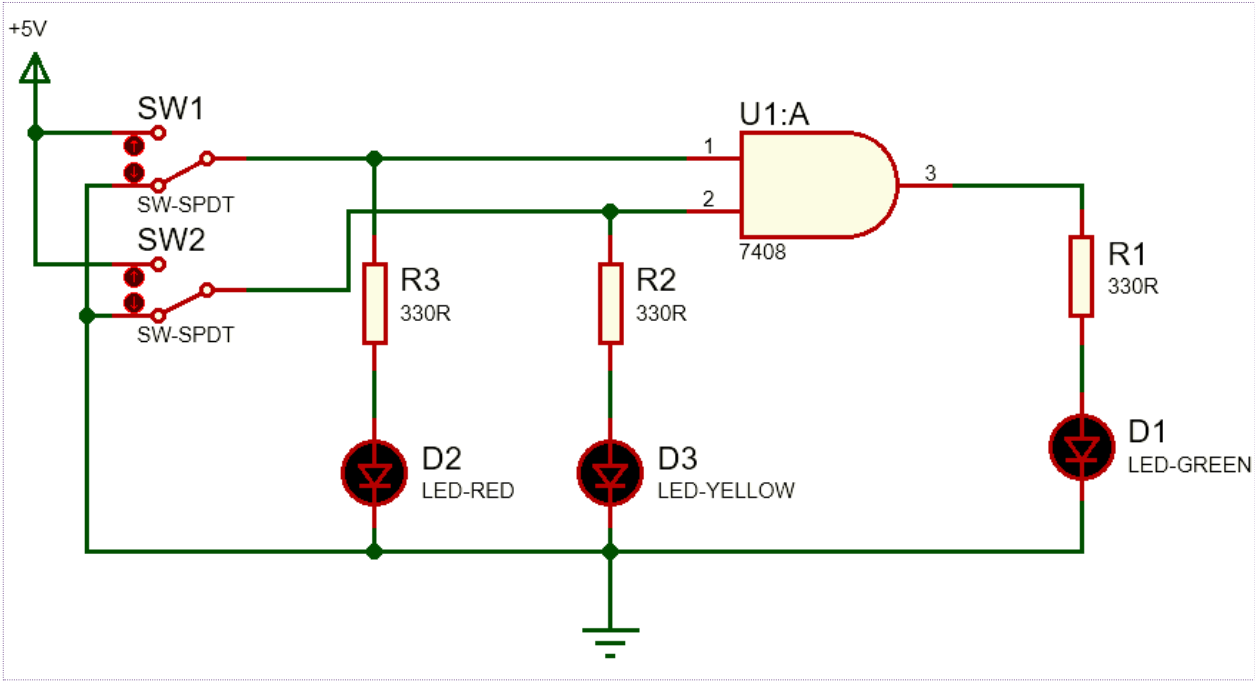
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

UYGULAMA 2.34 DİJİTAL TEST CİHAZLARI VE DEVRE ELEMANLARI 3

AMAÇ

Basit kapı devreleri tasarımı, entegreyle dijital devre tasarımı ve devrenin analizini yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.115: Devrenin ISIS'te çizilmiş hali

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

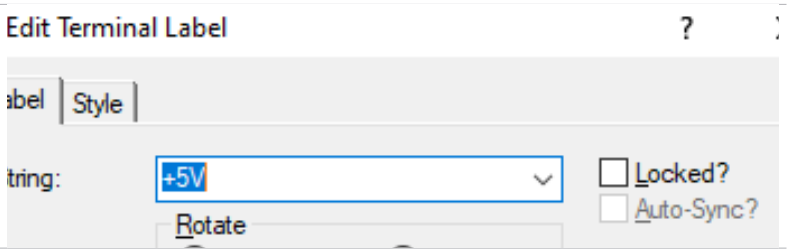
ELEMAN	KÜTÜPHANE
Elemanın Adı	Kütüphane
Clock Pals	Simulator Primitives >> Sources >> CLOCK
J-K Flip Flop	Simulator Primitives >> Flip Flops >> JKFF
Güç Kaynağı	Terminal Mode >> POWER
Lojik Analizör	Virtual İnstruments Mode >> LOGIC ANALYSER

C. İşlem Basamakları

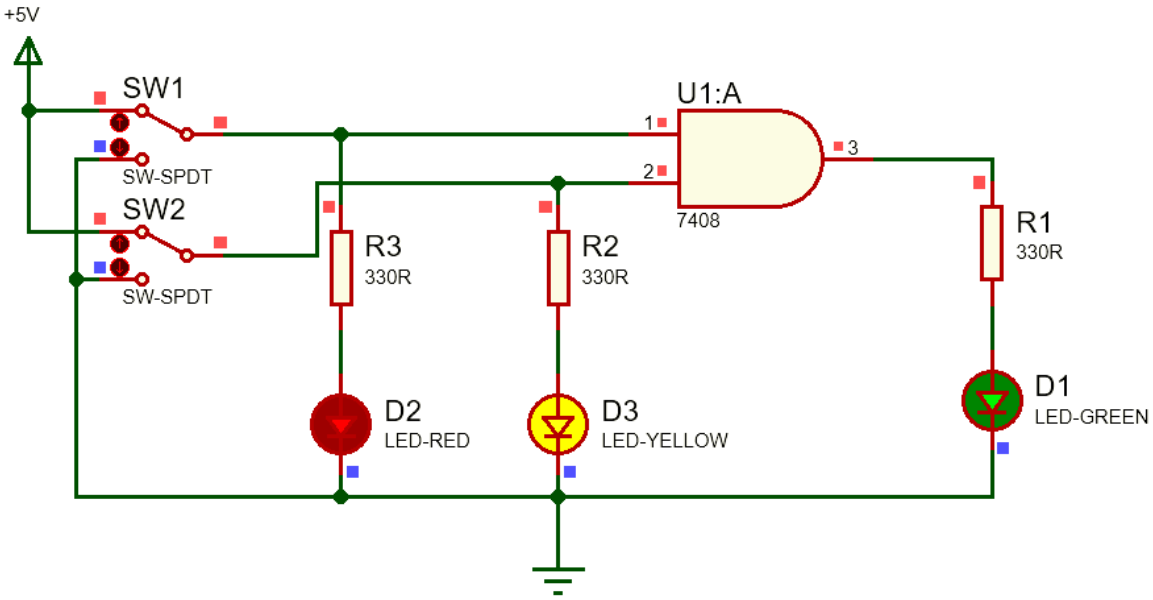
1. Elemanları, eleman kutusuna almak için ISIS programının sol tarafında bulunan tasarım araç çubuğundan "comment mode"u seçiniz. Eleman kutusunun üst tarafında bulunan P harfine basınız. Tabloda verilen elemanları tasarım alanına yerleştirerek devreyi Görsel 2.115'teki gibi kurunuz.
2. Devreye şase bağlantısı yapınız. Switchlerin bir ucunu da GND yani sıfıra bağlayınız.

3. Terminal Mode'dan Power butonuna tıklayarak sabit güç kaynağını devreye ve switchlere bağlayınız.

4. Güç kaynağının üzerinde CTRL+E ye basarak görseldeki pencereyi açınız. Buradan güç kaynağını +5V olarak ayarlayınız.



5. Girişlerin her ikisine de 5 V uygulandığında, görseldeki gibi lambaların üçünün de yandığını gözlemleyiniz.



6. Diğer switch durumlarını da deneyerek VE Kapısının doğruluk tablosuna göre kıyaslayınız.

7. 7408 (AND Kapısı) entegresi yerine sırasıyla 7432, 7404, 7400, 7486 ve 4077 entegrelerini bağlayarak kapıların yanıtlarını gözlemleyiniz.

8. Devreyi çalıştırarak çalışma prensibini inceleyiniz.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
..... /			30	50	10	10	100	.... /.... / 20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza)
.....								.....

3. ÖĞRENME BİRİMİ

BİYOMEDİKAL TEMEL ELEKTROMEKANİK

Bu öğrenme biriminde;

√ Biyomedikal sistemlerde kullanılan DC, AC, özel (step ve servo vb.) motorları açıklamayı, kontrol ve uygulamalarını gerçekleştirmeyi,

√ Elekromekanik devre elemanlarını, hidrolik pnömatik devre elemanlarını kontrol etmeyi ve uygulamayı öğreneceksiniz.

3.1 BİYOMEDİKAL SİSTEMLERDE AC, DC VE ÖZEL MOTORLAR

AMAÇ

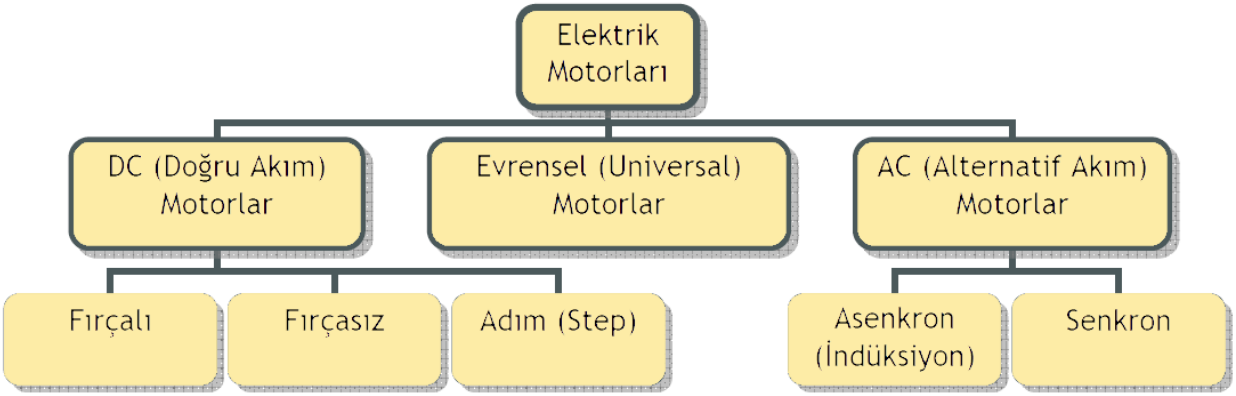
Bu derste verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında standartlara ve yönetmeliklere uygun AC, DC ve özel motorları seçmek ve çalıştırmak.

GİRİŞ

Biyomedikal sistemlerde hareketi sağlamak amacıyla motorlar kullanılır. Bu bilgi yaprağında, AC, DC ve özel motorları tanıyarak çeşitlerini öğrenip nasıl çalıştırıldığı hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

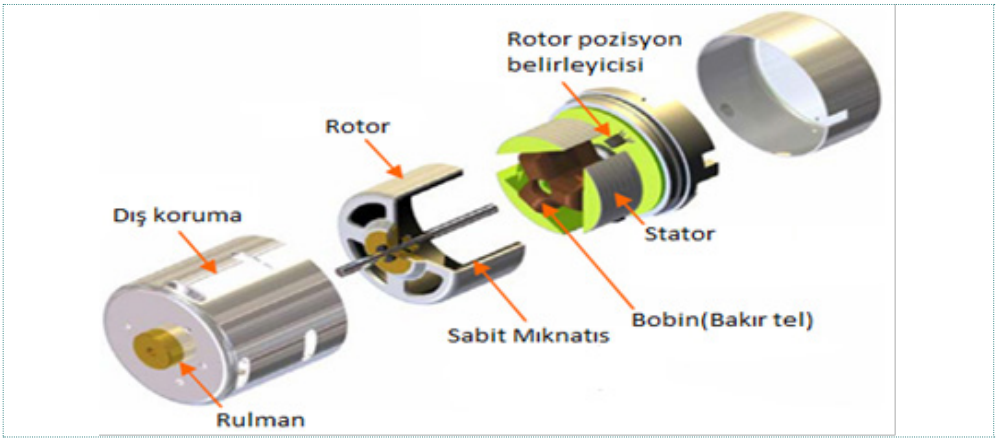
3.1.1 AC Motorlar

Bir elektrik motoru, elektrik enerjisinden hareket enerjisi elde etmeye yarayan bir makinedir. Görsel 3.1'de elektrik motorları için basit bir şekilde sınıflandırma gösterilmiştir.



Görsel 3.1: Elektrik motor çeşitleri

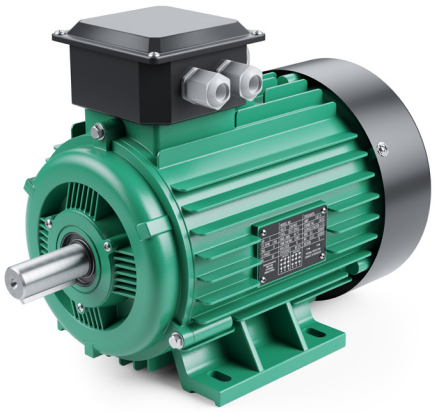
AC motorlar asenkron ve senkron olmak üzere genel olarak iki gruba ayrılabilir. Asenkron motorlar temelde iki kısımdan oluşur. Görsel 3.2'de gösterildiği gibi bunlardan birisi stator diğeri rotordur. Statora uygulanan alternatif gerilim bir manyetik alan oluşturur. Rotor ise bu manyetik alan içinde bulunur. Stator manyetik alanı rotor üzerinde bir indüksiyon akımı meydana getirir. Stator ve rotor birer elektromıknatıs olarak çalışır ve oluşturdukları manyetik alanların birbirini itip çekmesi ile hareket enerjisi oluşur.



Görsel 3.2: Asenkron motor

AC Motor Çeşitleri

Alternatif akım motorları temelde senkron ve asenkron olmak üzere iki çeşittir. Senkron motorun rotorunda sargılar bulunur ve bu sargılardan bir kaynak vasıtasıyla akım geçirilir. Bu nedenle bu motorların rotor devir sayıları, stator döner alan, devir sayısına eşittir. Asenkron motorlarda ise enerji sadece stator sargılarına verilir. Stator sargılarındaki döner alan rotor sargıları ya da kısa devre çubuklarında endüksiyon yoluyla akım dolaştırarak rotorun dönmesini sağlar. Bu motorlarda rotor devri döner alanın devrine ulaştığında indükleme olmayacağından rotor devri, döner alanın devrinden daima küçüktür. Faz sayısına göre ise asenkron motorlar genelde bir fazlı ve üç fazlı olarak yapılır (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: AC motor

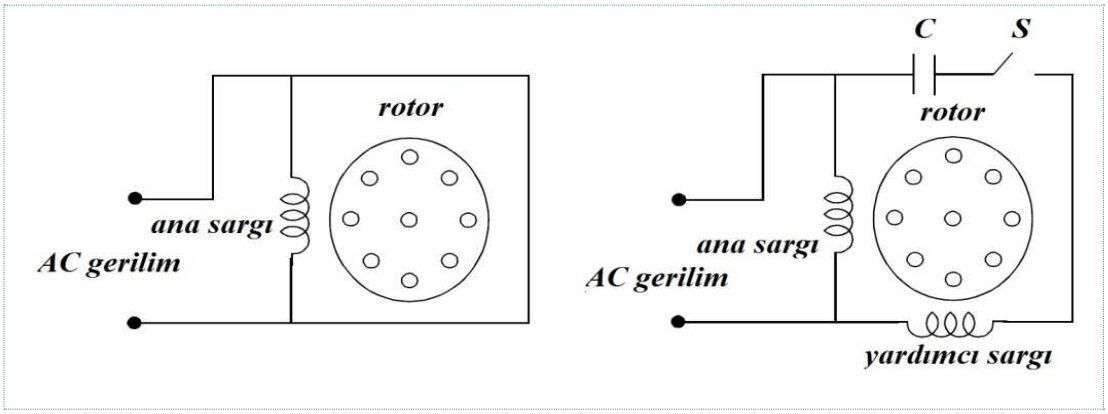
• Bir Fazlı Motor

Bir fazlı motorlarda iki çeşit sargı bulunmasına karşın sargılar aynı gerilimle beslenir. Sargılar faz farkı oluşturacak şekilde farklı özelliktedir. Bir fazlı AC motorların kullanım alanları oldukça fazladır. Bunun nedeni, bakımının ve maliyetinin düşük olmasıdır. Evlerde kullanılan çamaşır ve bulaşık makinelerinde bazı ev aletlerinde çoğunlukla bir fazlı asenkron motorlar kullanılır.

Bir fazlı asenkron motorlar kendi aralarında yardımcı sargılı ve gölge kutuplu motorlar olmak üzere iki gruba ayrılır.

Çalıştırılması

Bir fazlı asenkron motorlarda, tek stator sargısı ve sincap kafesi rotorlar kullanılır. Stator sargısına uygulanan tek fazlı alternatif akım, sargı üzerinde değişken manyetik alan oluşturur. Bu indüksiyon dolayısı ile rotor enerjilenir. Bu durum motorun hareket üretmesine yetmez, sadece bir titreşim oluşturur. Dolayısıyla motora ilk hareketi dışardan vermek gerekir. İlk hareketi verebilmek için bir fazlı motorlarda yardımcı sargı bulunur. Motora ilk hareket verildikten sonra yardımcı sargı devreden çıkar. Görsel 3.4'te bir fazlı motor devrelerinde yardımcı sargı, motorun ilk anda hareketini sağlamak için konulmuştur. Yardımcı sargının önündeki C kondansatörü, anında 90 derecelik faz farkını oluşturabilmek içindir. Motor ilk hareket devrine ulaştıktan sonra yardımcı sargıyı ve C kondansatörünü devre dışı bırakmak için s anahtarı kullanılmıştır. Bu anahtar ilk anda kapalıdır. Motor yeterli devri aldıktan sonra dönmenin etkisiyle açılır ve yardımcı sargıyla kondansatörü devre dışı bırakır.



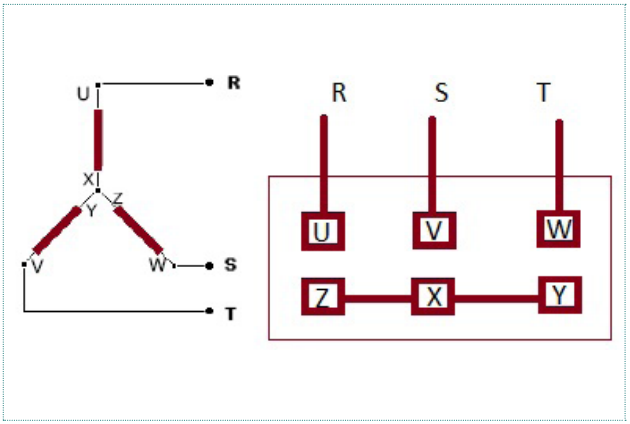
Görsel 3.4: Yardımcı sargısı olan ve olmayan bir fazlı motor devreleri

Dönüş Yönünün Değiştirilmesi

Yardımcı sargılı asenkron motorlarda devir yönünü değiştirmek için bobinlerden birinin akım yönünü değiştirmek gerekir. Bu değiştirme, daha çok yardımcı sargıda uygulanır. Sargı uçları stator içinde bağlanarak dışarıya üç tane uç çıkartılır. Uçlardan ikisi ana sargı; diğeri yardımcı sargı ucudur. Bu uç santrifüj anahtara bağlanır. Devir yönü sık sık değiştirilen motorlarda ise klemens tablosuna dört uç çıkartılır.

- **Üç Fazlı Motor**

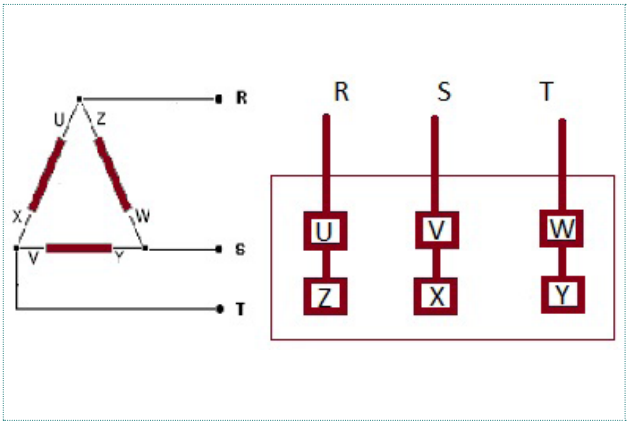
Üç fazlı motorlar; basit tasarıma, yapısı gereği yüksek ilk hareket torkuna ve verimliliğe sahip olduğu için endüstride en çok tercih edilen motordur. Kullanım alanları arasında endüstriyel fanlar, havalandırma sistemleri, kompresörler ve konveyör sistemleri sayılabilir. Üç fazlı motorlar yapısal olarak bir fazlı motorlarla benzerdir. Manyetik alanın oluşturulduğu bir stator ve mekanik enerjinin alındığı rotora sahiptir. Üç fazlı motorlarda üç adet stator sargısı vardır. Bu sargılar, aralarında 120 derece farkla konumlandırılır.



Görsel 3.5: Üç fazlı motorun yıldız devre bağlantısı

Çalıştırılması

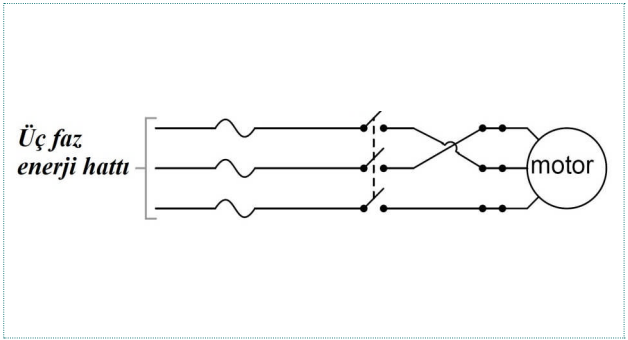
Üç fazlı AC motorları çalıştırmanın (yol vermenin) en kolay şekli, doğrudan yol vermedir. Motorun sargı uçları birer şalter üzerinden direkt olarak şebekeye bağlanır. Asenkron motorlar ilk çalışma anında nominal akımlarının yaklaşık üç kat fazlasını şebekeden çeker. Doğrudan yol verme yönteminde, motor ilk anda boşta çalıştırılmalıdır. Direkt yol verme, yüksek güçlü motorlarda (5 kW'ın üstünde) aşırı ısınma nedeniyle sargıların zarar görmesine neden olabilir. Bu nedenle yüksek güçlü motorlara düşük gerilimle yol verilir (Görsel 3.5, Görsel 3.6).



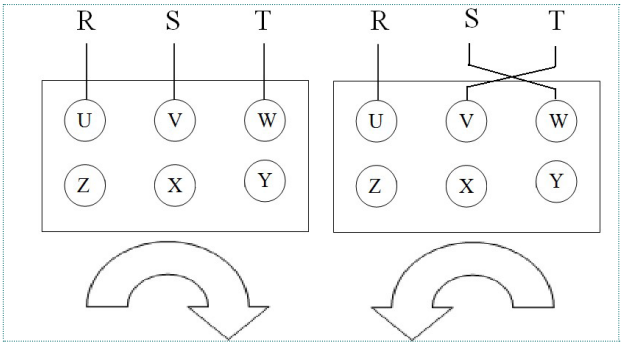
Görsel 3.6: Üç fazlı motorun üçgen devre bağlantısı

Dönüş Yönünün Değiştirilmesi

Üç fazlı AC motorlarda dönüş yönü değiştirilmek istendiğinde, herhangi iki fazın bağlantı yerleri değiştirilip diğer tek fazın sabit tutulması yeterlidir (Görsel 3.7). Ayrıca üç fazlı motorlarda dönüş yönünün değiştirilmesi için motor klemens tablosu bağlantısı Görsel 3.8'de gösterilmiştir. Dönüş yönü değiştirme işlemi genellikle kontaktörlerle yapılır. Dönüş yönünü değiştirmek için bazı durumlarda özel paket şalterleri de kullanılmaktadır.



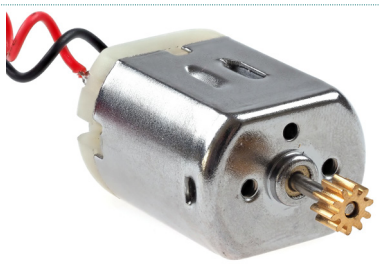
Görsel 3.7: Üç fazlı motor



Görsel 3.8: Üç fazlı motorda dönüş yön değiştirilmesi

3.1.2 DC Motorlar

Doğru akım elektrik enerjisini, hareket enerjisine dönüştüren makinelere **doğru akım motoru** denir (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: DC motor

DC Motor Çeşitleri

Doğru akım motorları, çalışma prensibi olarak birbirine benzemektedir. Tek farklılık güçleridir. Düşük güçlü motorlara doğal ya da yapay olan sabit mıknatıslar yeterliyken yüksek güçlü motorlarda gerekli manyetik alan elektromıknatısla oluşturulur (Görsel 3.10).

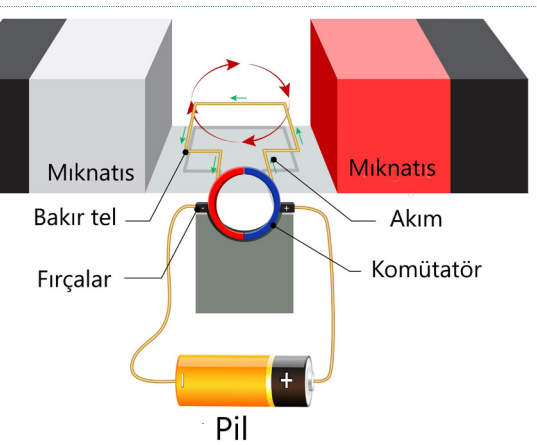
Temel Çalışma Prensibi

Telin itilme kuvveti; telden geçen akıma, telin boyuna ve telin içinde bulunduğu ortama bağlıdır.

$F = I \times L \times B$

formülü ile bulunur. Kuvvetin yönü, sol el kuralı ile bulunur.

Sabit manyetik alan içinde kalan bobinin dönme kuvveti, manyetik alan ile doğru orantılıdır. Bobin bir eksen etrafında dönecek şekilde, manyetik alan içine yerleştirilir. Elektrik akımı, fırça ve kolektör (komütatör) yardımıyla bobine iletilir. Dönüşün aynı yönde ve sürekli olması için aynı kutbun altından sürekli aynı yönde akımın geçmesi gerekir. Akımın her yarım turda yön değiştirmesi, yan yana konulan kolektör dilimleri ve kutup ekseninde sabit tutulan fırçalar ile sağlanır (Görsel 3.11).

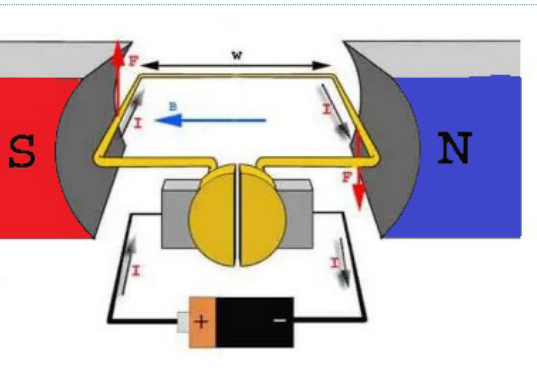


Görsel 3.10: DC motorun yapısı

Bobin döndükçe manyetik alan ile bobin arasında bir α açısı oluşur. Aradaki açının kosinüsü ile doğru orantılı olarak, döndürme kuvveti de azalır. Bu durumda kuvvet

$F = I \times L \times B \times \cos\alpha$

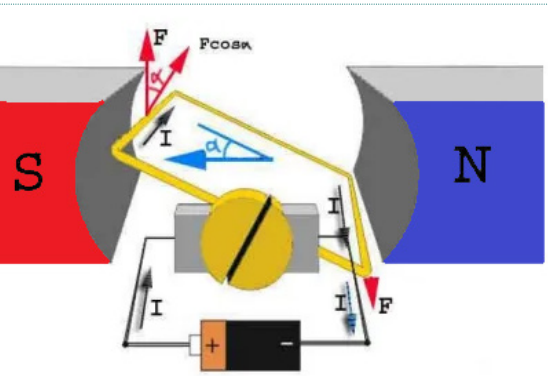
formülü ile hesaplanır (Görsel 3.12).



Görsel 3.11: DC motor çalışma prensibi- 1

Dönüş Yönü Değiştirme

Doğru akım motorunun dönüş yönünü değiştirmek için uygulanan akım yönünü değiştirmek yeterlidir. Bobine etki eden kuvvetin yönü, dolayısıyla motorun dönüş yönü, manyetik alanın ve iletkenden geçen akımın yönüne bağlıdır. Alan yönünü değiştirmenin mümkün olduğu harici uyartımlı DC motorlarda, alan yönü değiştirilerek veya uygulanan gerilimin yönü değiştirilerek motorun dönüş yönü değiştirilebilir. Sabit mıknatıslı DC motorlarda alan yönünü değiştirmek mümkün olmadığından akım yönünü değiştirmek yeterli olacaktır.



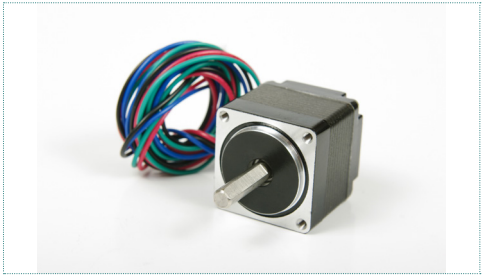
Görsel 3.12: DC motor çalışma prensibi- 2

Gerilimle Hız Ayarı

Doğru akım motorlarında dönüş hızı, manyetik alan kuvveti ve iletkenden geçen akımla doğru orantılıdır. Sabit mıknatıslı DC motora uygulanan gerilim değiştirilerek iletkenden geçen akım, dolayısıyla hız, değiştirilebilir. Harici uyartımlı DC motorlarda ise uyartım akımı ayarlanarak dolayısıyla manyetik alan ayarlanarak hız ayarı yapmak mümkündür.

3.1.3 Step Motorlar

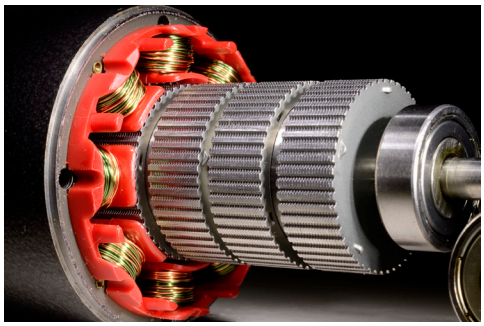
Açısal konumunu adımlar hâlinde değiştiren, çok hassas sinyallerle sürülen motorlara **step (adım) motorlar** denir. Adından da anlaşılacağı gibi adım motorları, belirli adımlarla hareket eden ve elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektromekanik cihazlardır.



Görsel 3.13: Step motor

Step Motorların Yapısı

Step motor; stator (endüktör), rotor (endüvi), rotora bağlı şaft ve rulmandan meydana gelmiştir (Görsel 3.13). Step motorun yapısında statörün birden fazla kutbu mevcuttur. Bunların polaritesi elektronik anahtarlarla değiştirilir.



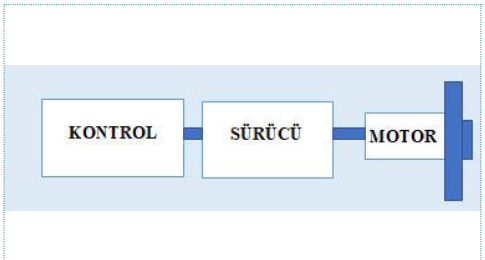
Görsel 3.14: Step motor iç yapısı

Step Motorların Çalışma Prensibi

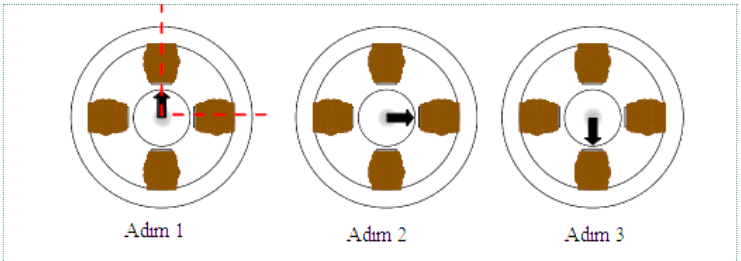
Step (adım) motorların özelliği adım adım döndürülüyor olmasıdır. Görsel 3.14'de basit bir step motor sistemi görülmektedir. Step motorlar, sürücü ile çalışır (Görsel 3.15). Bu sürücüler, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahiptir. Sürücü, bir encoder veya PLC'den giriş palsleri alır. Her giriş palsi motoru bir adım ilerletir. Elektronik anahtarlar vasıtasıyla stator sargılarından elektrik enerjisi uygulandığı anda rotor ve buna bağlı şaft, sabit açısal birimlerde dönmeye başlar. Motorun ne kadar çok dönmesi isteniyorsa bobinlere sırasıyla o kadar pals sinyali verilir. Bu dönme açısı step motorda değişkendir. Step motorlar tercih edilirken çok kritik bir parametre özelliği gösterir.

Adım motorlarının dönüş yönü, devir sayısı ve dönüş hızı gibi değerleri mikroişlemci veya bilgisayar yardımı ile kontrol edilebilir. Bu özelliklerinden dolayı çok hassas kontrol istenen yerlerde step motorlar tercih edilmektedir.

Dört aşamalı step motorların içinde, dört adet bobin bulunur. Bu bobinler, motorun etrafında sabit durumda konumlandırılmıştır(Görsel 3.16). Motorun dönen kısmında yuvarlak bir



Görsel 3.15: Basit bir step motor sistemi



Görsel 3.16: Step motorun çalışması esnasında açısal hareketi

mıknatıs bulunur. Bobinlerin her birine ayrı ayrı elektrik uygulanmasıyla oluşan manyetik alan, ortadaki mıknatısı kendine doğru çeker. Böylelikle motorun dönen kısmı bir adım atmış olur. Bobinlerin sırasıyla biri açılıp diğeri kapatıldığı zaman, ortadaki mıknatıs bu açılıp kapanma hareketini takip eder. Böylece bir turunu tamamlar. Her bir bobin arasındaki boşluğa full step yani tam adım adı verilir. Yan yana olan iki bobine de elektrik verilirse ortadaki mıknatıs elektrik verilen iki bobinin arasında durur. Buna da half step yani yarım adım adı verilir.

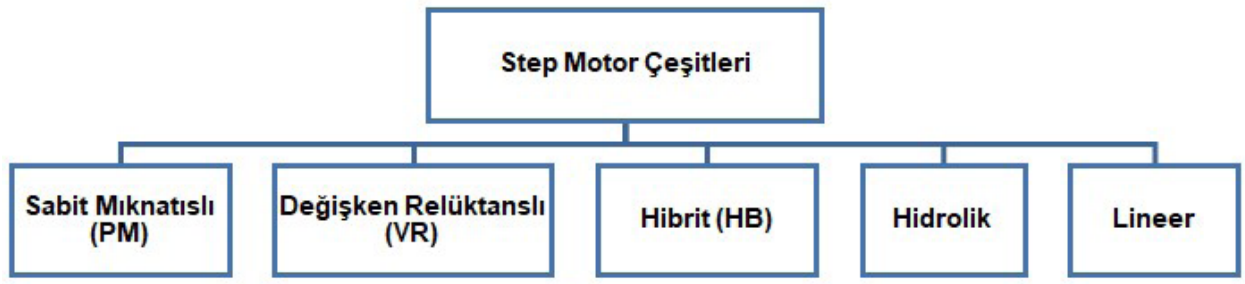
Herhangi bir uyartımda motorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı motorun adım açısına bağlıdır. Adım açısı motorun yapısına bağlı olarak 90°, 45°, 18°, 7,5°, 1,8° veya daha değişik açılarda olabilir.

Adım Açısı = 360°/Bir Devirdeki Adım Sayısı

Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe step motorun hassaslığı da artmış olur. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı kontrol edilebilir. Step motorların dönüş yönü, uygulanan sinyallerin sırası değiştirilerek saat yönünde (CW) veya saat yönünün tersi yönde (CWW) olabilir.

Step Motorların Çeşitleri

Adım motorlar yapılarına göre beş çeşittir. Bunlar Görsel 3.17'de gösterilmiştir.

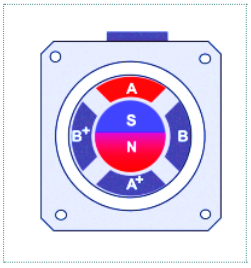


Görsel 3.17: Step motor çeşitleri

Sabit Mıknatıslı Step Motorlar (Permanent Magnet Stepper Motors) (Pm)

Rotorlarında sabit mıknatıslar bulunur (Görsel 3.18). Stator bobinlerine uygulanan gerilime ve akımın yönüne göre motorun dönmesi gerçekleşir. Sabit mıknatıslı step motorlar, şu şekilde dörde ayrılırlar.

- İki fazlı sabit mıknatıslı iki fazlı step motor (Unipolar ve Bipolar Step Motorlar)
- Orta uçlu sargılara sahip sabit mıknatıslı step motor
- Disk tipi sabit mıknatıslı step motor
- Dört fazlı sabit mıknatıslı adım motor

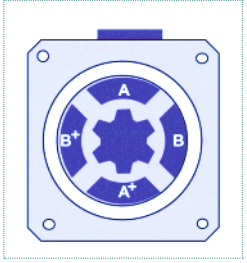


Görsel 3.18: PM

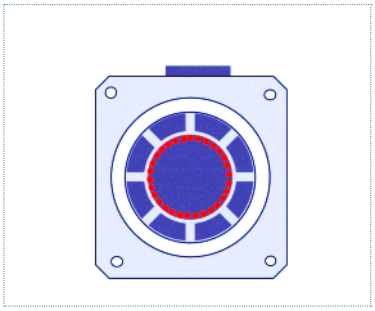
Değişken Relüktanslı Step Motorlar (Vr)

En temel ve en basit step motor tipidir. En az dört kutuplu stator bulundurmaktadır (Görsel 3.19). Sabit mıknatıslı değil, mıknatıslanabilen çok kutuplu malzemelerden yapılmış rotorları vardır. Değişken relüktanslı step motorlar şu şekilde ikiye ayrılır.

- Tek parçalı değişken relüktanslı step motorlar
- Çok parçalı değişken relüktanslı step motorlar



Görsel 3.19: VR



Görsel 3.20: HB

Hibrit Step Motorlar (Hb)

Bu motorlara hibrit denmesinin sebebi çalışma prensiplerinin sabit mıknatıslı step motorlar ve değişken relüktanslı step motorların birleşiminden meydana gelmesidir (Görsel 3.20). Statorlarının sargı bağlantıları reküktanslı motorlardan farklıdır. Bu motorlar; adım kararlılığı, hız ve tork gibi özellikleri kıyaslandığında sabit mıknatıslı step motorlardan daha iyi performans gösterir.

Hidrolik Step Motorlar

Bir hidrolik motorun sunduğu büyük gücü kontrol etmek için küçük bir elektrikli step motor kullanan cihazdır.

Lineer step motorlar

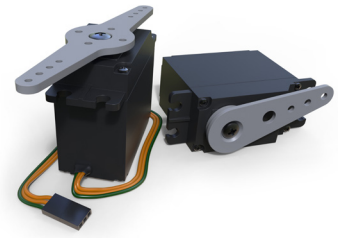
Dairesel bir hareket değil, yatay eksende çizgisel bir mekanik hareket gerçekleştiren motorlara denir.

3.1.4 Servo Motorlar

Servo motorlar; çok düşük devirlerde bile kararlı çalışabilen, hız-moment kontrolü yapan kapalı devre motor sistemleridir (Görsel 3.21). RC (Radyo Kontrol) modellerde ve robotik uygulamalarda kullanılırlar (Görsel 3.22). Genellikle 0°-180° dönebilen motorlardır. Servo motorlar, bir motor ve geri bildirim ünitesinden meydana gelir. Geri bildirim ünitesi, motor gövdesine tümleşik yapılmıştır. Nadir durumlarda geri bildirim üniteleri ayrık olup yüke bağlanırlar. Robot teknolojisinde çok tercih edilmelerinin yanı sıra hidrolik ve pnömatik sistemler, dijital (sayısal) kontrollü makineler, pozisyon belirleme sistemleri, bilgisayar donanımları, bellekli makineler, askerî cihazlar, büro makineleri, alternatör devir ayar mekanizmaları vb. yerlerde kullanılmaktadırlar. Uzaktan kumandalı uçaklarda yön tayini için hareketli parçaların pozisyonlarını değiştirmede servo motorlar kullanılmaktadır.

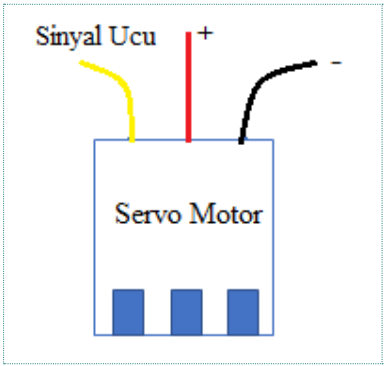
Servo Motorların Yapısı

Servo motor içerisinde kontrol kartı, DC veya AC motor, şaft, dişli, potansiyometre, enkoder ve amplifikatör bulunmaktadır. İçinde bulunan parçalar sayesinde normal bir motorun sahip olmadığı belirli bir açıya, konuma ve hıza sahip olabilmektedir. Servo motorların en önemli özelliği konum kontrolü yapabilmeleridir. Yani istenilen açıya götürüp orda durdurulabilirler. Torkları yüksektir. Saniyede 3 kg, 15 kg ve 30 kg'a kadar varan kütlelerde yükler kaldırılabilirler. Endüstriyel servo motorlar ile RC servo motorlar birbirinden farklıdır.



Görsel 3.21: Servo motor

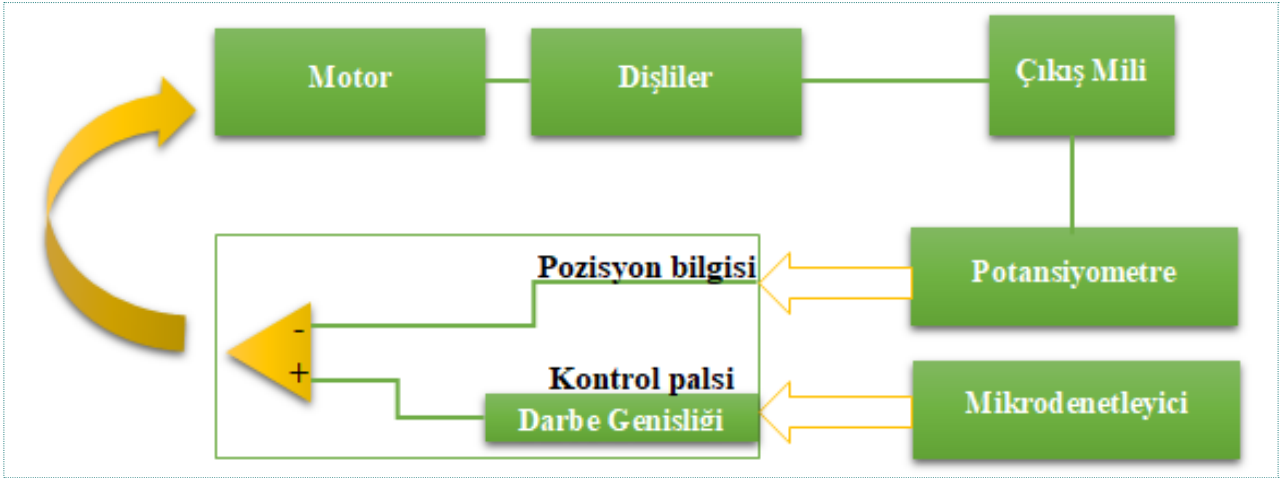
Servo motorlarda standart olarak üç adet kablo bulunur. Bu kablolara soldan bakıldığında Görsel 3.23'te görüldüğü gibi sinyal ucu, + uç ve – uç şeklinde sıralanır. Bu dizilim tüm servo motorlar için standarttır. Sinyal ucu genellikle beyaz, sarı veya turuncu; + ucu genellikle kırmızı; - ucu da genellikle siyah veya kahverengi olur. Motor şaftın hareket miktarını belirleyen, analog veya dijital bir elektrik sinyali ile kontrol edilir. Servo motorların 90°, 180°, 270° veya 360° (sonsuz) dönen çeşitleri bulunmaktadır.



Görsel 3.22: Servo motorun bağlantı uçları

Servo Motorların Çalışma Prensibi

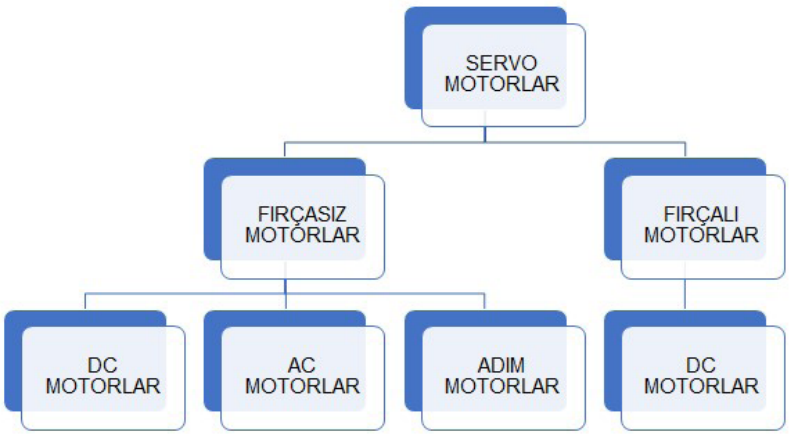
Servo motorlar, programlanabilir bir mile sahip olan küçük cihazlardır. Belirli kodlar göndererek bu milin pozisyonu istenilen açıda değiştirilebilir. Kodlar değiştikçe milin açısal pozisyonu da değişir. Görsel 3.24'te bir servo motorun çalışma mekanizması blok sistemi ile özetlenmiştir.



Görsel 3.23: Basit bir servo motor blok sistemi

Servo Motorların Çeşitleri

Servo motorların birçok çeşidi vardır. Motor DC ya da AC olabilir. Geri bildirim ünitesi de tako genaratörü ya da kodlayıcı olabilir. Servo motorların AC ile çalışan modelleri fırçasız, DC ile çalışan modelleri fırçalıdır. Fırça ve kollektörü olmayan servo motorların arıza yapma ihtimalleri de düşüktür ve bakımları da kolay olur. Bunlar, elektronik yapılı sürücü/programlayıcı devrelerle birlikte kullanılır. Görsel 3.25'te servo motor çeşitleri gösterilmiştir.



Görsel 3.24: Servo motor çeşitleri

Step ve Servo Motorun Farkları

- Servo motor veya step motor tercihini doğru yapmak çalışmalarda alınacak verimi arttıracaktır.
- Kontrol mekanizmaları farklıdır. Step motorlar aşamalı olarak çalışır ve kontrolleri bu şekilde tamamlar.
- Step motorlar güç değerlerine uygun olarak çalıştırıldığı sürece konum kaybetmez.
- Yüksek güç verilmesi gereken noktalarda step motor yerine servo motor kullanılması gereklidir.
- Servo motorlar yüksek hızlarda yüksek torkta, step motorlar düşük hızlarda, yüksek torkta çalışabilir.
- Maliyet açısından step motorlar, servolara göre daha uygundur.
- Step motorlar açık çevrim çalışırken servo motorlar kapalı çevrim şeklinde çalışır.
- Servo motorların bakımı step motorlara göre daha zordur.
- Step motorlar servo motorlara göre daha kolay kontrol edilebilir.

Step ve Servo Motorlar Arıza ve Bakımları

Step motorların arıza ve bakım işlemlerinin yapılması için izlenmesi gereken yollar şunlardır;

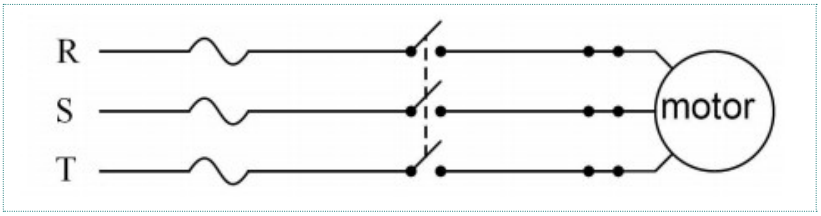
- Arızanın sebebini araştırılır (mekanik-elektrik).
- Arıza mekanik kaynaklı ise tamiri, parçaların yenilerinin değiştirilmesi ile giderilir.
- Toz, yağ ve diğer çevresel etkenlerden dolayı ise gerekli kimyasallar kullanarak temizlenir.
- Elektrik kaynaklı bir arıza ise arızanın motor ya da sürücü devresinde olup olmadığını kontrol edilir.
- Motor elektrik arızalarında sargı uçları ve sargıları kontrol edilir.
- Sürücü devresinde elektronik kartın kontrolünü yapılır.

UYGULAMA 3.1 ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI VE YÖN DEĞİŞTİRİLMESİ

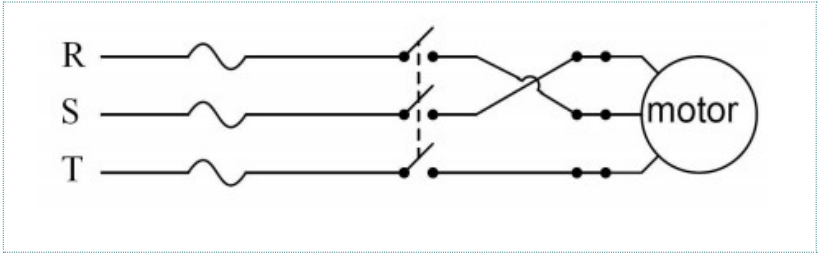
AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, üç fazlı asenkron motorunu çalıştırmak ve üç fazlı asenkron motorun yönünü değiştirmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.25
Üç fazlı motora yol verme devresi



Görsel 3.26
Üç fazlı motorun yön değiştirme devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Üç faz varyak		1 adet
Üç faz asenkron motor		1 adet
Jacklı kablo, IEC fişli kablo		

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 3.25'teki devreyi kurunuz.
2. Devreye enerji veriniz. (Üç fazlı sistemde 380 V AC gerilim olduğunu hatırlayınız. Öğretmeniniz olmadan sisteme enerji vermeyiniz.)
3. Devreye enerji vererek motorun dönüş yönünü not ediniz.
4. Enerjiyi kesiniz.
5. Klemens tablosunda S ve T fazlarını yer değiştiriniz.
6. Görsel 3.26'daki devreyi kurarak tekrar enerji veriniz.
7. Devreye enerji vererek motorun dönüş yönünü not ediniz.
8. Devrenin enerjisini kesiniz.
9. Bir önceki bağlantıdaki dönüş ile karşılaştırınız.
10. Motorun dönüş yönünü değiştirmek için değişik bağlantı şekillerini belirleyip rapor olarak yazınız.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Bu uygulamada aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bir fazlı AC motor seçimini yapabildiniz mi?		
2. Bir fazlı AC motoru devreye bağlayabildiniz mi?		
3. Bir fazlı AC motorun devir yönünü değiştirebildiniz mi?		
4. Üç fazlı AC motor seçebildiniz mi?		
5. Üç fazlı AC motoru devreye bağlayabildiniz mi?		
6. Üç fazlı AC motorun devir yönünü değiştirebildiniz mi?		

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

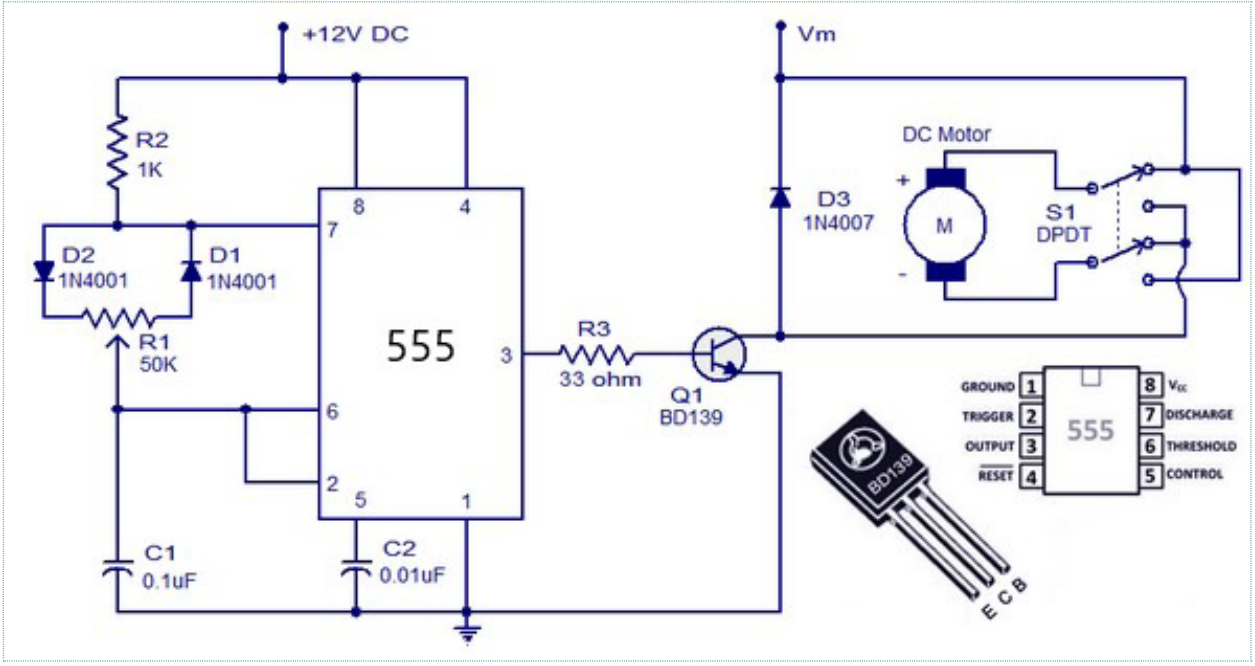
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... /20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 3.2 DC MOTOR HIZ KONTROL VE YÖN DEĞİŞTİRME DEVRESİ

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, DC motorun hız kontrolünü yapmak.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.27: DC motorun yön değiştirme devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Entegre	NE555	1 adet
DC motor	6-12 V	1 adet
Diyot	1N4001	2 adet
Diyot	1N4007	1 adet
Direnç	1 KΩ, 33 Ω	1 adet
Potansiyometre	50 KΩ	1 adet
Transistör	BD139	1 adet
Kondansatör	0,1 μF, 0,01 μF	1 adet
Breadboard		
Güç kaynağı		
AVOmetre		
Bağlantı kabloları		

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız.
2. İş önlüğünü giyiniz.
3. Devrede kullanılacak elemanlara sağlamlık testi uygulayınız.
4. Görsel 3.27'deki devreyi breadbord üzerine kurunuz.
5. Devreye 12 V gerilim uygulayınız.
6. Potansiyometre (R1) ayarını değiştirerek DC motorun dönmesindeki hızlanma veya yavaşlatmayı gözlemleyiniz.
7. Anahtar (S1) konumunu değiştirerek DC motorun dönme yönündeki değişikliği gözlemleyiniz.
8. Çalışmanızı öğretmeninize göstererek sonuç kısmına yaptıklarınızı ve gözlemlediklerinizi yazınız.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

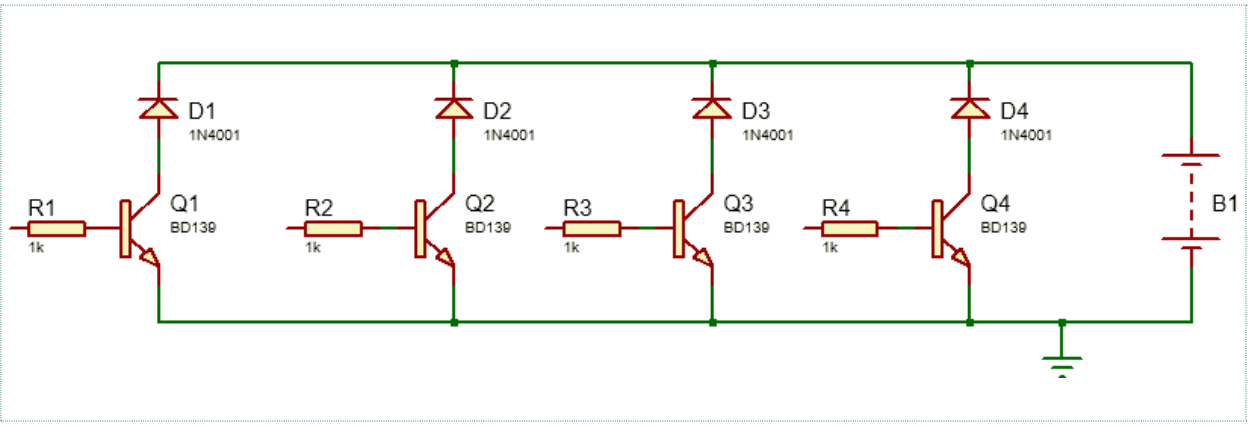
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih .... /.... /20 ....
			30	50	10	10	100	
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 3.3 STEP MOTOR ÇALIŞMASI

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, step motorun çalışmasını kontrol etmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.28: Step motor kontrol devresi

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Step motor		1 adet
Diyot	1N4001	4 adet
Direnç	1 KΩ	4 adet
Transistör	BD139	4 adet
Breadboard		1 adet
Güç kaynağı		1 adet
Bağlantı kabloları		1 adet

C. İşlem Basamakları

1. İş güvenliği ile ilgili gerekli önlemleri alınız. İş önlüğünü giyiniz.
2. Uygulama faaliyeti için step motor çeşidini belirleyiniz.
3. Devrede kullanılacak elemanlara sağlamlık testi uygulayınız.
4. Görsel 3.28'deki devreyi breadbord üzerine kurunuz.
5. Step motorlarda dört adet bobinden çıkan ve bir adet ortak uç olmak üzere toplamda beş uç bulunur. Devre bağlantısını yapmadan önce ohmmetre ile ölçüm yapılarak ortak ucun hangisi olduğu bulunuz. (Ortak uç ile diğerleri arasında sabit bir direnç okunacaktır.)

6. Ortak uca motorun çalışma gerilimini uygulayınız. Diğer dört ucu ise anahtarlama elemanlarına (transistör) bağlayınız. (Bu bağlantılar doğru olursa motor döner, yanlış olursa titreme yapar.)
7. Devreye 12 V gerilim uygulayınız. D1 -D4 uçlarına sırasıyla sinyal gönderiniz. (D1 ucuna sinyal uygulandığında, 1 KΩ'luk sınırlama direncini geçen sinyal, transistörü tetikleyerek iletime geçirir. Diyot ters bağlı olduğundan buradan geçemeyen elektrik akımı motorun sarımlarından geçerek motoru bir adım döndürür. İkinci adım için, D1 ucundaki sinyal kesilerek D2 ucuna uygulanır.Bu şekilde D1, D2, D3, D4 uçlarına sıra ile sinyal gönderilerek adım motorun dönmesini sağlanır.)
8. Step motorun adım derecesini hesaplayınız, motor üzerindeki etiketten değerleri kontrol ediniz
9. D1 - D4 uçlarına sinyali ters sıra ile uygulayarak ters yönde bir dönme hareketi gözlemleyiniz.

Ç. Alınan Değerler ve Sonuç

Bu uygulamada aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Devreye uygun step motor seçimini yapabildiniz mi?		
2. Step motoru devreye bağlayabildiniz mi?		
3. Step motorun dönme yönünü değiştirebildiniz mi?		
4. Step motor adım derecesini hesaplayabildiniz mi?		

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

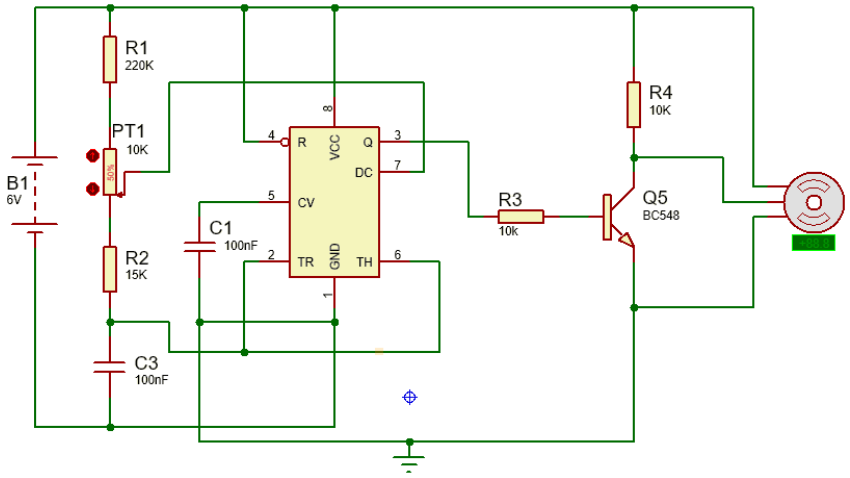
Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ..... /	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... /20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

UYGULAMA 3.4 SERVO MOTOR ÇALIŞMASI

AMAÇ

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak, servo motorun çalışmasını kontrol etmek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.29: Servo motor devre şeması

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Servo motor		1 adet
Kondansatör	100 nF	2 adet
Direnç	10,15,220 KΩ	4 adet
Transistör	BC 548	4 adet
Breadboard	1 KΩ, 33 Ω	1 adet
Güç kaynağı	6 V- 12 V	1 adet
Bağlantı kabloları	BD139	1 adet
Potansiyometre	10 K	1 adet

C. İşlem Basamakları

1. Görsel 3.29'da görülen devreyi kurunuz.
2. Devreye enerji veriniz.
3. Potansiyometreyi hareket ettirerek motorun sağa-sola dönmesini sağlayınız.
4. Servo motorun beyaz ucuna osiloskop bağlayarak oluşan sinyalleri gözlemleyiniz.
5. Potansiyometre ile ayar yaparak sinyallerde oluşan değişimleri gözlemleyiniz.
6. Devreye enerji vererek motorun dönüş yönünü not ediniz.

Sonuç (Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ...../	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih .... /.... /20 ....
			30	50	10	10	100	
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

3.2 HİDROLİK VE PNÖMATİK SİSTEMLER

AMAÇ

Elekromekanik devre elemanlarını, hidrolik pnömatik devre elemanlarını açıklar, kontrol eder ve uygular.

GİRİŞ

Biyomedikal cihazların hareketleri, hasta yatakları ve diş üniteleri gibi biyomedikal sistemlerin çalıştırılmasında hidrolik ve pnömatik sistemlerden yararlanılmaktadır. Bu bilgi yaprağında hidrolik ve pnömatik sistemler hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

3.2.1 Pnömatik Sistemler

Pnömatik, basınçlı havanın hareketlerini inceleyen bilim dalıdır. Pnömatik sistemler ise basınçlı havanın enerjisinden yararlanarak güç üreten, bu güç ile çalışan ve bu gücü kontrol eden sistemlerdir.

Pnömatik sistemlerin çok geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Ağır iş makinelerinde, otomasyon teknolojisinde, biyomedikal cihazların ağır birimlerinin hareketlerinde, hasta yataklarında, diş ünitelerinde birçok kullanım alanı mevcuttur.

Pnömatik sistemlerin kullanımının bir takım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Pnömatik Sistemlerin Avantajları

Pnömatik sistemlerde hava kullanılmaktadır ve hava kolay ulaşılabilir bir maddedir.

- Hava, borular yoluyla bir yerden başka bir yere kolayca taşınabilen veya hareket eden bir maddedir.
- Basınçlı hava kolay üretilebilir ve depolanabilir.
- Hava, yanıcı olmadığından güvenli bir şekilde yüklenebilir. Kısa devre meydana gelmez. Yanma ve patlama riski yoktur.
- Çalışmaları sırasında çok fazla ısınmaya sebep olmaz.
- Hava, çeşitli sıcaklıklarda esnek bir şekilde kullanılabilir.
- Pnömatik sistemlerde meydana gelecek sızıntılar çevre kirliliğine yol açmaz.
- Pnömatik devre elemanları basit yapıya sahiptir.
- Hava, alçaktan yükseğe veya tam tersi şekilde ayarlanabilen hızlarda hareket edebilir. Piston hızı 3 m/s ye ulaşabilir.

Pnömatik Sistemlerin Dezavantajları

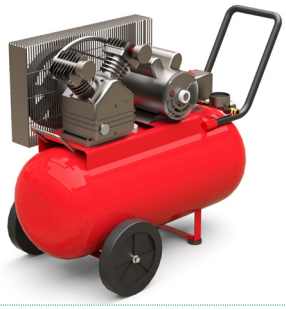
- Basınçlı hava kolayca yoğuşur. Bu nedenle hava; sisteme girmeden önce, belirli gereksinimleri karşılamak için işlenmelidir.
- Pnömatik sistemlerin kurulumunu gerektiren kompresörler, hava filtresi, yağlama borusu, kurutucu, regülatörler gibi ekipmanlar nispeten pahalı ekipmanlardır.
- Havanın sistemden atılması gürültüye sebep olur.
- Basınçlı hava düzgün depolanamaz ise hava sızıntıları meydana gelebilir.

Pnömatik Sistem Devre Elemanları

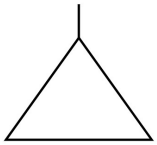
Kompresör

Pnömatik sistemlerde kullanılacak havanın üretildiği elemana **kompresör** denir (Görsel 3.30, 3.31). Havanın vakumlanarak emilmesi ve bu havanın hacminin daraltılarak sıkıştırılması ile çalışır.Kompresörlerin birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Vidalı kompresör
- Diyaframlı kompresör
- Root kompresör
- Pistonlu kompresör
- Labirent kompresör



Görsel 3.30: Kompresör



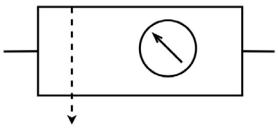
Görsel 3.31: Kompresör sembolü

Şartlandırıcı (Hava hazırlayıcı)

Pnömatik sistemde kullanılacak havanın son hazırlıklarının yapıldığı devre elemanına **şartlandırıcı** denir (Görsel 3.32, 3.33). Şartlandırıcı birimi; filtre, yağlayıcı ve basınç regülatöründen (düzenleyici) oluşur.



Görsel 3.32: Şartlandırıcı



Görsel 3.33: Şartlandırıcı sembolü

Filtre

Şartlandırıcının ilk elemanıdır. Basınçlı hava içerisindeki yabancı malzemeleri ve suyu tutmak için kullanılır (Görsel 3.34).

Basınç Regülatörü

Pnömatik sistemlerde kullanılan havanın ihtiyaca göre arttırılıp azaltılması, sitemdeki hava basıncının sürekli değişmesine neden olur. Bu basınç değişiminden kaynaklanan dalgalanmayı sisteme yansıtmamak, basıncı sabit bir değerde sisteme vermek için kullanılan devre elemanıdır. Regülatöre giren havanın basıncı yüksek olsa bile, regülatör çıkışında sabit bir basınç değeri elde edilecektir.

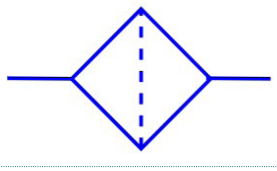
Yağlayıcı

Pnömatik sistemlerde kullanılan bir miktar yağ, bazı avantajlar sağlamaktadır (Görsel 3.35). Bu avantajlar şunlardır:

Kullanılan devre elemanlarının paslanması önlenir.

Aşınmalar en aza indirilir.

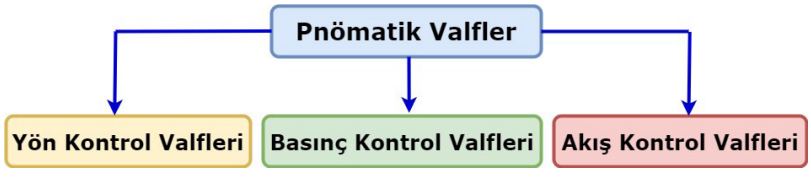
Sürtünme sebebiyle oluşabilecek kayıplar en aza indirilir.



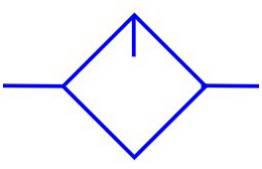
Görsel 3.34: Filtre sembolü

Pnömatik Valfler

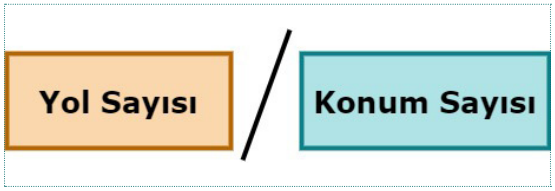
Valfler, temel olarak havanın akışını kontrol etmeye yarayan elemanlardır. Hava akışının geçiş yollarını kapatıp açarak, yönünü değiştirerek, basınç değerini ayarlayarak kontrolü sağlar (Görsel 3.36).



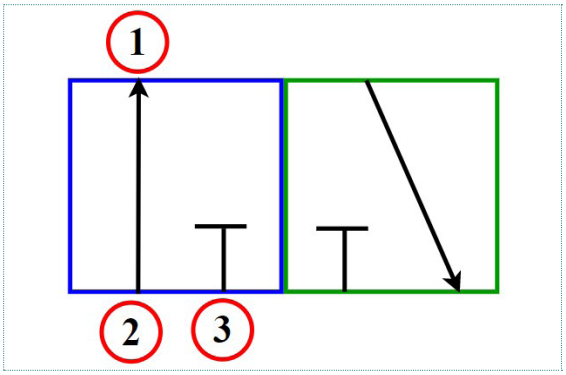
Görsel 3.36: Pnömatik valfler



Görsel 3.35: Yağlayıcı sembolü



Görsel 3.37: Yön kontrol valflerinin adlandırılması



Görsel 3.38: 3/2 Yön kontrol valflerinin adlandırılması

Yön Kontrol Valfleri

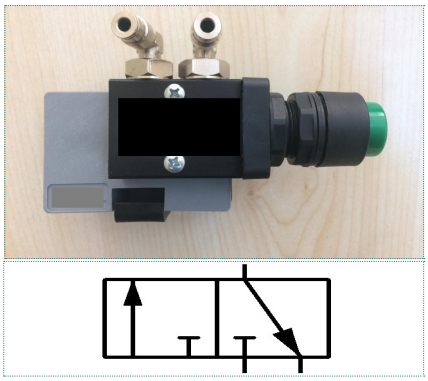
Pnömatik sistemlerde kullanılan basınçlı havanın yönünü kontrol ederek, alıcıya gönderilmesini sağlayan valflerdir. Yön kontrol valflerinin yapılış biçimleri, kumanda biçimleri, yol/konum durumlarına göre çeşitli türleri bulunmaktadır.

Yön kontrol valfleri, belirli bir kurala göre sayılar kullanılarak adlandırılır. Adlandırma işlemi aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 3.37).

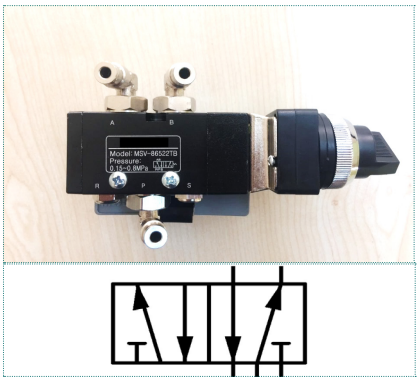
Yön kontrol valflerinin adlandırılmasında iki rakam kullanılır. Bu rakamlar birbirinden bölü işareti ile ayrılmıştır. İlk rakam valfin yol sayısını ikinci rakam ise konum sayısını belirtmektedir. Bir örnek üzerinden anlatılacak olursa:

Görsel 3.38'deki valf 3/2 yön kontrol valfidir. İlk rakam olan 3, yol sayısını ifade eder. Bu sayı, valfin iş yapması durumunda havanın gittiği veya gidebileceği yol sayısıdır. Bir valfte bulunan bağlantı noktası sayısı, yol sayısına eşittir. Giriş, çıkış ve egzoz kapıları valfin yol sayısını belirler. 2 rakamı ise konum sayısıdır. Konum sayısı, valfte bulunan kare sayısına bakılarak bulunur. Şekilde biri mavi diğeri yeşil olmak üzere iki kare bulunmaktadır.

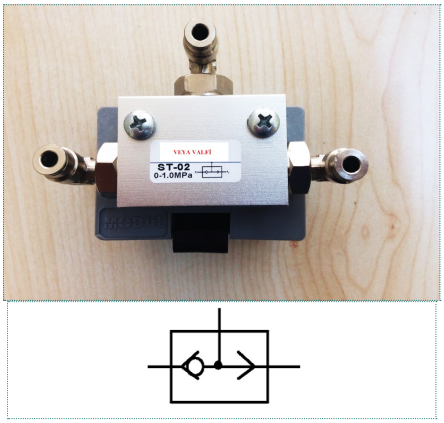
Yön kontrol valfi örnek görsel ve sembolleri aşağıda verilmiştir (Görsel 3.39, 3.40, 3.41 ve 3.42).



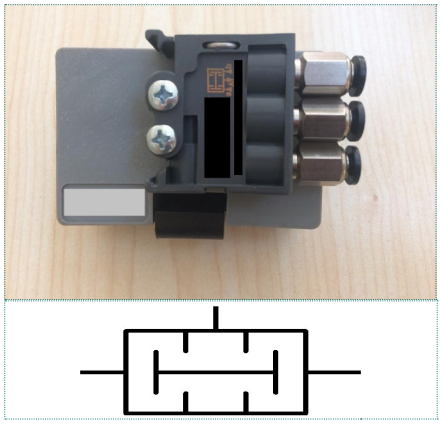
Görsel 3.39: 3/2 yön kontrol valfi ve sembolü



Görsel 3.40: 5/2 yön kontrol valfi ve sembolü



Görsel 3.41: VEYA valfi ve sembolü



Görsel 3.42: VE valfi ve sembolü

- **Basınç Kontrol Valfleri**

Pnömatik sistemlerde çok sık kullanılmayan valflerdir (Görsel 3.43, 3.44). Basınç belirli bir değere ulaştığında emniyet valfleri açılarak, havanın atmosfere atılmasını sağlar.

Akış Kontrol Valfleri

Havanın debisinin ayarlanması için kullanılan valflerdir (Görsel 3.45). Akış kısma valfleri, havanın tek yönlü akışını ayarlayabilen elemanlardır.

Tek Etkili Silindir

Tek etkili silindirde basınçlı hava tek yönde etkime yapar (Görsel 3.46). Tek etkili silindirde hava giriş ve çıkışı için tek delik bulunur. Bundan dolayı sadece tek yönde çalışma elde edilir. Piston kolunun geri dönüşü, ya bir yayla ya da yükün kendi ağırlığı gibi dışarıdan uygulanan kuvvetle sağlanır.

Çift Etkili Silindir

Çift etkili silindirde basınçlı hava iki yönde etkime yapar (Görsel 3.47). Silindir üzerinde iki adet giriş ve çıkış deliği bulunur. Pistonun ileri ve geri hareketi basınçlı hava ile sağlanır. Piston tarafına hava verildiğinde, piston kolu tarafındaki hava tahliye edilir. Tam tersi durumda piston kolu tarafına hava verildiğinde, piston tarafındaki hava tahliye edilir.

Pnömatik Motorlar

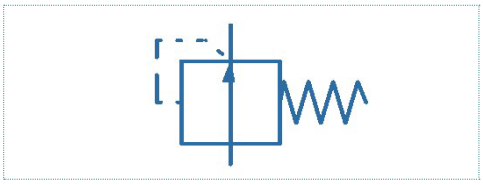
Pnömatik motorlar, dairesel hareket elde etmek için kullanılır. Motor içerisinde bulunan farklı tipteki düzenekler vasıtasıyla basınçlı havanın pnömatik motor içerisine gönderilmesi sonucunda dairesel hareket üretilir. Farklı tipte pnömatik motorlar bulunmaktadır. Dişili tip pnömatik motorlar ve paletli tip pnömatik motorlar örnek olarak verilebilir.

Pnömatik Devrelerde Kullanılan Boru ve Hortumlar

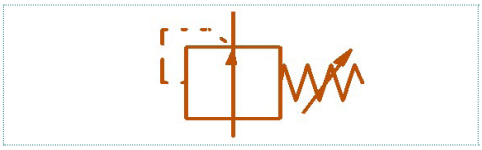
Pnömatik devrelerde, kompresörden çıkan basınçlı havanın devredeki elemanlara ulaşması için kullanılan elemanlardır (Görsel 3.48). Pnömatik devrelerde kullanılan boru ve hortumlar, devrenin çalışması için gerekli basınç değerine uygun olarak seçilmelidir. Uygun seçilmeyen boru ve hortumlar devrenin çalışma verimini düşürebilir. Bu nedenle devreden istenilen performans elde edilemez.



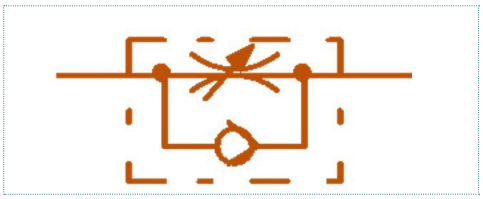
Görsel 3.48: Pnömatik devrelerde kullanılan boru ve hortumlar



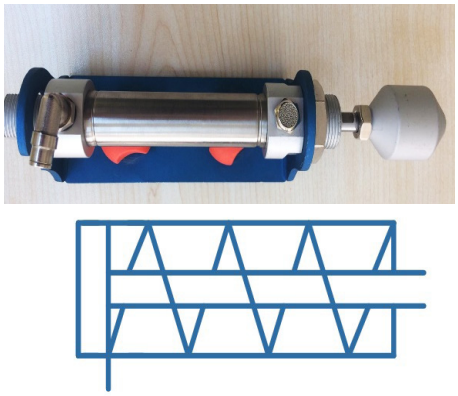
Görsel 3.43: Basınç kontrol valfi



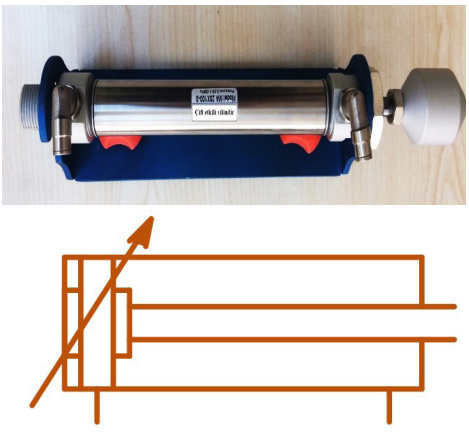
Görsel 3.44: Ayarlanabilir basınç kontrol valfi



Görsel 3.45: Akış kısma valfi



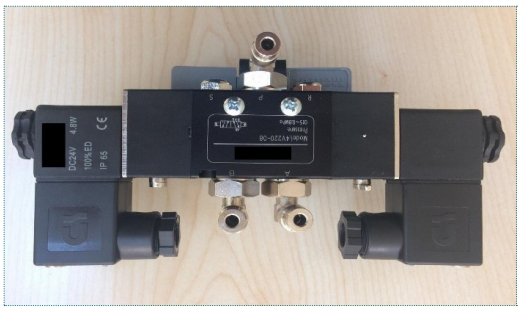
Görsel 3.46: Tek etkili silindir ve sembolü



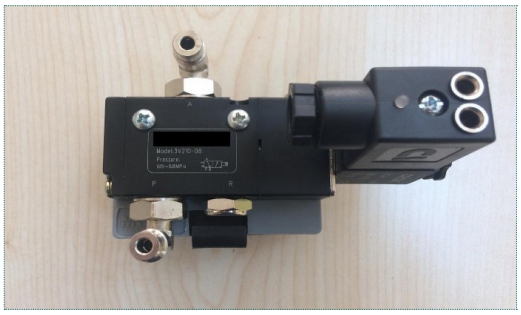
Görsel 3.47: Çift etkili silindir ve sembolü



Görsel 3.49 A: Selenoid valf örnekleri



Görsel 3.49 B: Selenoid valf örnekleri



Görsel 3.49 C: Selenoid valf örnekleri

3.2.2 Elektropnömatik Sistemler

Elektropnömatik sistemler, adından da anlaşılacağı üzere elektrik ve pnömatiğin özelliklerinin birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Pnömatik devrelerde kullanılan havanın uzun mesafelere taşınması, hem devre karmaşasına neden olur hem de havanın uzak mesafelere taşınması sistemin verimli çalışmasını engeller. Pnömatik devrelerdeki bu problemlerin önüne geçebilmek için elektropnömatik sistemler geliştirilmiştir. Elektropnömatik devrelerde silindir gibi iş elemanları pnömatik valfler yerine selenoid valfler kullanılarak gerçekleştirilir. Elektropnömatikte iki farklı devre bulunmaktadır. Bu devreler şunlardır:

Kontrol devresi olarak görev yapan elektronik devre

Pnömatik iş elemanlarının bulunduğu pnömatik devre

Selenoid Valfler

Solenoid valf, bir bobin (solenoid) ve pnömatik yön kontrol valfinden oluşan bir elektromekanik cihazdır (Görsel 3.49 A, B ve C). Selenoid valfler, bobinlerine elektrik enerjisi uygulandığında içerisinden havanın geçmesine imkân tanıyan elemanlardır.

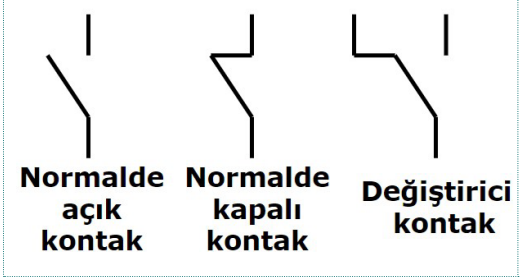
Kontaklar

Elektropnömatik devrede kullanılan 3 tip elektrik kontağı vardır (Görsel 3.50). Bu kontaklar şunlardır:

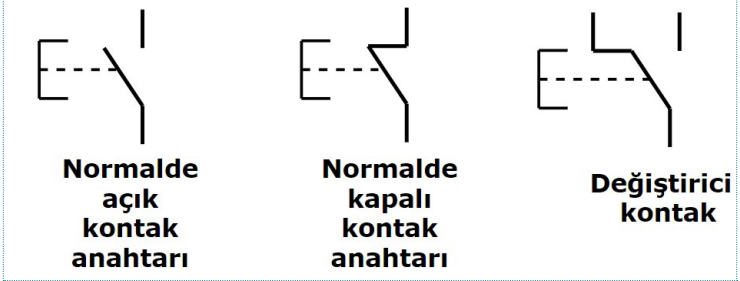
- Normalde açık kontak
- Normalde kapalı kontak
- Değiştirici kontak
- Manuel (Elle kumandalı) kontak anahtarı (Görsel 3.51)

3.2.3 Hidrolik Sistemler

Hidrolik akışkanların mekanik hareketlerini inceleyen bilim dalına **hidrolik** denir. Hidrolik sistemler, makineleri sürmek veya mekanik bileşenleri taşımak için basınç altındaki bir sıvıyı kullanır. Herhangi bir hidrolik sistemin arkasındaki temel fikir çok basittir. Bir noktada uygulanan kuvvet, sıkıştırıla-



Görsel 3.50: Kontak sembolleri



Görsel 3.51: Manuel (elle kumandalı) kontak anahtarı

maz bir sıvı kullanılarak başka bir noktaya iletilir.

Hidrolik sistemler; araçların fren ve direksiyon sitemleri, iş makineleri, kamyon damperleri, vinçler, asansörler, hasta yatakları gibi çok geniş kullanım alanına sahiptir. Bununla birlikte hidrolik sistemlerin birtakım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Hidrolik Sistemlerin Avantajları

- Hidrolik enerjinin elde edilmesi, denetimi ve kontrolü kolaydır.
- Hidrolik sistemlerin kontrolü ve hassasiyeti kolaydır. Bir sistem operatörü; basit kolları ve butonları kullanarak sistemi kolayca başlatabilir, durdurabilir, hızlandırabilir veya yavaşlatabilir.
- Kullanılan parçaların ömrü uzundur.
- Düşük basınçlarla bile yüksek güç elde edilebilir.
- Hidrolik sistemler, basit ve bakımı daha kolay sistemlerdir. Bu sistemlerde kullanılan hareketli parça sayısı azdır.
- Küçük esnek hortumlar ve borular kullanılarak hidrolik sistem üzerinden büyük miktarda güç iletilebilir.
- Bu sistemler kıvılcım oluşturmaz. Bu nedenle, bu sistemlerin kimyasal tesislerde ve madenlerde kullanılması güvenlidir.

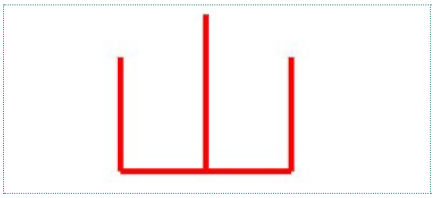
Hidrolik Sistemlerin Dezavantajları

- Depolama tankı, borular, silindir ve piston malzemesi hidrolik sıvı ile paslanabilir. Bu nedenle malzeme ve hidrolik sıvısı seçerken dikkatli olunmalıdır.
- Hidrolik sıvısındaki küçük kirlilikler sisteme kalıcı olarak zarar verebilir. Bu nedenle dikkatli olunmalı ve uygun filtre takılmalıdır.
- Hidrolik sıvısında sızmalar meydana gelebilir.
- Hidrolik sıvıları, uygun şekilde atılmazsa çevreye zarar verebilir.
- Sistemin montajı yapılırken borularda oluşabilecek kıvrımlar sistemde verimin düşmesine neden olabilir.

Hidrolik Sistemlerin Temel Kısımları

Yağ Deposu (Yağ Tankı)

Hidrolik sistemlerin temel enerji kaynağı olan sıvıların depo edildiği elemanlardır (Görsel 3.52). Hidrolik sıvılar; yağ deposunda dinlenir, soğutulur ve filtrelenir (Görsel 3.53).



Görsel 3.52: Yağ deposu sembolü



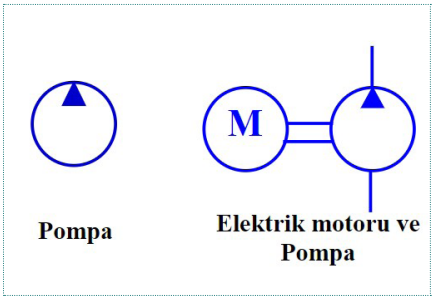
Görsel 3.53: Yağ deposu

Hidrolik Pompalar

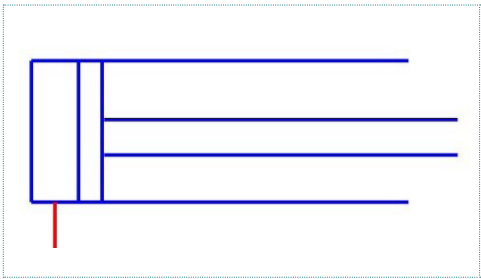
Yağ tankında bulunan sıvıyı, ayarlanan basınç ve debide sisteme ileten devre elemanıdır (Görsel 3.54). Pompalar, elektrik motorundan aldığı dönme hareketi sayesinde depoda bulunan sıvıyı emerek mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürür (Görsel 3.55).



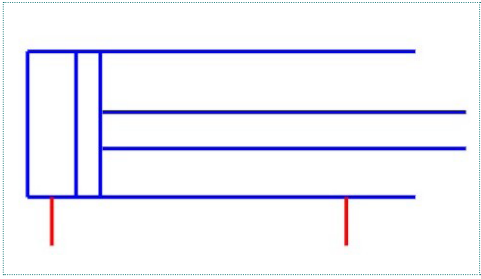
Görsel 3.54: Hidrolik pompa



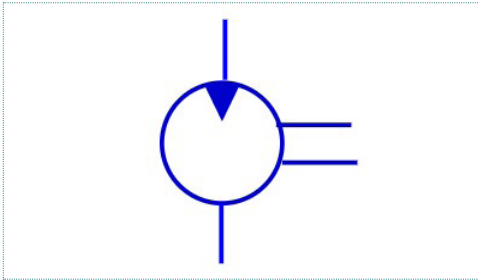
Görsel 3.55: Hidrolik pompa sembolü



Görsel 3.56: Tek etkili silindir



Görsel 3.57: Çift etkili silindir



Görsel 3.58: Hidrolik motor sembolü

Hidrolik pompalar seçilirken pompanın gücünün, debisinin ve çalışma basıncının çalıştırılacak sisteme yeterli olmasına dikkat edilmelidir.

Hidrolik Silindirler

Hidrolik silindir, hidrolik enerjisini mekanik bir harekete dönüştürerek doğrusal hareket oluşturan hidrolik devre elemanıdır. Yani hidrolik sıvısında depolanan enerjiyi, silindiri doğrusal yönde hareket ettirmek için kullanılan bir kuvvete dönüştürür.

Çalışma şartlarına göre çeşitli silindirler bulunmaktadır. Bu silindirler şunlardır:

- Tek etkili silindir
- Çift etkili silindir
- Tandem silindir
- Yastıklı silindir
- Teleskopik silindir

Tek etkili silindirler, sıvının pistona tek taraftan etki ettiği silindir türüdür (Görsel 3.56). Piston bir yöne doğru sıvı tarafından hareket ettirilirken, pistonun geri dönüşü yay ya da ağırlık yardımıyla gerçekleşir.

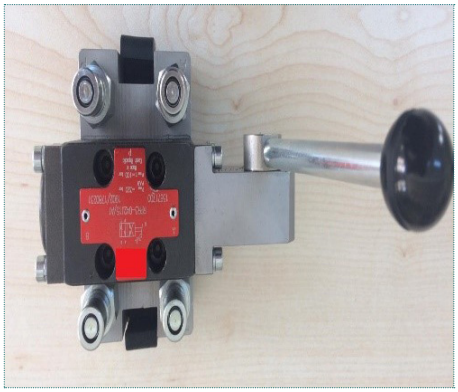
Çift etkili silindirler, sıvının pistona her iki yönden etki ettiği silindir türüdür (Görsel 3.57). Silindirin iki yöndeki hareketi de sıvı tarafından sağlanır. Çift etkili silindirler, hem ileri hem de geri hareketleri sırasında iş yapabilir.

Hidrolik Motorlar

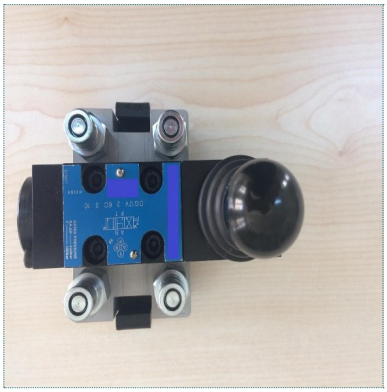
Hidrolik motorlar, hidrolik enerjisini mekanik güce (dairesel harekete) dönüştüren devre elemanlarıdır (Görsel 3.58). Mekanik gücü hidrolik güce dönüştüren bir hidrolik pompa ile birlikte çalışır.

Hidrolik Valfler

Hidrolik valfler, bir hidrolik devre veya sistem içindeki sıvı akışını düzenlemek için kullanılan mekanik elemanlardır (Görsel 3.59 A, B ve C). Bir hattı tamamen kapatmak, basınçlı sıvıyı yönlendirmek veya belirli bir alana akış seviyesini kontrol etmek için kullanılabilirler.



Görsel 3.59 A: Hidrolik valf örnekleri



Görsel 3.59 B: Hidrolik valf örnekleri



Görsel 3.59 C: Hidrolik valf örnekleri

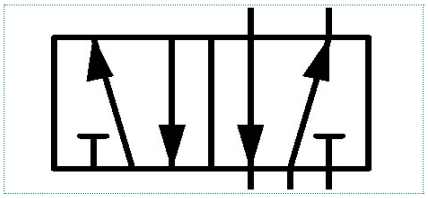
Hidrolik sistemlerde kullanılan valf çeşitleri şunlardır:

- Yön kontrol valfleri
- Basınç kontrol valfleri
- Akış kontrol valfleri
- Çek valfleri

Yön kontrol valfleri; hidrolik sistemde, hidrolik sıvının istenilen yöne gitmesini sağlayan valflerdir. Valfler; elektriksel, mekanik, basınçla ve manuel olarak kumanda edilebilir.

Hidrolik yön kontrol valflerinin adlandırılması pnömatik yön kontrol valflerinin adlandırılması ile aynı şekilde yapılır.

Örneğin 5 yollu ve iki konumlu yön kontrol valfi 5/2 yön kontrol valfi olarak adlandırılır (Görsel 3.60).



Görsel 3.60: 5/2 yön kotrol valfi

2/2 Valf: 2 yollu, 2 konumlu yön kontrol valfi

3/2 Valf: 3 yollu, 2 konumlu yön kontrol valfi

4/2 Valf: 4 yollu, 2 konumlu yön kontrol valfi

3/3 Valf: 3 yollu, 3 konumlu yön kontrol valfi

4/3 Valf: 4 yollu, 3 konumlu yön kontrol valfi

Hidrolik basınç kontrol valfleri; hidrolik basınç sistemlerinden geçen sıvı basıncını, sistem operatörü tarafından belirlenen basıncı istenilen seviyelerde tutmak için kullanılır.

Basınç kontrol valfleri çalışma fonksiyonlarına göre dört çeşittir.

- Emniyet valfleri
- Basınç sıralama valfleri
- Boşaltma valfleri
- Basınç düşürme valfleri

Hidrolik akış kontrol valfleri, bir hidrolik sistemdeki hidrolik sıvısının akış hızını ayarlamak için kullanılır. Bu valfler, valf yoluyla akış hızında değişiklik sağlamak için akış alanı değiştirilebilecek şekilde ayarlanabilen bir bağlantı noktasına sahiptir.



Görsel 3.61: Hidrolik bağlantı elemanları

Hidrolik Bağlantı Elemanları

Hidrolik sistemlerde, pnömatik sistemlerde olduğu gibi bağlantı elemanı olarak borular ve hortumlar kullanılmaktadır (Görsel 3.61). Borular ve hortumların görevi, basınçlı sıvıyı depolandığı tanktan başlayarak sistem üzerindeki tüm alıcılara iletilmesini sağlamaktır. Boru ve hortum seçiminde kullanılacak devrenin çalışma basıncına uygun çapta ve özellikte boruların seçilmesine dikkat edilmelidir.

Sızdırmazlık Elemanları

Yüksek basınç altında çalışan hidrolik devrelerde kaçak ve sızıntılar meydana gelir. Bu kaçaklar sistemin verimini düşürür. Sızıntı ve kaçakları önlemek için sızdırmazlık elemanları kullanılır. Sızdırmazlık elemanları yüksek basınç ve sıcaklıklara dayanıklı olarak üretilir.



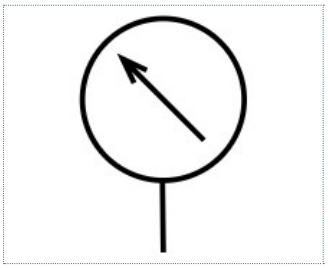
Görsel 3.62: Manometre

Manometreler

Manometreler, hidrolik sistemin çalışma basıncını gösteren bir göstergedir. Hidrolik manometrelerin gösterdiği basınç birimi bardır. Görsel 3.62'de manometre ve Görsel 3.63'te manometre sembolü gösterilmiştir.

Hidrolik Akümülatörler

Hidrolik akümülatörler enerji depolama cihazlarıdır (Görsel 3.64). Elektrik sistemlerindeki şarj edilebilir pillere benzer şekilde, enerjiyi basınçlı sıvı şeklinde depolar ve deşarj ederler. Genellikle hidrolik sistem verimliliğini artırmak için kullanılırlar. Akümülatörler, hidrolik enerji depolayan ve bu enerjiyi talep üzerine sisteme geri veren basınçlı kaplardır. Bu, bir araba aküsünün enerji depolama yöntemine benzer.


Görsel 3.63: Manometre sembolü

Hidrolik Yağlar

Hidrolik yağlar, hidrolik devrelerde kullanılan sıvılardır. Hidrolik sıvısı, tüm hidrolik sistemlerde enerji aktarım aracıdır. Hidrolik yağ, diğer yağlardan farklıdır. Sadece bir yağlayıcı değil, aynı zamanda hidrolik sistem boyunca gücün aktarılma aracıdır.

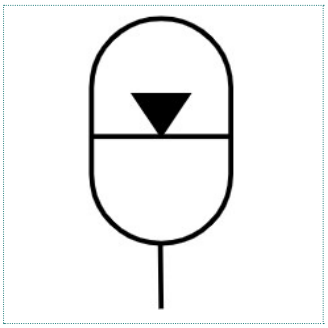
Hidrolik sistemlerde doğal ve sentetik olmak üzere iki çeşit yağ kullanılabilir.

Doğal yağlar: Bitkilerden elde edilen ayçiçeği yağı ve zeytinyağı, hidrolik sistemlerde kullanılan doğal yağlardır. Yüksek basınç altında uzun süreli kullanıma uygun değillerdir.

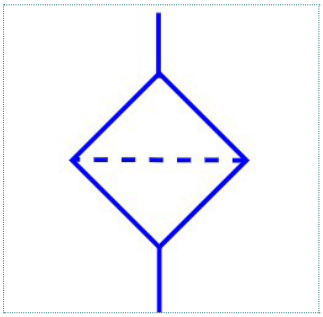
Sentetik (yapay) yağlar: Petrol ürünleri kullanılarak elde edilen yağlardır. Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdırlar.

Hidrolik sistemlerin verimli çalışabilmesi için kullanılan hidrolik yağlarda aranan bir takım özelikler vardır. Bu özellikler şunlardır:

- Yağlama yeteneği
- Viskozite
- Alev alma noktası
- Özgül ağırlık
- Oksidasyon
- Köpüklenme
- Akma noktası vb.


Görsel 3.64: Hidrolik akümülatör sembolü

Hidrolik Filtreler


Görsel 3.65: Hidrolik filtre sembolü


Görsel 3.66: Hidrolik filtreler

Hidrolik devrelerde filtreler, yabancı maddelerin sistemdeki çalışan elemanlara zarar vermesini önlemek ve sisteme temiz sıvı gönderilmesini sağlamak için kullanılan devre elemanlarıdır. Görsel 3.66'de hidrolik filtre ve Görsel 3.66'da hidrolik filtre sembolü gösterilmiştir.

Elektrohidrolik Sistemler

Hidrolik sistemlerde hidrolik sıvının uzak mesafelere taşınması, pnömatik sistemlerde olduğu gibi ekonomik değildir. Sistemde kullanılan boru hattı uzadıkça sistemin verimi düşmektedir.

Bu dezavantajlardan dolayı hidrolik sistemlerin elektriksel olarak kontrolünü sağlayan elektrohidrolik sistemler geliştirilmiştir. Elektrohidrolik sistemlerde, elektropnömatik sistemlerde olduğu gibi iki devre bulunmaktadır. Elektrohidrolik sistemlerde bulunan devreler şunlardır:

- Elektrik kontrol devresi
- Hidrolik devre

Elektrohidrolik Devre Elemanları

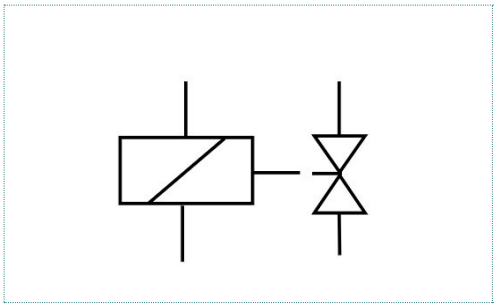
Elektrohidrolik sistemlerde, hidrolik sistemlerdeki aynı devre elemanları kullanılmaktadır. Ancak elektrohidrolik sistemlerde, hidrolik sistemlerden farklı olarak selenoid valfler kullanılmaktadır.

Butonlar

Butonlar, elektrik devrelerinde kullanılan temel devre elemanlarıdır Elektrik devrelerinde, devrelerin açma kapamasını yaparlar. Butonların, kontak yapısına göre farklı çeşitleri bulunmaktadır.

Selenoid Valfler

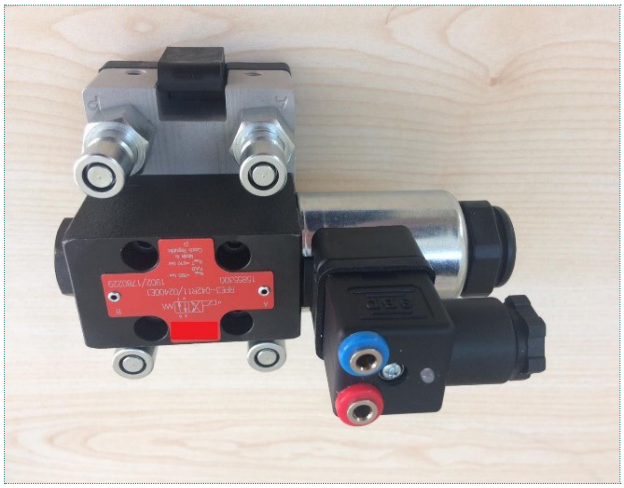
Hidrolik sistemlerde kullanılan selenoid valflerin çalışma mantığı, elektropnömatik selenoid valfler ile aynıdır (Görsel 3.67). Solenoid valfler, hidrolik sistemlerde sıvının akışını veya yönünü kontrol etmek için kullanılan ve elektrikle çalışan valflerdir (Görsel 3.68 A ve B).



Görsel 3.67: Selenoid valf sembolü



Görsel 3.68 A: Hidrolik sistemlerde selenoid valf örnekleri



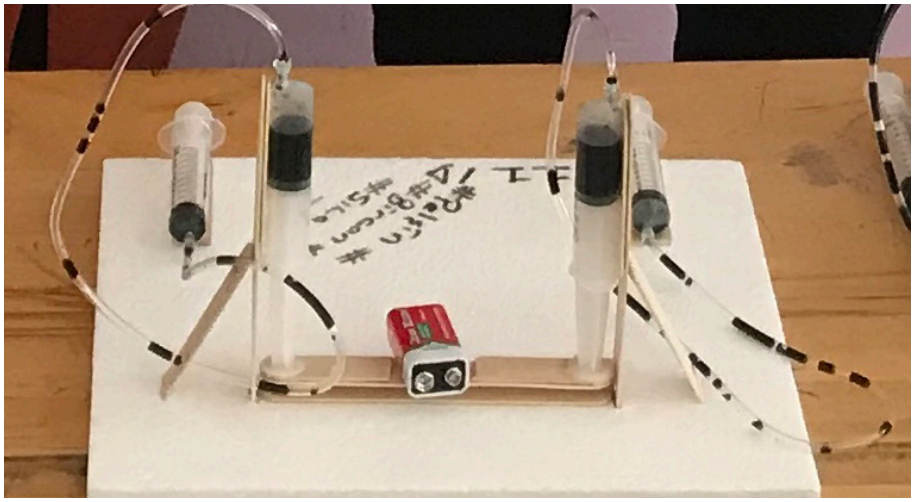
Görsel 3.68 B: Hidrolik sistemlerde selenoid valf örnekleri

UYGULAMA 3.5 HİDROLİK KALDIRAÇ YAPIMI

AMAÇ

Hidrolik devre elemanlarını seçmek ve hidrolik devre elemanlarının devredeki çalışma mantığını gözlemlemek.

A. Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.69
Basit hidrolik devre örneği

B. Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
50 cc şırınga		4 adet
Şırınga uçları ile uyumlu hortum		60 cm
Mukavva veya sert karton		Yeteri kadar
Renklendirici boya		Yeteri kadar
Yapıştırıcı		

C. İşlem Basamakları

1. Mukavva veya kartonunuzu 30 cm x 20 cm boyutlarında bir dikdörtgen kesiniz.
2. Kalan mukavva veya kartonunuzu 20 cm x 15 cm boyutunda iki dikdörtgen ve 10 cm x 10 cm boyutunda iki kare kesiniz.
3. Şırınganın gövde kısmını 20 cm x 15 cm boyutunda dikdörtgen kartona yapıştırınız.
4. Ardından kesmiş olduğunuz kare şeklindeki kartonu şırıngaların piston kısmına yapıştırınız.
5. Aynı işlemi iki şırınga için de yapınız.
6. Daha sonra bu iki şırınga bağlı dikdörtgen şeklindeki kartonu, 30 cm x 20 cm boyutlarındaki kartona yapıştırınız.

7. Boya ile sulu karıştırarak suyun renklendiriniz.
8. Kalan iki şırıngayı su ile doldurunuz.
9. Su doldurduğunuz şırıngaların ucuna hortumların bir ucunu bağlayınız.
10. Hortumların diğer ucunu da kartonlara yapıştırmış olduğunuz şırıngalara bağlayınız.
11. Su ile dolu iki şırıngayı 30 cm x 20 cm boyutlarındaki kartonun köşelerine dikey şekilde yapıştırınız (Görsel 3.69).
12. Su dolu şırıngaların pistonuna basıldığında suyun ve diğer şırıngaların pistonlarının hareketini inceleyiniz

Ç. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sonuç

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

Öğrencinin Numarası / Adı ve Soyadı ...../	DEĞERLENDİRME	Alanlar ve Puanları	Bilgi	Beceri	Temizlik Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Tarih
			30	50	10	10	100	.... /.... /20 ....
Öğretmenin Adı ve Soyadı		Takdir Edilen Puan						Onay (İmza) .....

KAYNAKÇA

Andrew PARR, Hydraulıcs and Pneumatıcs A Technıcıans's and Engineer's Guide (3. bs.), Butterworth-Heinemann-Elsiver, UK, 2005.

Clayton PAUL, Fundamentals of Electric Circuit Analysis, John Willey & Sons, New York, 2001.

Engin TEKİN ve Metin BEREKET, Elektrik Elektronik Esasları, Kanyılmaz Matbaacılık, İzmir, 2019.

Engin TEKİN ve Metin BEREKET, Elektrik Elektronik ve Ölçme, Kanyılmaz Matbaacılık, İzmir, 2019.

Ersoy TUNÇAY, Elektrik-Elektronik Ölçme ve Esasları (3. bs.), 2016.

Faruk KARTAL, Hidrolik ve Pnömatik, Modül Eğitim Araçları ve Özel Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti, İzmir, 2017.

Ilango SIVARAMAN, Introduction to Hydraulics and Pneumatics (3. bs.), PHI Learning Private Limited, Delhi, 2017.

James W. NİLSSON ve Susan RİEDEL, Electric Circuits (6. bs.), Prentıce Hall, 2003.

John BİRD, Electrical Circuit Theory and Technology (4. bs.), Elsevier, 2010.

John G. WEBSTER, Medical Instrumentation: Application and Design (4. bs.), John Willey & Sons, USA, 2009.

K.C.A. SMİTH ve R.E. ALLEY, Electrical Circuits an Introduction, Cambridge University Press,1992.

M. Morris MANO, Digital Design, Prentice Hall, 2002.

Metin KUL, Yılmaz UYAROĞLU, Saffet AYASUN, Fahri VATANSEVER, Ulaş EMİNOĞLU ve Nazım İMAL, Elektrik Enerjisi İletimi ve Dağıtımı (1. bs.), Anadolu Üniversiyesi Yayınları, Eskişehir, 2013.

Millî Eğitim Bakanlığı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, Mesleki ve Teknik Ortaöğretim 9. Sınıf Biyo Ölçme Atölyesi Dersi Öğretim Programı, Ankara, 2020.

Murat CEYLAN, Alternatif Akım Devre Analizi, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2010.

Raymond A. SERWAY, Fen ve Mühendislik için Fizik II (Elektrik ve Manyetizma), (Çeviren Kemal Çolakoğlu), Palme Yayıncılık, 2002.

Recep GÜNER, Elektrikte İşçi Sağlığı ve Güvenliğinin Temel Unsuru: KAÇAK AKIM RÖLELERİ, Elektrik Mühendisliği, Sayı: 447, 2013.

Robert BOYLESTAD ve Louis NASHELSKY, Electronic Devices and Circuit Theory (9. bs.), Prentice Hall, New Jersey, 2006.

Roger A. FREEDMAN ve Hugh D. YOUNG, Üniversite Fiziği Cilt II, (Çeviren Hilmi Ünlü), Pearson Yayıncılık, 2009.

Tony R. KUPHALDT, Lessons in Electric Circuits (5. bs.), 2006.

Uğur ARİFOĞLU, Elektrik-Elektronik Mühendisliğinin Doğru Akım Devreleri Cilt-1, Alfa Basın Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 2000.

Uğur ARİFOĞLU, Elektrik-Elektronik Mühendisliğinin Doğru Akım Devreleri Cilt-2, Alfa Basın Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 2000.

Yaşar KARAYİĞİT, Proteus Design Suite 8 ve Autocad (5. Baskı), İstanbul, Eylül 2017.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- http://tdk.gov.tr/
- http://tec.ege.edu.tr/dersler/sayisal_elektronik_ders_notu.pdf (Erişim: Nisan 2020)
- http://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0124_1408_dosya.pdf (Erişim: Nisan 2020)
- https://ieeeturkiye.files.wordpress.com/2017/10/mantik-devreleriprof-dr-huseyin-ekiz.pdf (Erişim: Nisan 2020)
- https://teslaakademi.com/mantik-devreleri (Erişim: Nisan 2020)
- https://tr.pdfdrive.com/sayısal-elektronik-mantık-devreleri-dijital-elektronik-e158482871.html (Erişim: Nisan 2020)
- https://aysehoca.files.wordpress.com/2016/09/sayc4b1sal-elektronik-ders-notu.pdf (Erişim: Nisan 2020)
- https://www.scribd.com/document/129474551/Temel-Mantık-Devreleri-pdf (Erişim: Nisan 2020)
- https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/0124_1408_dosya.pdf (Erişim: Nisan 2020)
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Temel%20Mantık%20Devreleri.pdf (Erişim: Nisan 2020)
- http://hilmi.trakya.edu.tr/ders_notlari/yl/NpN_PnP_Transistorler.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://yucelkocyigit.cbu.edu.tr/elektronik5.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://yucelkocyigit.cbu.edu.tr/elektronik6.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://websitem.karatekin.edu.tr/user_files/emreozdemirci/files/transistorler.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- https://maker.robotistan.com/transistor-nedir/ (Erişim: Mayıs 2020)
- https://diyot.net/transistor/ (Erişim: Mayıs 2020)
- https://teknoloji.amasya.edu.tr/media/1212/deney-5-transistor.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.eee.ktu.edu.tr/foyler/elektronik/transistör%20karakteristikleri.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- https://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6le (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.trerk.com/teknik/10/role_nedir/index.html(Erişim: Mayıs 2020)
- https://diyot.net/role/(Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.robotiksistem.com/role_nedir_cesitleri_ozellikleri.html(Erişim: Mayıs 2020)
- https://teknoloji.amasya.edu.tr/media/1246/deney-1-transistorlu-yukseltec-deney-foyu.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Analog%20Devre%20Elemanları.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Analog%20Devre%20Elemanları.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- https://makinecim.com/bilgi_4329_analog-devre-elemanlari (Erişim: Mayıs 2020)
- https://www.friterm.com/bilgisistemleri/frtcalisma/Megep/Analog_Devre_Elemanlari.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.senolkumsar.com/FileUpload/op462866/File/6-analog_devre_elemanlari.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.lojikprob.com/elektronik/analog-devre-elemanlari-1-direnc-nedir-nasil-calisir/ (Erişim: Mayıs 2020)
- https://www.stajdosyasi.com/2017/05/analog-devre-elemanlar-nelerdir.html (Erişim: Mayıs 2020)
- http://kisi.deu.edu.tr//ozlem.karaca/B.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- https://slideplayer.biz.tr/slide/8948245/ (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.elektrikelektronik.org/wp-content/uploads/2018/10/01-Arıza-Tespit-ve-Onarımı-Sağlamlık-Kontrolü.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- https://320volt.com/olcme-ve-testler/ (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sinyal%20Analizi.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sinyal%20Analizi.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://eee.sakarya.edu.tr/sites/eee.sakarya.edu.tr/file/Osiloskop_Kullanimi.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/trabzonelektrik_f0391.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://dosya.kmu.edu.tr/eemuh/userfiles/files/Dersler/Elektronik-I/Elektronik-I%20Deney1.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- http://ee.tek.firat.edu.tr/sites/ee.tek.firat.edu.tr/files/Osiloskop_deney_f%C3%B6y%C3%BC.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- https://teknoloji.amasya.edu.tr/media/1357/olcme-lab-foy.pdf (Erişim: Mayıs 2020)
- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=10392&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5) (Erişim Tarihi: Mayıs 2020)

GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel Sırası		Kaynak	Erişim Tarihi
Kapak	:	shutterstock_285207857	09.08.2020
Görsel 1.4	:	123rf_90612830	22.07.2020
Görsel 1.5	:	123rf_43460489	22.07.2020
Görsel 1.6	:	123rf_17599011	22.07.2020
Görsel 1.7	:	shutterstock_64450642	22.07.2020
Görsel 1.8	:	123rf_30804789	22.07.2020
Görsel 1.9	:	123rf_117090742	22.07.2020
Görsel 1.10	:	123rf_11231583	22.07.2020
Görsel 1.11	:	shutterstock_1711627030	22.07.2020
Görsel 1.12	:	123rf_40903142	22.07.2020
Görsel 1.13	:	123rf_58803067	22.07.2020
Görsel 1.16	:	123rf_96082692	22.07.2020
Görsel 1.19	:	123rf_86958033	22.07.2020
Görsel 1.20	:	123rf_89954687	22.07.2020
Görsel 1.21	:	123rf_94389249	22.07.2020
Görsel 1.22	:	123rf_14827994	22.07.2020
Görsel 1.23	:	123rf_16484747	22.07.2020
Görsel 1.24	:	shutterstock_1341000641	22.07.2020
Görsel 1.25	:	123rf_21431290	22.07.2020
Görsel 1.26	:	123rf_75221797	22.07.2020
Görsel 1.27	:	123rf_60182097	22.07.2020
Görsel 1.28	:	shutterstock_135008942	22.07.2020
Görsel 1.29	:	shutterstock_68214835	22.07.2020
Görsel 1.30	:	shutterstock_129063056	22.07.2020
Görsel 1.31	:	shutterstock_1500747044	22.07.2020
Görsel 1.32	:	123rf_58516050	22.07.2020
Görsel 1.34	:	shutterstock_61416457	22.07.2020
Görsel 1.42	:	123rf_126023720	22.07.2020
Görsel 1.43	:	shutterstock_228761014	22.07.2020
Görsel 1.44	:	shutterstock_613722470	22.07.2020
Görsel 1.47	:	shutterstock_89313244	22.07.2020
Görsel 1.49	:	123rf_69535172	22.07.2020
Görsel 1.67	:	shutterstock_288041918	22.07.2020
Görsel 1.69	:	shutterstock_1199182351	22.07.2020
Görsel 1.70	:	123rf_91551788	22.07.2020

Görsel 1.71	:	shutterstock_420346276	22.07.2020
Görsel 1.73	:	123rf_29100228	22.07.2020
Görsel 1.80 A	:	Kişi izinli	22.07.2020
Görsel 1.119	:	123rf_48085233 (Düzenlenmiştir)	22.07.2020
Görsel 2.1	:	123rf_103661406	22.07.2020
Görsel 2.2	:	123rf_129134871	22.07.2020
Görsel 2.3	:	123rf_51037024	22.07.2020
Görsel 2.4	:	123rf_105300529	22.07.2020
Görsel 2.5	:	123rf_118514682	22.07.2020
Görsel 2.6	:	123rf_103302943	22.07.2020
Görsel 2.7	:	123rf_107750053	22.07.2020
Görsel 2.8	:	123rf_119707922	22.07.2020
Görsel 2.13	:	123rf_68106099	22.07.2020
Görsel 2.44	:	shutterstock_366846275	22.07.2020
Görsel 2.47	:	shutterstock_1115419286	22.07.2020
Görsel 2.57	:	shutterstock_119090758	23.07.2020
Görsel 2.58	:	shutterstock_409182058	23.07.2020
Görsel 2.59	:	shutterstock_761786179	23.07.2020
Görsel 2.60	:	shutterstock_1751324261	23.07.2020
Görsel 2.62	:	shutterstock_1706103310	23.07.2020
Görsel 2.65	:	shutterstock_641806069	23.07.2020
Görsel 2.66	:	shutterstock_1642786174	23.07.2020
Görsel 2.67	:	shutterstock_1095332609	23.07.2020
Görsel 2.69	:	shutterstock_10413946628	23.07.2020
Görsel 3.3	:	123rf_141213916	23.07.2020
Görsel 3.9	:	123rf_116521532	23.07.2020
Görsel 3.10	:	123rf_54340033 (Düzenlenmiştir)	23.07.2020
Görsel 3.13	:	123rf_97015870	23.07.2020
Görsel 3.14	:	123rf_35463198	23.07.2020
Görsel 3.21	:	123rf_102199234	23.07.2020
Görsel 3.31	:	123rf_132411753	22.07.2020
Görsel 3.33	:	123rf_120138679	22.07.2020
Görsel 3.53	:	123rf_117167604	22.07.2020
Görsel 3.54	:	123rf_90061246	22.07.2020
Görsel 3.62	:	123rf_132659213	22.07.2020
Görsel 3.66	:	123rf_121409774	22.07.2020
Görsel 3.69	:	Kişi izinli	22.07.2020

Kaynakça sıralamasında yer almayan görseller ve kitap genelinde kullanılan künyesiz görseller komisyonumuz tarafından hazırlanmıştır.