

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYON  
TEKNOLOJİLERİ**

**TRANSİSTÖRLÜ DEVRELER  
522EE0161**

**ANKARA 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. RÖLE .....	3
1.1. Çalışma Prensibi .....	3
UYGULAMA FAALİYETİ .....	5
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	6
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	7
2. İŞİĞA DUYARLI ELEMANLAR.....	7
2.1. Foto Diyot .....	7
2.1.1. Foto Diyotun Çalışma Prensibi.....	7
2.1.2. Foto Diyotların Kullanım Alanları .....	9
2.2. Foto Transistör .....	9
2.3. Optokuplör .....	10
UYGULAMA FAALİYETİ .....	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	13
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	14
3. TERMİSTÖR .....	14
3.1. NTC.....	14
3.2. PTC .....	15
UYGULAMA FAALİYETİ .....	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	18
4. ALAN ETKİLİ TRANSİSTÖR (FET).....	18
4.1. JFET .....	19
4.2. Doğru Akım (DA) Motoru .....	22
4.2.1. Doğru Akım Motorlarının Kontrolü .....	23
UYGULAMA FAALİYETİ .....	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	28
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	29
CEVAP ANAHTARLARI .....	30
KAYNAKÇA .....	31

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	522EE0161
<b>ALAN</b>	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
<b>DAL/MESLEK</b>	Alan Ortak
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Transistörlü Devreler
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül transistör ile anahtarlama ve kontrol devresi yapmaya yönelik bilgi ve becerilerin verildiği öğretim materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Analog Devre Elemanları modülünü tamamlamış olmak.
<b>YETERLİK</b>	Transistörlü devreler kurmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında transistörlü anahtarlama ve kontrol devrelerini hatasız olarak kurabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Röle kullanarak transistörlü devreleri doğru olarak kontrol edebileceksiniz.</li><li>2. Foto diyot ve foto transistörlü devreleri doğru olarak yapabileceksiniz.</li><li>3. NTC ve PTC kullanılan transistörlü devreleri doğru olarak yapabileceksiniz.</li><li>4. Doğru akım motorlarının FET ile kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Elektronik laboratuvarı. <b>Donanım:</b> Elektronik devre elemanları, deneybordu, güç kaynağı, multimetre, el takımları.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Her faaliyetin sonunda ölçme soruları ile öğrenme düzeyinizi ölçeceksiniz. Araştırmalarla, grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarla öğretmen rehberliğinde ölçme ve değerlendirmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Transistörlü Devreler modülü ile foto diyot, foto transistör, termistörler (PTC ve NTC), röleler ile transistörlü devreler kurabilecek, FET ile doğru akım motoru kontrolünü yapabileceksiniz.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda elektronik devrelerin kullanımıyla ilgili daha geniş alanların olduğunu ve evinizde de kullanabileceğiniz devrelerin yapımını öğrenerek boş vakitlerinizde elektronikle ilgilenmekten keyif alacaksınız.

Deneypodu kullanarak elektronik malzemelerinizi tekrar tekrar değerlendirebilir ve böylece mali yönden ailenizi zorlamamış olursunuz. Ayrıca devreyi kurarken yaptığınız hataları da malzemeye zarar vermeden düzeltebilirsiniz.

Öğreneceğiniz temel bilgiler ile bu modülden sonraki Temel Güç Kaynağı modülüne hazırlık yapmış olacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Röle kullanarak transistörlü devreleri doğru olarak kontrol edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Hangi elektronik cihazlarda röle kullanılabileceğini araştırınız.

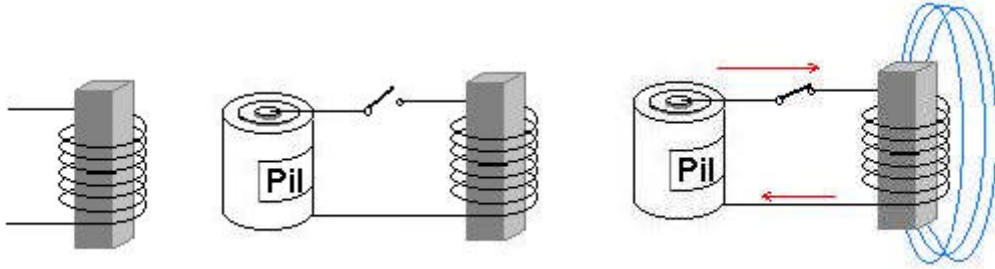
## 1. RÖLE

Röleler elektro mekanik devre elemanlarıdır. Elektroniğin yanısıra elektrikçiler tarafından da çok kullanılan bir elemandır. Düşük bir gerilim ve akım kullanarak daha yüksek bir gerilim ve akımın kontrol edilmesini kolaylaştırır. Ayrıca elektriksel yalıtım sağlar.

### 1.1. Çalışma Prensibi

Röleler bobinin elektro mıknatıs özelliğinden faydalanarak yapılmışlardır. Manyetik bir metal nüvenin çevresine tel sarılarak elektro mıknatıs elde edilir.

Bu tele bobin denir. Nüvenin çevresindeki bobine bir enerji kaynağı bağlanıp enerji verilirse bobinin içindeki nüve, mıknatıs gibi manyetik alan oluşturur.

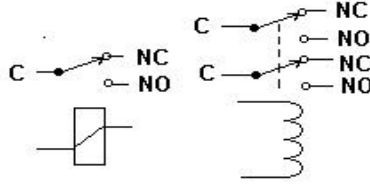


Şekil 1.1: Rölenin çalışması

Röleler de elektomıknatıs prensibi ile çalışırlar. Şekil 1.1’de nüvenin karşısına bir kontak monte edilmiştir. Rölenin bobini enerjilendiği zaman nüvede oluşan manyetik alan kontağı çeker ve kontak kapanır. Böylece bobine uygulanan küçük bir akım ile rölenin kontağına bağlanan büyük bir yük çalıştırıp durdurulabilir.

Röleler kullanıldıkları amaca göre değişik akım kapasitesinde ve değişik kontak sayısında üretilirler. Çok değişik kılıfta röle mevcuttur. Kullanıldığı amaca göre röle içinde birden fazla kontak olabilir. Bobin enerjilenince kontakların hepsi birden çeker.

Röleler şematik olarak Şekil 1.2'de görüldüğü gibi gösterilirler. Her röle bobin ve kontak olmak üzere iki kısımdan oluşur.



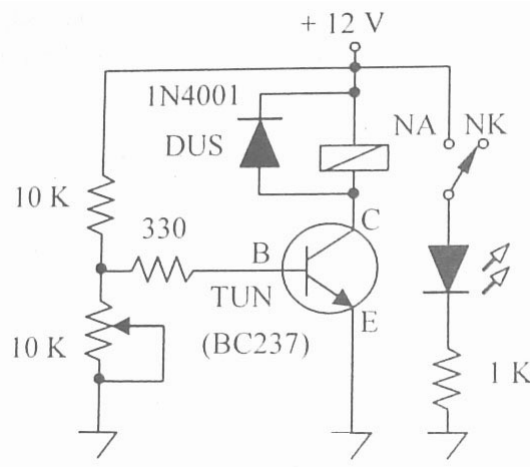
**Şekil 1.2: Rölenin sembolü**

Şekil 1.2'de "C" kontağın ortak ucu, "NC" kontağın röle çekmeden önce kapalı durumdaki kontağı, "NO" kontağın çektikten sonra degen ucunu ifade eder.

Transistör gibi bir yarı iletken ile kontrol edilen rölelerde bobin ucuna ters bir diyot bağlamak gerekli olabilir. Bunun nedeni transistörün kesime gitmesi sırasında bobinde oluşacak ters gerilim nedeniyle transistörün hasar görmesini önlemektir.



**Şekil 1.3: Değişik röle çeşitleri**



**Şekil 1.4: Transistörlü röle devresi**



## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamaklarında belirtilen adımları izleyerek uygulama faaliyetini yapınız. Bu uygulama faaliyeti ile transistörlü devrelerde röle kullanımını doğru olarak yapabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 1.4'teki devreyi kurunuz.	➤ Bağlantı için zil teli kullanınız.
➤ DA güç kaynağı ile devreye gerilim uygulayınız.	
➤ Potansiyometreyi minimuma ayarlayıp transistör bacaklarındaki gerilimleri ölçünüz.	
➤ Röle çekene kadar potansiyometrenin değerini artırınız. Bu işlemi led yanana kadar devam ediniz. Led yanınca transistörün bacaklarındaki gerilimleri tekrar ölçünüz.	
➤ Sonuçları bir rapor hâlinde hazırlayınız.	➤ Sonuç raporunda devrenin kurulum aşamasını, çalışmasını ve devrede kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler veriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet sonunda kazandıklarınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

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

1. ( ) Röleler elektriksel yalıtım için kullanılabilir.
2. ( ) Düşük bir gerilim ve akım kullanarak daha yüksek bir gerilim ve akımı kontrol etmemizi kolaylaştıran devre elemanı röledir.
3. ( ) Röleler sadece elektronik devrelerde değil elektriksel sistemlerde de kullanılır.
4. ( ) Röleler, bobinin elektro mıknatıs özelliğinden faydalanarak yapılmışlardır.
5. ( ) Röle içerisinde sadece bir kontak vardır.
6. ( ) Rölenin içinde bobin kullanılamaz.
7. ( ) Bobin enerjilenince rölenin kontak kısmı devreye girer.
8. ( ) Röleler anahtar olarak da kullanılabilir.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Foto diyot ve foto transistör devreleri doğru olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

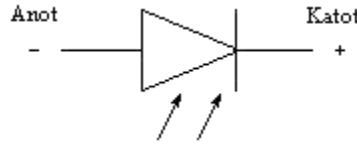
- Işığa duyarlı olarak çalışan devre elemanlarını araştırınız.

## 2. IŞIĞA DUYARLI ELEMANLAR

Foto direnç, foto pil, foto diyot, foto transistör, foto tristör, foto triyak gibi elemanlar ışığa bağlı olarak çalışırlar. Burada bunların endüstri sistemlerde çok fazla kullanılanları açıklayacağız.

### 2.1. Foto Diyot

Foto diyot, ışık enerjisiyle iletme geçen diyottur. Bu nedenle ışığa duyarlı diyot da denir. Foto diyotlara polarma geriliminin uygulanışı normal diyotlara göre ters yöndedir. Yani anotuna negatif (-), katotuna pozitif (+) gerilim uygulanır.



Şekil 2.1: Foto diyotun sembolü

Başlıca foto diyotlar:

- Germanyum foto diyot
- Simetrik foto diyot
- Schockley (4D) foto diyot

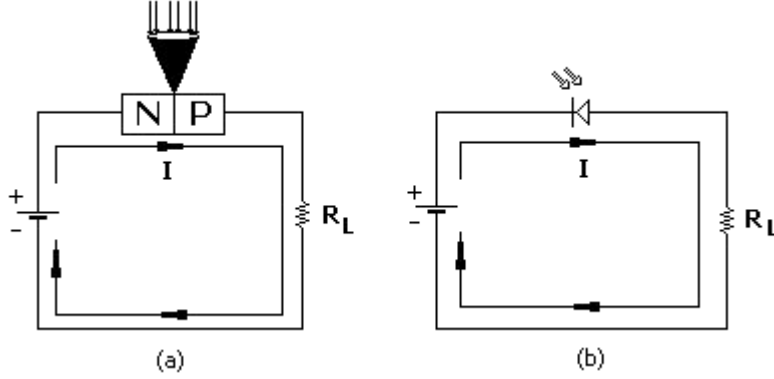
#### 2.1.1. Foto Diyotun Çalışma Prensibi

Foto diyot ters polarmalı bağlandığından üzerine ışık gelmediği müddetçe çalışmaz. Bilindiği gibi ters polarma nedeniyle P-N birleşme yüzeyinin iki tarafında "+" ve "-" yükü bulunmayan bir nötr bölge oluşmaktadır.

Şekil 2.2'de görüldüğü gibi birleşme yüzeyine ışık gelince, bu ışığın verdiği enerji ile kovalen bağlarını kıran P bölgesi elektronları, gerilim kaynağının pozitif kutbunun çekme

etkisi sebebiyle N bölgesine ve oradan da N bölgesi serbest elektronları ile birlikte kaynağa doğru akmaya başlar.

Diğer taraftan, kaynağın negatif kutbundan kopan elektronlar, diyotun P bölgesine doğru akar.



Şekil 2.2: Foto diyotun çalışması

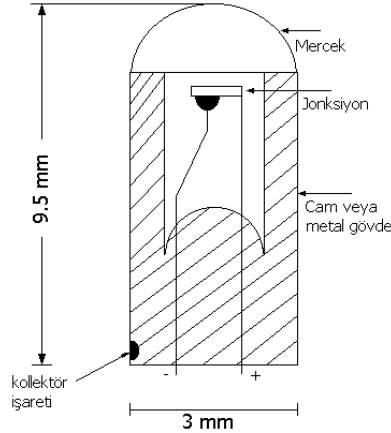
### ➤ Germanyum Foto Diyot

Alaşım yoluyla yapılan bir NP jonksiyon diyotudur. Cam veya metal bir koruyucu içerisine konularak iki ucu dışarıya çıkartılır.

Koruyucunun bir tarafı, ışığın jonksiyon üzerinde toplanmasını sağlayacak şekilde bir mercek ile kapatılmıştır.

Diyotun devreye bağlanması sırasında firmasının uçlarına konulan işarete dikkat etmek gerekir. Hassas yüzeyi çok küçük olduğundan, 1-3mA'den daha fazla ters akıma dayanamaz.

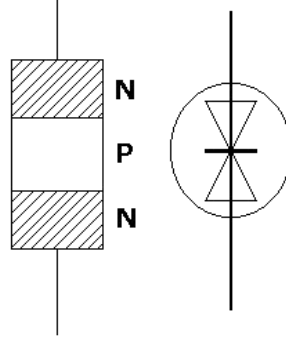
Aşırı yüklemeyi önlemek için, bir direnç ile koruyucu önlem alınır. Işık şiddeti artırıldıkça ters yön akımı da artar.



Şekil 2.3: Germanyum foto diyot

### ➤ Simetrik Foto Diyot

Alternatif akım devrelerinde kullanılmak üzere, Şekil 1.4'te görüldüğü gibi NPN veya PNP yapılı simetrik foto diyotlar da üretilmektedir.



Şekil 2.4: Simetrik foto diyot

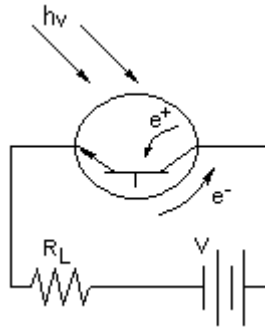
### 2.1.2. Foto Diyotların Kullanım Alanları

Uzaktan kumanda, alarm sistemi, sayıcı devreleri, yangın ihbar sistemleri, elektronik hesap makineleri gibi alanlarda kullanılmaktadır.

## 2.2. Foto Transistör

Foto transistörler, elektrik akımını ışık ile kontrol eden devre elemanlarıdır. Genel olarak her türlü transistör, ışığı görecektir şekilde şeffaf muhafazalara konulsaydı, foto transistör olarak kullanılabilirdi. Ancak foto transistörlerde bazı etki göz önüne alınarak diğer transistörlerden farklı bir tasarım tekniği kullanılmıştır.

Foto transistörün çalışma prensibi, yarı iletkenler üzerindeki ışık etkisinin bir sonucudur. Gerilim uygulanmış bir yarı iletken üzerine uygun dalga boyunda bir ışık düşürüldüğünde (+) ve (-) yüklü tanecikler oluşur ve devre üzerinden akarlar. Bu akma miktarı, uygulanan ışık miktarına bağlıdır. Bu şekilde ışık miktarı ile orantılı bir elektrik akımı doğmuş olur.

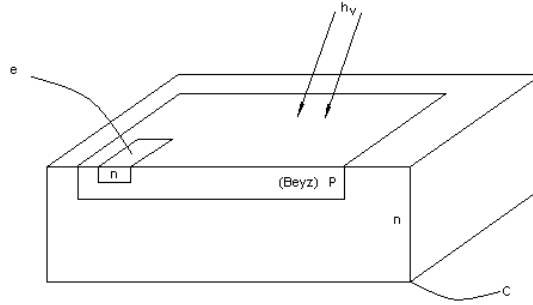


Şekil 2.5: Foto transistör

Bir foto transistörde (+) ve (-) yüklü tanecikler aslında kollektör ve beyz sınırı yakınlarında oluşur. Şekil 2.5'ta görüldüğü gibi NPN tipi bir transistörde ışık etkisi ile oluşan (+) tanecikler beyzde toplanır. Yani ışık etkisiyle beyzde oluşan (+) tanecikler orada kalır, kollektörde oluşanlar ise kuvvetli bir manyetik alan etkisiyle beyze doğru çekilir. Aynı şekilde ışık etkisiyle oluşan (-) tanecikler (elektronlar) ise kollektörde toplanır. Biriken bu (+) ve (-) yüklü tanecikler bir noktada birleşmek yerine düzgün bir şekilde dağılmak isterler. Bu yüzden (+) tanecikler (elektronlar) kollektörde toplanır. Biriken tanecikler enjekte edilirler. Bu ise emiterden beyze doğru elektron enjekte edilmesine yol açar. Emiter enjeksiyonu beyz enjeksiyonuna nazaran çok daha fazla olduğu için emitere enjekte edilen bir (+) tanecik, beyze çok sayıda elektron enjeksiyonuna sebep olur. İşte bu noktada bilinen transistör çalışma şekli oluşur. Emiterden enjekte edilen elektronlar beyze geçerek kollektöre doğru çekilirler. Orada ışık etkisiyle oluşan elektronlarla birleşerek ışıkla oluşmuş elektrik akımını meydana getirirler.

Asıl ışık etkili taneciklerin oluşması kollektör beyz bölgesinde meydana geleceğinden bu bölge ne kadar büyük olursa, ışık etkisinden dolayı oluşacak elektrik akımı da o ölçüde büyük olacaktır. İşte bu yüzden foto transistörlerin beyz alanı, Şekil 2.6' da görüldüğü gibi gelen ışığa geniş bir yüzey teşkil edecek şekilde tasarlanmaktadır.

Bir foto transistör iki veya üç bacaklı olabilir. Üç bacaklı olanlarda beyz, bir terminal ile dışarıya verilmiştir. Bu tip foto transistörler, normal bipolar transistörler gibi kullanılabilirler. Işık gören pencere kapatılmaz ise normal transistör çalışması ile beraber ışık etkisi de ilave edilmiş olur. İki bacaklı olanlarda ise beyze bağlı bacak kaldırılmıştır. Bu durumda sadece ışık ile çalışma söz konusudur.



Şekil 2.6: Foto transistörlerin beyz alanı

## 2.3. Optokuplör

Optoelektronik kuplör (optokuplör) ya da optikkuplaj Şekil 2.7'de görüldüğü gibi ışık yayan diyot (LED) ile foto diyot veya foto transistörden oluşmaktadır. Bunlar aynı gövdeye monte edilmişlerdir. Gövde plastik olup ışık iletimine uygundur.

Işık yayan diyot kızıl ötesi ışık vermektedir. Işık yayan diyotun uçları arasında bir gerilim uygulandığında çıkan ışık ışınları foto diyot veya foto transistörü etkileyerek çalıştırmaktadır. Böylece bir devreye uygulanan gerilim ile ikinci bir devreye kumanda edilmektedir. Aradaki bağlantı, bir takım tellere gerek kalmaksızın ışık yoluyla kurulmaktadır. Bu nedenle, optoelektronik kuplör adı verilmiştir.

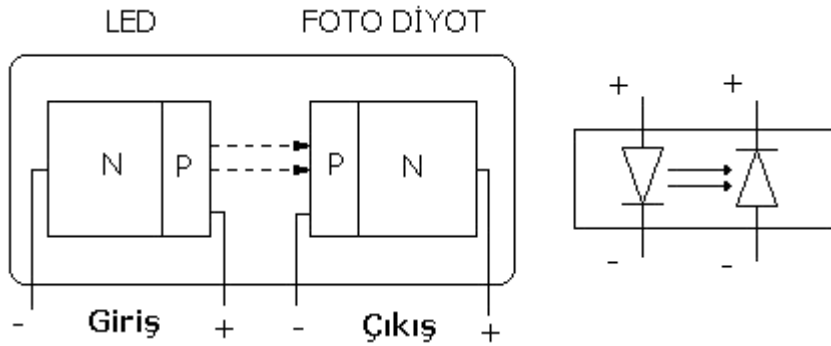
Optokuplör bir elektronik röledir.

Optokuplörün mekanik röleye göre şu üstünlükleri vardır:

- Mekanik parçaları yoktur.
- İki devre arasındaki izalasyonun değeri oldukça büyüktür.
- Çalışma hızı çok yüksektir.

Dezavantajları:

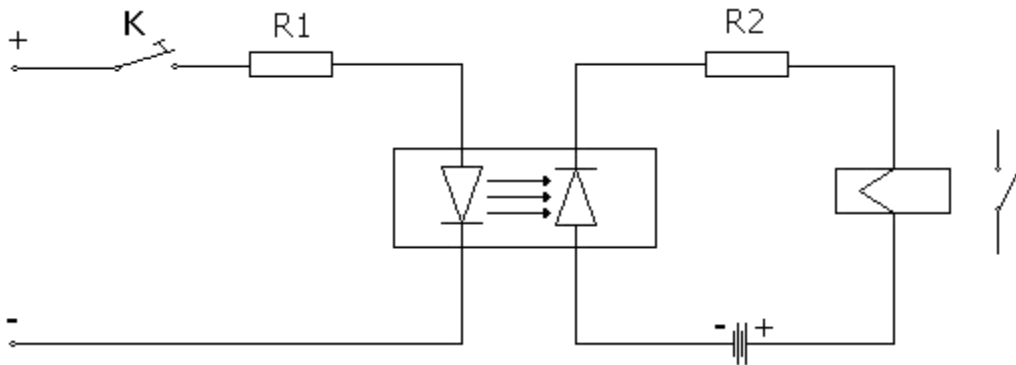
- Gücü düşüktür.



Şekil 2.7: Optokuplör

Optokuplör devre şeması Şekil 2.8'de görüldüğü gibidir. Burada LED'in doğru polarmalı, foto diyodun ise ters polarmalı olduğuna dikkat edilmelidir. R1 ve R2 dirençleri koruyucu dirençlerdir.

"K" anahtarı kapatılarak giriş devresi çalıştırıldığında, çıkış devresi de enerjilenerek bir işlem yapar. Örneğin, devreye bir motorun kontaktörü bağlanırsa motor çalışır.



Şekil 2.8: Optokuplör ile bir kontaktörün çalıştırılması

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamaklarında belirtilen adımları izleyerek uygulama faaliyetini yapınız. Bu uygulama faaliyetiyle ışığa bağlı olarak değişen devre elamanlarını kontrol edebileceksiniz.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Şekil 1.8'deki devreyi şemaya uygun olarak kurunuz.	➤ Bağlantı için zil teli kullanınız.
➤ R1 direnci yerine 150ohm, R2 direnci yerine ise 4.7Kohm dirençlerini bağlayınız.	
➤ DA güç kaynağı ile devreye gerilim uygulayınız.	➤ Maksimum 5V uygulayınız.
➤ Devrenin üzerine düşen ışık miktarını değiştirerek rölenin üzerine düşen gerilim değerlerini kaydediniz.	
➤ Devrenin üzerine düşen ışık miktarını değiştirerek röleden geçen akım gerilim değerlerini kaydediniz.	
➤ Sonuçları bir rapor hâlinde hazırlayınız.	➤ Sonuç raporunda devrenin kurulum aşamasını, çalışmasını ve devrede kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler veriniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet sonunda kazandıklarınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

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

1. ( ) Direnç, diyot, transistör, tristör, triyak gibi elemanlar ışığa bağlı olarak çalışırlar.
2. ( ) Foto diyotlara polarma geriliminin uygulanışı normal diyotlara göre ters yöndedir.
3. ( ) Foto diyot ters polarmalı bağlandığından üzerine ışık gelmediği müddetçe çalışmaz.
4. ( ) Germanyum foto diyot 5mA'den daha fazla ters akıma karşı dayanamaz.
5. ( ) Her transistör, ışığı görecektir şekilde şeffaf muhafazalara konulsaydı, foto transistör olarak kullanılabilirdi.
6. ( ) Bir foto transistör iki veya üç bacaklı olabilir.
7. ( ) Optokuplör bir elektronik röledir.
8. ( ) Optokuplör devre elemanında gövde plastiktir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

NTC ve PTC kullanılan transistörlü devreleri doğru olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Sıcaklıkla direnci değişen elektronik devre elemanlarının neler olduğunu araştırınız.

## 3. TERMİSTÖR

Termistörler ısınınca direnci değişen elektronik devre elemanlarıdır.

Termistörler sıcaklık sabitine göre ikiye ayrılırlar:

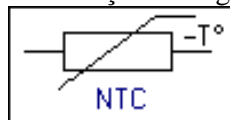
- Negatif sıcaklık sabitine sahip dirençler (NTC)
- Pozitif sıcaklık sabitine sahip dirençler (PTC)

### 3.1. NTC

NTC direnci ısıyla kontrol edilen bir direnç türüdür. NTC'nin direnci ısıyla ters orantılı olarak değişir. Yani ısı arttıkça direnci azalır. Isı azaldıkça da direnci artar. Şekil 3.1'de NTC 'nin sembolü görülmektedir. Germanyum, silikon ve metal oksit gibi maddelerden üretilir.

NTC termistörlerin çok değişik kullanım alanları vardır.

- Motor ve transformatör gibi aşırı ısınması istenmeyen sistemlere yerleştirilen NTC termistörün direnci fazla ısınmadan dolayı küçülen bir alarm ve koruma devresini harekete geçirir.
- Bir su deposunda seviye kontrolü için yerleştirilen NTC direnci su seviyesi düşünce, ısınarak pompa devresini çalıştırır.
- Bir motora seri bağlanan NTC direnç önce küçük akım çekerek güvenli yol almasını sağlar.
- Röleye seri bağlanan NTC direnç rölenin gecikmeli çalışmasını sağlar.



Şekil 3.1: NTC'nin sembolü

NTC termistörün kullanılmasında dikkat edilecek noktalar:

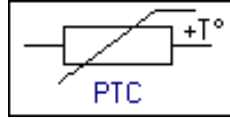
Daha fazla yük çekmek için birkaç NTC termistörü paralel bağlamamalı; termistörlerden biri fazla akım çekip ısınırken, diğerlerinin soğuk kalması mümkündür.

Kaplamasız termistörler iletken sıvılarda, aşındırıcı ve indirgeyici gazlarla kullanılmamalıdır.

### 3.2. PTC

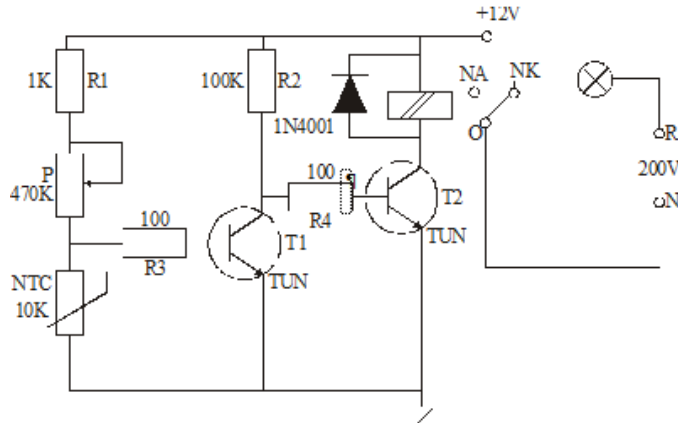
PTC ise NTC'nin tam tersidir. Isıyla doğru orantılı olarak direnci artar. Yani ısı arttıkça direnci artar, ısı azaldıkça da direnci azalır. Şekil 3.2'de PTC'nin sembolü görülmektedir. Metaller, özellikle de baryum titamat ve fungsten bu özelliğe sahiptir.

Röleye paralel bağlanan PTC direnç, rölenin gecikmeli çekmesini sağlar. Florasan lambalarda da starter yerine PTC direnç kullanılabilir.



Şekil 3.2: PTC'nin sembolü

#### ➤ NTC ve PTC Uygulama Devresi



Şekil 3.3: NTC ve PTC uygulama devresi

Şekil 3.3'teki devrede NTC kullanarak 220V'luk bir lamba kontrol edilmektedir. Oda sıcaklığında potansiyometre ayarlanarak T1 kesime götürülür. T1 kesimdeyken; T2, R2 üzerinden gerekli polarıyı alarak iletme geçer. Röle çeker ve lamba söner. NTC'nin ısı düşüğünde T1 iletme geçer, T2 kesime gider. Röle bırakır ve lamba yanar.

Lamba NTC'nin yanına yerleştirilirse, lamba NTC'yi yeterince ısıtacağı için NTC'nin direnci düşer, röle çeker ve lamba söner. Lamba yerine ısıtıcı bağlanarak otomatik ısınma sağlanabilir. Lamba yerine vantilatör ve NTC yerine de PTC bağlanırsa devre soğutma amacıyla da kullanılmış olur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamaklarında belirtilen adımları izleyerek uygulama faaliyetini yapınız. Bu uygulama faaliyeti ile sıcaklıkla direnci değişen devre elemanlarını kontrol edebileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 3.3'teki devreyi kurunuz.	➤ Transistör olarak BC237 kullanınız. ➤ Bağlantı için zil teli kullanınız.
➤ DA güç kaynağı ile devreye gerilim uygulayınız.	
➤ Röleye paralel bir voltmetre bağlayınız.	
➤ NTC'nin üstüne üfleyerek soğutunuz ve voltmetredeki gerilim değişimlerini gözleyiniz.	
➤ NTC'yi ısıtarak voltmetredeki gerilim değişimlerini gözleyiniz.	
➤ NTC yerine PTC bağlayınız.	
➤ PTC'nin üstüne üfleyerek soğutunuz ve voltmetredeki gerilim değişimlerini gözleyiniz.	
➤ PTC'yi ısıtarak voltmetredeki gerilim değişimlerini gözleyiniz.	
➤ Sonuçları bir rapor hâlinde hazırlayınız.	➤ Sonuç raporunda devrenin kurulum aşamasını, çalışmasını ve devrede kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler veriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet sonunda kazandıklarınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

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

1. ( ) Isınınca direnci değişen elektronik devre elemanlarına termistör denir.
2. ( ) PTC ısındıkça direnci artan bir devre elemanıdır.
3. ( ) NTC soğudukça direnci artan bir devre elemanıdır.
4. ( ) Bir motora seri bağlanan NTC direnç, önce küçük akım çekerek güvenli yol almasını sağlar.
5. ( ) Röleye paralel bağlanan PTC direnç, rölenin gecikmeli çekmesini sağlar.
6. ( ) Röleye paralel bağlanan NTC direnç, rölenin gecikmeli çekmesini sağlar.
7. ( ) Florasan lambalarda da starter yerine PTC direnç kullanılabilir.
8. ( ) Metaller PTC'nin yapımında kullanılabilir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Doğru akım motorlarını FET ile kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Piyasada bulunan motor çeşitlerini ve hangi amaçla kullanıldığını araştırınız.

## 4. ALAN ETKİLİ TRANSİSTÖR (FET)

FET transistörlerin kullanılması için ilk öneriler 1955’li yıllara dayanmaktadır. Fakat o zamanki üretim teknolojileri bilim adamlarının kafalarında oluşmaları üretime yansıtacak kadar yeterli değildi. Bu nedenle FET transistörlerin yapımları ve kullanımları daha sonralara kaldı. FET transistörler iki farklı ana grupta üretilmektedir. Bunlardan birincisi JFET (Junction Field Effect Transistör) ya da kısaca bilinen adı ile FET, ikincisi ise MOSFET (Metal Oxide Silicon Field Effect Transistör) ya da daha az bilinen adı ile IGFET (Isolated Gate Field Effect Transistör).

Transistör ya da BJT transistör iki taşıyıcı grubu ile çalışmakta idi. Örneğin NPN bir transistörün emitöründen giren elektronlar emitör içinde çoğunluk taşıyıcısı olmaktadır. Sonra P tipi beyz içinden geçerken azınlık taşıyıcısı olmakta, en son N tipi kollektörden geçerken tekrar çoğunluk taşıyıcısı olmaktadır.

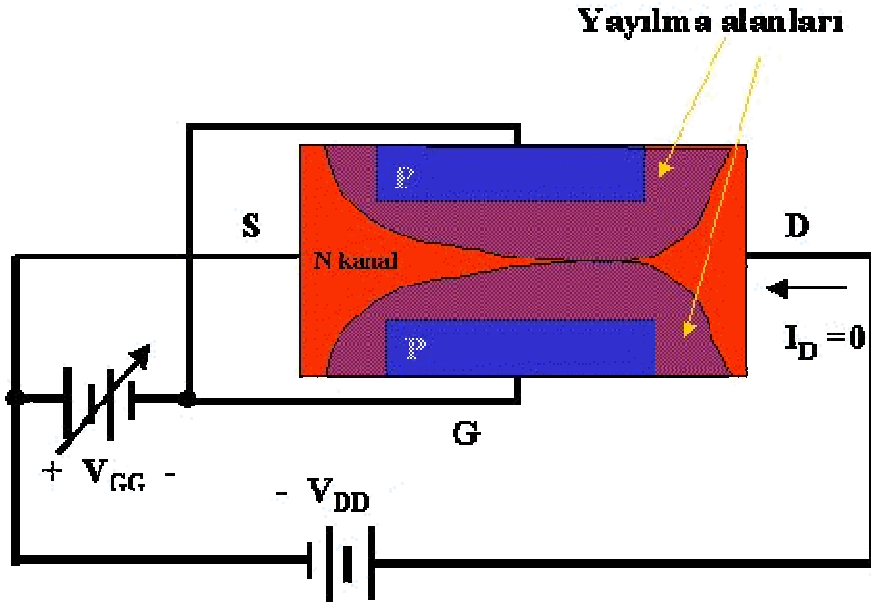
FET içinde ise elektronlar sadece N tipi ya da P tipi madde içinden geçmektedir. Sadece çoğunluk taşıyıcıları ile çalışmaktadır. Bu nedenle yapısal farklılığı vardır. Ayrıca en önemli kullanım özelliklerinden biri de giriş dirençleri çok yüksektir. Bu nedenle bağlandıkları devreleri yüklemeyiz. Az gürültü ürettikleri için giriş devreleri için tercih edilirler.



bağlanmıştır. Yani gate ve kanal ters polarlanmıştır. Bu sebepten gate akımı  $I_G=0$  olacaktır.

Şimdi  $V_{GG}$  geriliminin 0V olduğunu düşünelim. O zaman  $V_{DD}$  geriliminin oluşturduğu akım  $I_D$ , drainden sourceye doğru ve maksimum olarak akacaktır.  $I_D$  akımını sınırlayan sadece kanalın kesitidir. Bu kesit ya da hacim de kadar büyük olursa  $I_D$  akımı da o kadar büyük olarak akacaktır.

Şimdi  $V_{GG}$  gerilimini biraz pozitif olarak artıralım. O zaman P maddesinden yapılmış gate ile N maddesinden yapılmış olan kanal ters polarlanacaktır. P maddesindeki boşluklar  $V_{GG}$  kaynağından gelen elektronlarla doldurularak gate etrafında (p maddesi etrafında) bir yayılma alanı yaratacaktır.



Şekil 4.3

Gate ile source arasında sadece  $V_{GG}$  gerilim kaynağı olduğu için gate – source arasında sadece  $V_{GG}$  nin yarattığı ters polarizasyon, gate ile drain arasında  $V_{GG} + V_{DD}$  kaynağı olduğu için source - drain arasındaki ters polarizasyon  $V_{GG} + V_{DD}$  kadar olacaktır. Bu sebepten yayılmanın profili source tarafında daha az, drain tarafında daha fazla olacaktır. Bu yayılma kanalı daralttığı için  $I_D$  akımı azalacaktır.  $V_{GG}$  gerilimini daha da arttırsak alan iyice yayılarak bütün kanalı kapatır ve  $I_D$  akımı sıfır olur.  $I_D$  akımını sıfır yapan  $V_{GG}$  gerilimine Pinchoff gerilimi  $V_p$  denir.

$V_{GS}$  gerilimini  $V_p$  geriliminin biraz altında sabit tutalım.  $V_{DS}$  gerilimini sıfırdan itibaren yavaşça artıralım. Bu durumda kanal bir miktar açık olduğu için  $I_D$  akımı sıfırdan itibaren biraz yükselecektir.  $V_{DS}$  gerilimini artırdığımızda  $I_D$  akımı da doğrusal olarak artacaktır. Bu durum yani  $I_D$  akımının doğrusal olarak artması  $V_{DS}$  geriliminin,  $V_{GS}$  ile  $V_p$  nin farkına eşit olduğu ( $V_{DS} = V_{GS} - V_p$ ) değere kadar devam eder.  $V_D$  gerilimi daha da

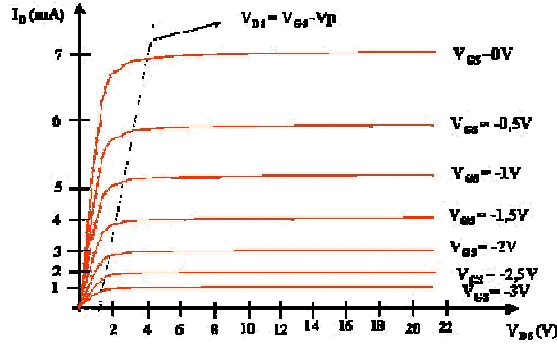


arttırılırsa ( $V_{DS} \geq V_{GS} - V_p$ ) kanal genişliği  $V_{DS}$  gerilimine bağlı olarak ve aynı oranda daralır. Ya da bu kritik değerden sonra kanal direnci  $V_{DS}$  gerilimi ile aynı oranda artar. Sonuçta  $V_{DS}$  gerilimi bu kritik değerden sonra ne kadar arttırılırsa arttırılsın  $I_D$  akımı sabit kalır ve  $I_D$  akımı  $V_{GS}$  gerilimi ile kontrol edilir.

Eğer  $V_{GS}$  gerilimini sıfır yaparsak,  $V_{DS}$  gerilimi  $V_p$  değerine kadar yükseltirsek kanal genişliği minimum değerine ulaşır. Bu durumdaki  $I_D$  akımına doyum akımı ya da  $I_{DSS}$  akımı denir.  $I_{DSS}$  ile  $I_D$  akımı arasındaki bağıntı:

$$I_D = I_{DSS} (1 - (V_{GS} / V_p)^2)$$

Şekil 5.4'teki birinci bölge SABİT DİRENÇ bölgesi olarak tanımlanır. Bu bölgede  $V_{DS}$  değeri küçüktür. Bu çalışma durumunda KANAL DİRENCİ "gate"e uygulanan TERS BAYAS gerilimi ile kontrol edilir. Bu uygulamalarda JFET Voltaj Kontrollü Direnç olarak çalışır.



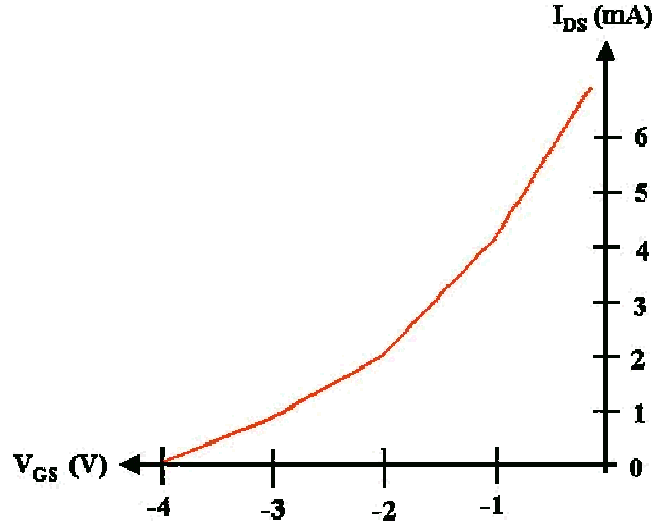
Şekil 4.4

İkinci bölge SABİT AKIM bölgesi olarak tanımlanır. Bu bölgede  $V_{DS}$  değeri büyüktür.  $I_D$  akımı gate gerilimine bağlı olarak değişir,  $V_{DS}$  değerinden bağımsızdır. Sabit akım bölgesi BJT transistörün CE bağlantısına benzer. Aralarında tek fark vardır. BJT Transistörde  $I_C$  akımı  $I_B$  AKIMININ fonksiyonudur. JFET Transistörde  $I_D$  akımı "gate"e uygulanan GERİLİMİN fonksiyonudur.

JFET in  $I_D$  akımını veren formül:

$$I_D = I_{DSS} (1 - (V_{GS} / V_p)^2)$$

Bu formülün sabit akım bölgesi için çizimine JFET TRANSFER KARAKTERİSTİĞİ denir. Şekil 4.5 buna bir örnektir.



Şekil 4.5

Bu örnekte  $I_{DSS}$  akımı 5mA,  $V_p$  gerilimi  $-4V$  olarak çizilmiştir. Şekildeki transfer eğrisi görüldüğü gibi doğrusal DEĞİLDİR. Bu nedenle, örneğin  $V_{GS}$  giriş gerilimi  $-3V$  dan  $-2V$  a getirildiğinde  $I_D$  akımı yaklaşık 1mA değişir. Fakat  $V_{GS}$  giriş gerilimi  $-2V$  dan  $-1V$  a getirildiğinde  $I_D$  akımındaki değişiklik 2mA olacaktır.

## 4.2. Doğru Akım (DA) Motoru

Elektrik akımı ile oluşturulan manyetik alan kuvvetini kullanarak, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinalara motor denir.

Elektrik motorları AA ve DA olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Alternatif 220V ile çalışan elektrikli ev aletlerinde genellikle üniversal motorlar kullanılır.

DA motorların doğal mıknatıslı ve elektromıknatıslı (seri, şönt, kompunt) çeşitleri vardır. Bunlardan başka adım (step) ve servo motorlar da bulunmaktadır.

Seri ve şönt sargılı motorlar DA gerilim ile çalışırlar. DA gerilim ile çalışan motorların devir kontrolü uygulanan gerilim ile ayarlanır. Deviri düşürmek için besleme geriliminin değeri düşürülür. Motorun dönüş yönünü değiştirmek için seri veya şönt sargının uçları değiştirilir.

Adım (step) motorları, basamaklı çalışır. Özel dijital ve mikroişlemci kontrollü devrelerde kullanılır. Devre girişine uygulanan darbe (pals) sayısı kadar adım hareketi oluşur.

Uzun boylu, küçük çaplı, yüksek momentli, çalışma kararlılığı iyi olan motorlara servo motorlar denir. Servo motorların DA ve AA'da çalışan tipleri vardır.

DA motorların kullanımı kolay ve maliyeti ucuzdur.

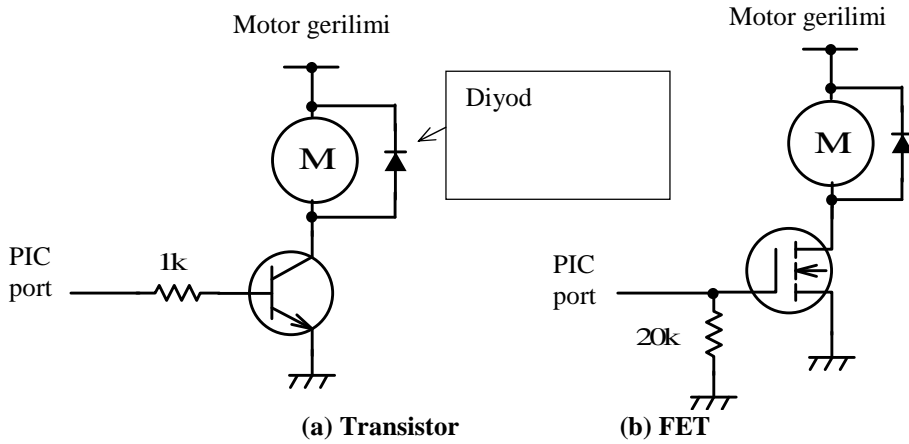
Dezavantajı ise dönerken ses çıkarması ve kontrol esnasında haberleşmenin uzun sürmesidir.



Şekil 5.1: DC motor

#### 4.2.1. Doğru Akım Motorlarının Kontrolü

Transistör veya FET ile DA motor kontrolü yapılabilir.

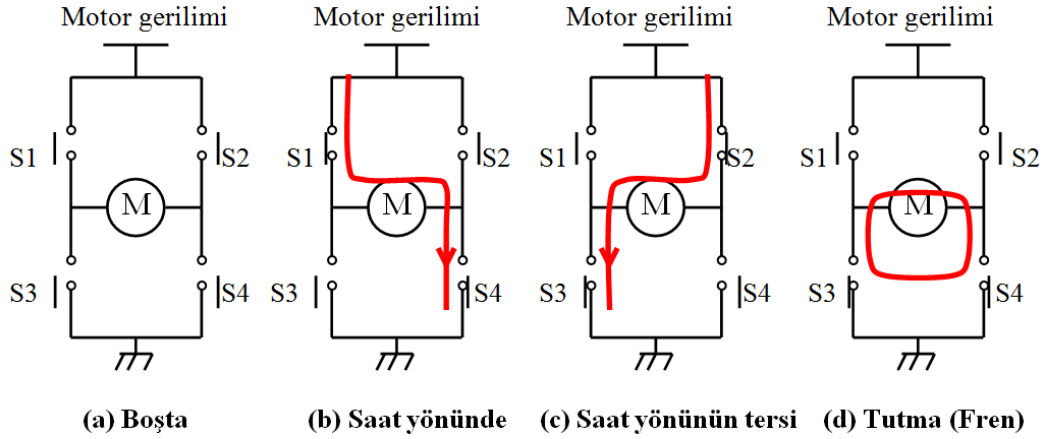


Şekil 5.2: DA motor kontrol metodları

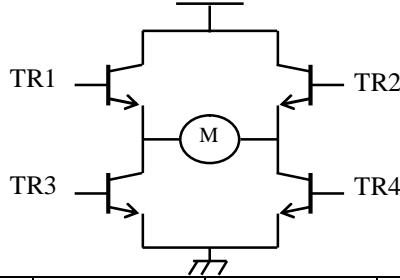
Şekil 5.2’de DA motorlarının kontrol metodları görülmektedir. Eğer PIC’in portundan gelen sinyal “1” (5V) ise motor dönmeye başlar. Eğer PIC’in portundan gelen sinyal “0” (0V) ise motor durur. Bu metodla motorda sadece bir yönde dönme sağlanır.

### ➤ H Köprü Devresi

Motorun her iki yönde dönmesini istediğimiz zaman şekil 5.3'teki devreyi kullanmalıyız.



Şekil 5.3: H köprü metod devresi



SW1 TR1	SW2 TR2	SW3 TR3	SW4 TR4	Açıklama
OFF	OFF	OFF	OFF	Boşta
ON	OFF	OFF	ON	Saat yönünde
OFF	ON	ON	OFF	Saat yönü tersi
OFF	OFF	ON	ON	Tutma ( Fren )

Şekil 5.4: Transistörle yapılmış H köprü devresi

### ➤ Motor Sürücü

Motor sürücüsü, DA motorlarda devir yönünü değiştirmek için tam köprü sürücüyü sahiptir. Bu devre elemanı ile DA motoru saat yönünde, saat yönünün tersi yönde, boşta ve fren durumunda kolaylıkla kontrol edilebilir.

#### Özelliği (Motor sürücü TA7257P)

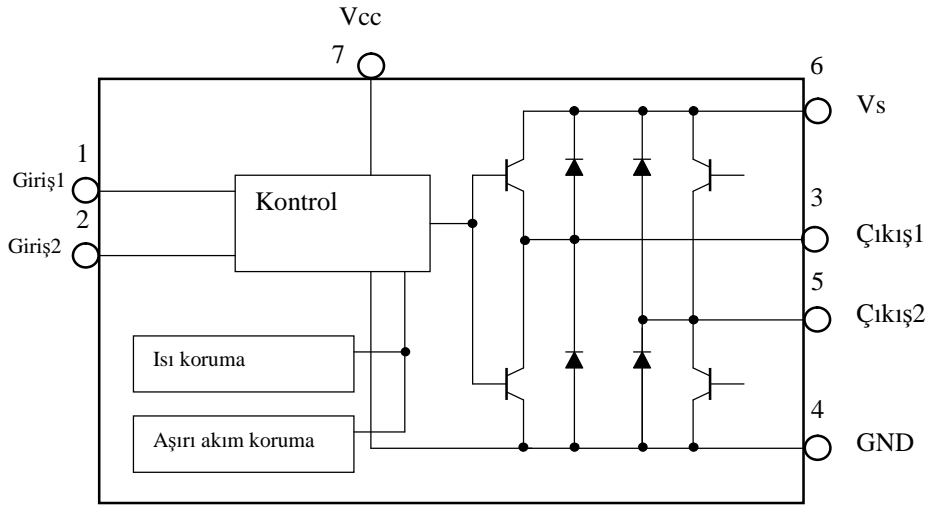
(a) Çıkış akımı ortalama 1.5A, maksimum 4.5A'dır.

(b) 4 fonksiyon moda sahiptir (ileri, geri, boşta, fren). Bütün bunları 2 ucu besleyerek 2 lojik sinyalle gerçekleştirebiliriz.

- (c) Aşırı akım, kısa devre ve ısıya karşı koruma vardır.  
(d) İşletim gerilimi:  $V_{cc} = 6 - 18V$ ,  $V_s = 0 - 18V$



Şekil 5.5: TA7257P



Şekil 5.6: Blok diyagramı (TA7257P)

PIN No.	Sembol	Fonksiyon Açıklaması
1	IN1	Giriş ucu
2	IN2	Giriş ucu
3	OUT1	Çıkış ucu
4	GND	Toprak ucu
5	OUT2	Çıkış ucu
6	$V_s$	Motor sürücüsü için gerilim ucu
7	$V_{cc}$	Lojik devrenin çalışması için gerilim ucu

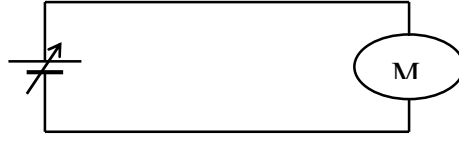
Şekil 5.7: TA7257P'nin PIN uçları

Giriş 1	Giriş 2	Çıkış 1	Çıkış 2	Çalışma şekli
1	1	H	H	Fren
0	1	L	H	İleri
1	0	H	L	Geri
0	0	L	L	Boşta

Şekil 5.8: TA7257P'nin fonksiyonları

### ➤ DA Motorlarda Hız Kontrolü

DA motorlarında hızı kontrol etmek için iki yöntem vardır. Bunlardan birisi gerilim kontrolü diğeri ise faz kontrolüdür.



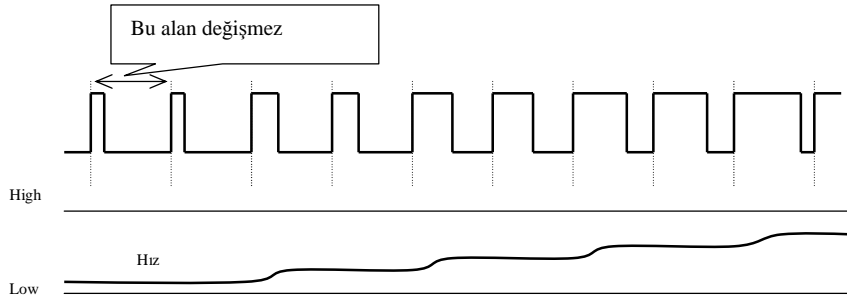
Şekil 5.9: Gerilim kontrolü

➤ **Gerilim Kontrolü**

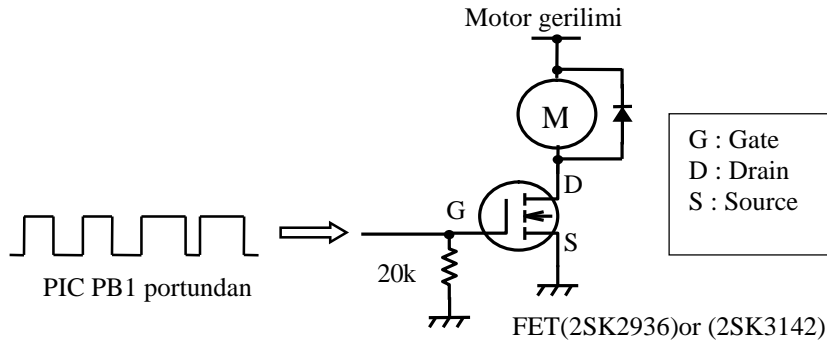
Gerilim kontrolü analog bir kontroldür (Şekil 5.9). Bu yöntem genel olarak kullanılan bir metottür. Bu metodu kullanmak için elektrik amplifikatörüne ihtiyaç vardır ancak verimli ve kullanışlı bir metod değildir. Bu metodu mikrodenetleyiciler ile kullanamayız.

➤ **PWM Kontrol (Faz Genişlik Kontrolü) (Pulse Width Modulation)**

PWM metodu fazın genişliğini kontrol ederek motorun hızını kontrol etmektedir. PWM yöntemi tamamen dijital bir kontroldür. (0/1 kontrollüdür.) PWM ile fazın 1 veya 0 olma durumlarını kontrol ederiz ve çok kullanışlı bir metottür. Sadece motor hızını değil lambanın yanma parlaklığını da kontrol edebiliriz. (Şekil 5.10)



Şekil 5.10: PWM kontrol

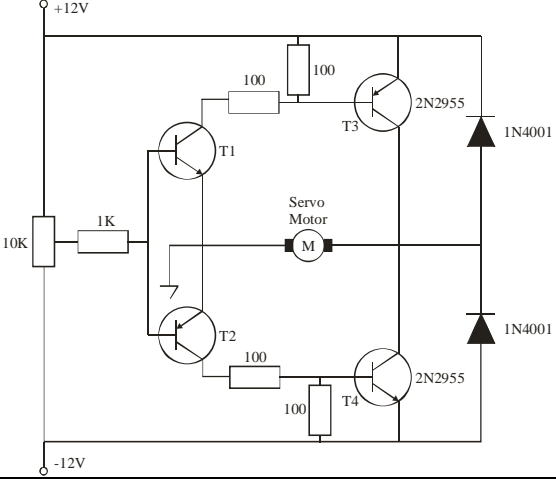


Şekil 5.11: PIC ile PWM kontrolü

Şekil 5.11'de görüldüğü gibi DA motorunu kontrol etmek için FET'e (Field Effect Transistor) ihtiyaç vardır. Çünkü FET'in anahtarlama özelliği iyidir ve PWM için en uygun özelliği sahip devre elemanıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamaklarında belirtilen adımları izleyerek uygulama faaliyetini yapınız. Bu uygulama faaliyeti ile transistör ile motor kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Şekildeki devreyi kurunuz.</p>  <p>➤ Devreye gerilim uygulayınız.</p> <p>➤ Potansiyometreyi kullanarak motorun sağa ve sola döndüğünü gözlemleyiniz.</p> <p>➤ Motor sola dönerken uçlarındaki gerilimi ölçüp kaydediniz.</p> <p>➤ Motor sağa dönerken uçlarındaki gerilimi ölçüp kaydediniz.</p> <p>➤ Sonuçları bir rapor hâlinde hazırlayınız.</p>	<p>➤ Motor kontrolünün H köprüsü ile yapıldığına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Bağlantı için zil teli kullanınız.</p> <p>➤ Sonuç raporunda devrenin kurulum aşamasını, çalışmasını ve devrede kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler veriniz.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet sonunda kazandıklarınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

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

1. ( ).Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinalara motor denir.
2. ( ).DC motorların kontrolü kolay ve maliyeti ucuzdur.
3. ( ).Servo motor aynı zamanda adım motoru diye de adlandırılır.
4. ( ).H köprüsünde transistörler teker teker ilettime geçer.
5. ( ).741 entegresi sadece DC motor kontrolü için kullanılan bir entegredir.
6. ( ).Motoru sabit bir hızda kontrol etmek için 741 entegresi kullanılabilir.
7. ( ).Üniversal motorlar daha çok ev aletlerinde kullanılır.
8. ( ).FET transistörlerde gate ucu kaynak diye adlandırılır.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

## PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Uygulama faaliyetinde yaptığımız işlemlere göre aşağıdaki tabloyu doldurarak kendinizi değerlendiriniz.

Modülün Adı		Öğrencinin	Adı : Soyadı: Sınıf : Nu :	
AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları öğrencide gözlemlediyseniz <b>EVET</b> sütununa, gözlemlemediyseniz <b>HAYIR</b> kısmına <b>X</b> işareti yazınız.				
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>			<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1.	Rölelerin nerelerde kullanıldığını anlayabildiniz mi?			
2.	Rölelerin iç yapısını öğrenebildiniz mi?			
3.	Foto diyodun ne için kullanıldığını öğrenebildiniz mi?			
4.	Foto transistörün ne için kullanıldığını öğrenebildiniz mi?			
5.	Optokuplör ile uygulama yaparken ışığın etkisinin devre çalışmasını nasıl etkilediğini öğrenebildiniz mi?			
6.	Sıcaklıkla direnci değişen devre elemanlarını öğrenebildiniz mi?			
7.	NTC'nin nasıl direnç değiştirdiğini anlayabildiniz mi?			
8.	PTC'nin nasıl direnç değiştirdiğini anlayabildiniz mi?			
9.	FET ile transistör arasındaki farkı öğrenebildiniz mi?			
10.	Motor çeşitlerini anlayabildiniz mi?			
11.	Motor kontrolünün nasıl yapıldığını anlayabildiniz mi?			
12.	H köprüsünü doğru olarak kurabildiniz mi?			
13.	Motor kontrolü yaparken devre çalışmasında H köprüsünün önemini anlayabildiniz mi?			

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış

## KAYNAKÇA

- TERAMOTO Koshi, Turgay İŞBİLEN, Mustafa GÜNEŞ, PIC, 16F84 **Mikrodenetleyici Temel Bilgileri Programlanması ve Uygulamaları**, İzmir 2004.
- T.YAMAUCHI, Osman KÖSE, Selim GÜLÇEN, **Devre Analizi**, Konya 2003.
- BEREKET Metin, Engin TEKİN, **Elektronik Atelye ve Laboratuvar 2**, İzmir 2003.