

# Temel Elektronik

Mehmet Akif ARVAS

***Bu kitabın her türlü yayın hakkı, Mehmet Akif Arvas'a aittir.***

## İçindekiler

<b>Direnç .....</b>	<b>2</b>
Direnç Değerinin Okunması .....	8
Direnç Dönüşümleri .....	8
Dirençlerin Seri Bağlanması .....	9
Dirençlerin Paralel Bağlanması .....	9
Potansiyometre(Ayarlı Direnç) .....	10
Ohm Kanunu .....	11
<b>Led Diyot .....</b>	<b>13</b>
Led Diyot Çalışma Gerilimleri .....	13
Led Direnci Hesaplama .....	14
Potansiyometre İle Led Parlaklık Kontrolü .....	10
<b>Gerilim Bölücü Direnç Kullanımı .....</b>	<b>11</b>
<b>Transistör Uygulamaları .....</b>	<b>15</b>
Transistörlerin Akım Kazancı .....	15
Transistör ile Led Parlaklık Kontrolü .....	17
Transistör ile Motor Devir Kontrolü .....	17
BD235 Teknik Özellikleri .....	18
Transistörlü Çift Kararlı Multivibratör Devresi .....	19
<b>Kondansatörler .....</b>	<b>21</b>
<b>Kondansatör Şarj ve Deşarj Uygulamaları .....</b>	<b>21</b>
Kondansatörün Şarj Olma Durumu .....	21
Kondansatörün Deşarj Olma Durumu .....	25
<b>Kondansatör ile Zamanlayıcı Devreleri .....</b>	<b>27</b>
Turn On devresi .....	28
Turn Off Devresi .....	29
Flip Flop Devresi .....	33
Zamanı Ayarlanabilen Flip Flop Devresi .....	35
Zaman Ayarlı Motor Kontrol Devresi .....	36

## Yazarın Özgeçmişı

### Mehmet Akif Arvas

Elektronik ve bilgisayar alanında; Lise eğitimini, Van Endüstri Meslek Lisesinde tamamladıktan sonra Üniversite lisans eğitimini, Pamukkale Üniversitesi TEF Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi ABD, Elektronik Öğretmenliği Bölümünü bitirip, iş hayatına öğretmen olarak başladım. İlk kitabımı, **Seçkin yayıncılık, Arduino ile Robotik Programlama** alanında yazdım. İkinci kitabım olan, **Arm İşlemci Programlama** ile mühendislik alanında yapılacak olan projelere kaynak referans bir kitap olmayı hedefledim.

Temel Elektronik kitabını, değerli okuyucularıma, robotik alanında kurulan devrelerde Temel elektronik bilgisine sahip olmaları için istifadenize ücretsiz olarak sunuyorum.

Elektronik ve Bilgisayar alanında bugüne kadar yapmış olduğum;

Arm işlemci Programlama ve Gömülü Sistem Geliştirme,

Akıllı otomasyon sistemleri,

Kartlı/Mobil giriş çıkış sistemleri,

Mobil Uygulamalar(Play Store Yayımcı Adı: Mrha),

Uzaktan Cihaz Kontrol Sistemleri (RF, IR, Bluetooth ve Wifi ile)

Robot kol tasarımları ve kodlaması,

Drone/iHA,

Özel istekli ve amaçlı elektronik devre tasarımları,

3 boyutlu yazıcı,

3 Boyutlu Cnc Router,

PCB/Lazer kesim ve çizim makinesi

Web Tasarım ve Programlama (Asp.net ile),

v.b çeşitli projeler yapmakla beraber, yine aynı alanda proje desteği sundum. 4 yıl özel bir okulda öğretmen olarak çalıştıktan sonra, Kurumsal firmalara, Makine bakım onarım desteği sundum. Aynı zamanda Elektronik ve Bilgisayar alanında, kendi firmamı kurdum(Akıllı Otomasyon sistemlerin üretimi ve satışı). 1 yıl kadar kendi işyerimi işlettikten sonra, tekrar eğitimci olarak göreve başladım. Halen görevimi eğitimci olarak devam etmekteyim.

## Yazarın Kitapları

- Projeler Eşliğinde Arduino İle Robotik Programlama – Mehmet Akif Arvas, Seçkin Yayıncılık
- Projeler Eşliğinde Arm İşlemci Programlama – Mehmet Akif Arvas, Seçkin Yayıncılık

Eğitimci/Yazar Mehmet Akif ARVAS

# Uzmanından Öğrenin, Rahat Edin!

## Projeler Eşliğinde

## Arduino ile Robotik Programlama

Sensörler – Veri İletişimi – Wifi, Bluetooth, IR

Mehmet Akif Arvas



**66 Adet Denenmiş ve  
Çalıştırılmış Uygulama Projesi ile**

Kitaptaki program kodlarını [seckin.com.tr](http://seckin.com.tr)'den indirebilirsiniz.

Uzun yıllar; elektrik, elektronik, mekanik alanlarında çalışmalarda bulunan, aynı zamanda çeşitli eğitim kurumlarında ve büyük bir markanın üretim bandında da görev alan yazar, Robotik, Arduino ve Temel Elektronik konularında edindiği bilgi ve tecrübeleri kaleme almıştır.

Kitapta; Arduino yazılımı ve projeleri, Elektronik kartları, robotik/otomasyon alanında yapılan uygulamalar, ayrıntılı bir biçimde çok sayıda görsel eşliğinde anlatılmıştır. Eserde bizzat uygulanmış ve çalıştırılmış 66 farklı proje anlatılarak konunun sadece teorik kısmına yer verilmemiş aynı zamanda uygulamasına da yer verilmiştir.

Kitabı bitirdiğinizde, konuyla ilgili özgün projeler üretebilmeniz ve bu projelerinizi yapabilecek seviyeye gelmeniz hedeflenmiştir.

Kitapta yer alan denenmiş ve çalıştırılmış 66 projenin uygulama kodlarını [www.seckin.com.tr](http://www.seckin.com.tr)'den indirebilirsiniz.

### Kitapta Bulunan Konu Başlıkları

- ISIS, Fritzing, Eagle, Tinkercad Simulasyon Programları Kullanımı
- Led, Buton ve Röle Kullanımı
- LCD Ekran Kullanımı
- Sıcaklık Sensörü Kullanımı
- Işık Sensörü Kullanımı
- RFID Kart Okuyucu Kullanımı
- Servo Motor, DC Motor, Brushless (Fırçasız) Motor Kullanımı
- IR Alıcı ve Verici Kullanımı
- Otomatik Vantilatör Çalıştırma
- Bluetooth ile Uzaktan Kumanda
- WIFI (ESP8266) Kullanımı
- IOT Nesnelerin İnterneti

**Künye Bilgileri: 2018 Baskı | 16x24 cm. | 223 Sayfa | 34,90 TL | 9789750249778**

**seçkin**

**SEÇKİN YAYINCILIK**

Eskişehir Yolu, Mustafa Kemal Mah. 2158. Sokak No:13 Çankaya/ANKARA

Tel: 0-312-435 30 30 | Faks: 0-312-435 24 72 - satis@seckin.com.tr

**Uzmanından Öğrenin, Rahat Edin!**

**Projeler Eşliğinde**

# **Arm İşlemci Programlama**

**Arm Mbed OS, RTOS, Thread, RTC, Multi Tasking**

<https://www.seckin.com.tr/kitap/926844928>

**Mehmet Akif Arvas**



**Uygulanmış 100 Proje Eşliğinde**

Tüm elektronik, yapay zeka ve kontrol ünitelerinde Arm işlemci kullanılabilmektedir.

Kitapta Arm yapısının karmaşıklığını gideren ve kullanıcıya basit arayüz ve sade anlaşılır kod yapısını kullanarak projeler gerçekleştirmeye yarayan MBED OS online platformu kullanarak konular anlatılmaya çalışılmış olup, bizzat uygulanmış ve çalıştırılmış 100 farklı proje anlatılarak konunun sadece teorik kısmına yer verilmemiş aynı zamanda uygulamasına da yer verilmiştir.

Yine aynı şekilde C++ ile yazılmış kod yapıları da sade ve basit bir dille anlatılmaya çalışılmıştır. Kitaptaki örnek projelere bakarak kendi özgün projenizi oluşturabilir veya bu projeleri kendi sisteminizde kullanabilirsiniz.

Kitapta yer alan denenmiş ve çalıştırılmış 100 projenin uygulama kodlarını [www.seckin.com.tr](http://www.seckin.com.tr)'den indirebilirsiniz.

#### Kitapta Bulunan Konu Başlıkları

- Gömülü Yazılım Geliştirme
- Cortex Mikrodenetleyici Yazılım Arayüzü Standardı (CMSIS)
- Online Arm Mbed OS
- Sensör Kullanımları
- Managing tasks (Görevleri Yönetme)
- RTOS (Real Time Operation System)
- Thread (İş Parçacıkları) Oluşturma
- Dosya Veri Yazma
- Okuma İşlemleri
- Kablolu ve Kablosuz Veri Aktarma
- Mühendislik Uygulamaları
- Aynı Anda Bağımsız Çalışan Uygulamalar
- RTC ve Güç Yönetimi

**Künye Bilgileri: 2019 Baskı | 16x24 cm. | 295 Sayfa | 39,90 TL | 9789750252518**

**seçkin**

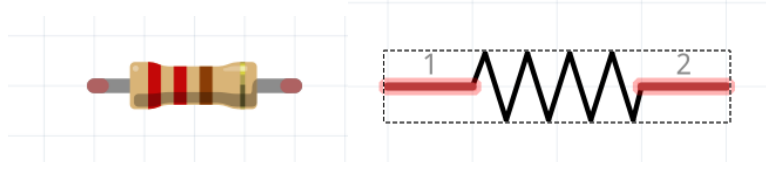
#### SEÇKİN YAYINCILIK

Eskişehir Yolu, Mustafa Kemal Mah. 2158. Sokak No:13 Çankaya/ANKARA

Tel: 0-312-435 30 30 | Faks: 0-312-435 24 72 - satis@seckin.com.tr



## Direnç



Elektrik akımına karşı zorluk gösteren devre elemanıdır. Direnç bağlı bulunan devre elemanı için ön koruma sağlar.

### Direnç Değerinin Okunması

Dirençlerin üzerindeki renklere göre okuma şekli vardır. Bunun için, öncelikle renklerin sayı değerini bilmek gerekir. Aşağıdaki tabloda her rengin sayı değeri verilmiştir. Bu sayı değerlerine göre direnç okumasını öğrenmiş olacağız.

Siyah	Kahverengi	Kırmızı	Turuncu	Sarı	Yeşil	Mavi	Mor	Gri	Beyaz
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Örnek:** Aşağıdaki direncin değerini bulalım



### Çözüm:

Kahverengi: 1

Siyah: 0

Turuncu: 3

Altın: Tolerans değeri (Hata Payı).

İlk iki rengi yan yana yazılacak, diğer renk çarpan ( $10^x$ ) olarak yazılacaktır.

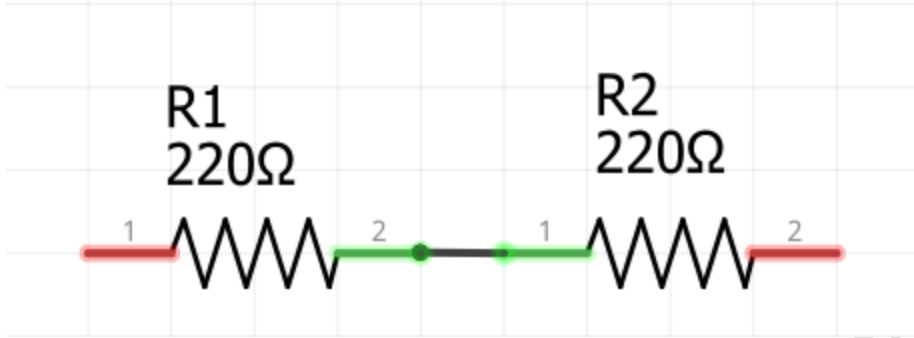
$10 \times 10^3 = 10 \times 1000 = 10\,000$  ohm yapar. Buda  $k\Omega$  olarak ifade edilirse, 1000 değerine bölünür. Sonuç olarak; direncin değeri  $10k\Omega$  olur.

### Direnç Dönüşümleri

$\Omega$	$k\Omega$	1000'e böl
$k\Omega$	$\Omega$	1000 ile çarp

**Not:** 4 renkli direnç hesaplamasında da durum aynıdır. İlk 3 renk yan yana son değer çarpan olarak yazılır.

#### Dirençlerin Seri Bağlanması



Seri bağlı dirençlerde toplam eşdeğer devre direnci

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Tüm dirençler toplanır. Sonuçta tek bir direnç haline gelmiş olur.

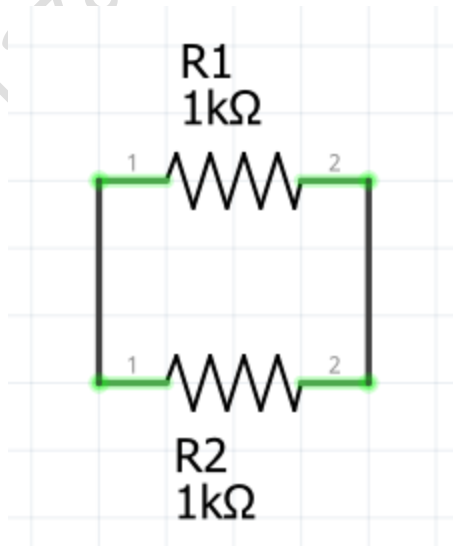
Seri bağlı dirençlerde Voltaj değerleri eşit değildir.

$$V_1 \neq V_2 \neq \dots \neq V_n$$

Seri bağlı dirençlerde Akım değerleri eşittir.

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

#### Dirençlerin Paralel Bağlanması



**Eşdeğer devre direnci;**

$$1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$$

**Volt düşümleri;**

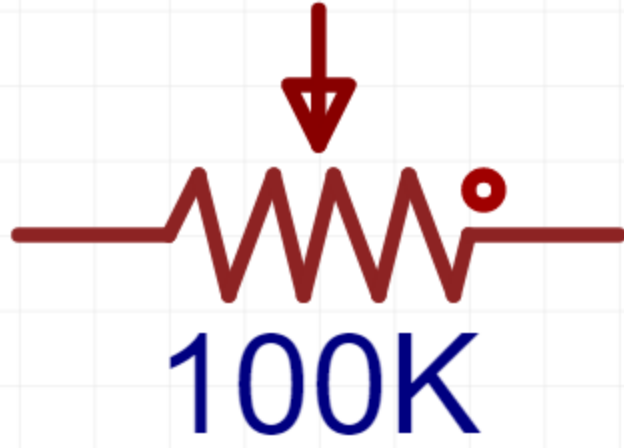
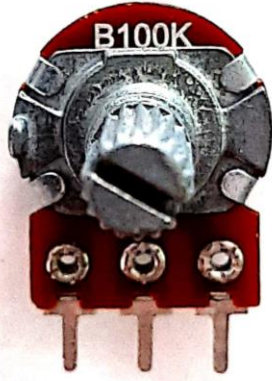
$$V1 = V2 = \dots = Vn$$

### Akım Düşümleri;

$$I1 \neq I2 \neq \dots \neq In$$

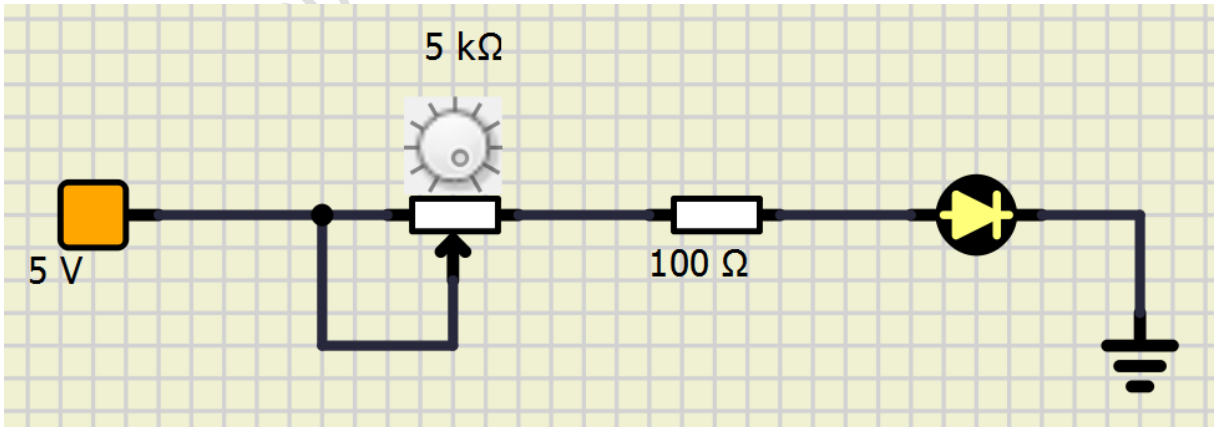
### Potansiyometre(Ayarlı Direnç)

Üzerindeki değere göre direnç değeri, manuel olarak değişebilen direnç çeşididir. Direnç değeri üzerinde yazılıdır.



### Potansiyometre İle Led Parlaklık Kontrolü

Bu uygulamamızda led diyoda bağlanacak seri bağlı bir potansiyometre yardımı ile Led'in parlaklığını arttırıp azaltabiliriz.



## Ohm Kanunu

Direnç'in akım ve gerilime nasıl bir tepki verdiğini bulmak için kullanılan OHM kanunu formülü, ön koruma direncinin kaç olması gerektiğini bulmada kullanacağız.

$$V = I \times R$$

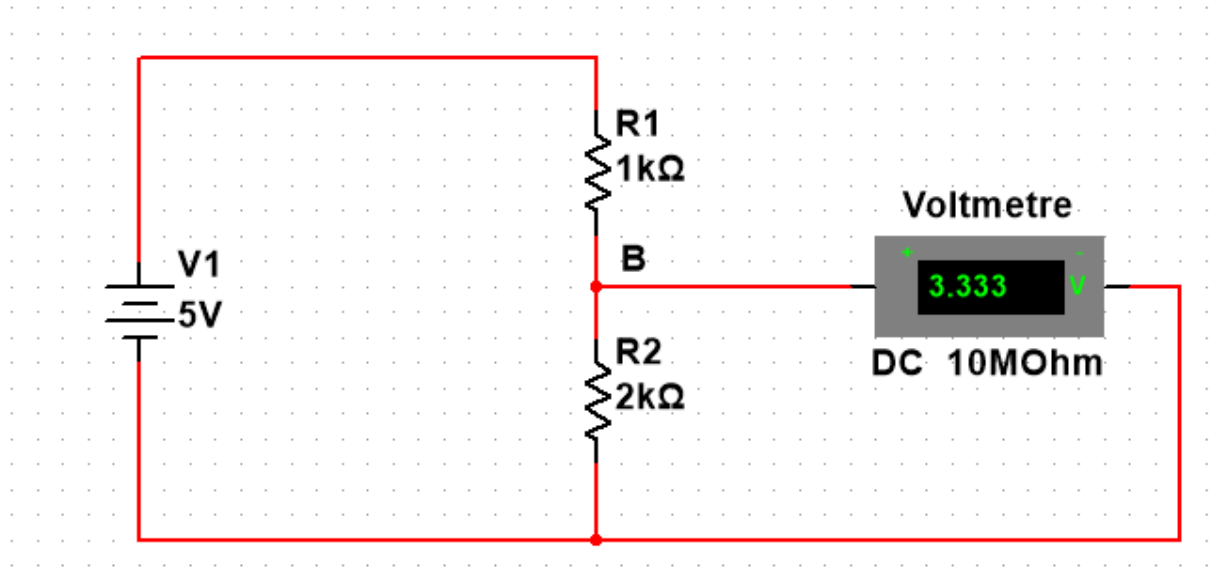
V = Volt

I = Akım

R = Direnç

## Gerilim Bölücü Direnç Kullanımı

Girişe uygulanan bir voltajın istenilen volt değerine düşürmek için gerilim bölücü direnç kullanarak yapabiliriz. Aşağıdaki devrede, girişe uygulanan 5V değerindeki voltajın, B noktasında 3.3V çıkış voltajı olduğunu görebiliriz.



Burada B noktasında 3.3 volt nasıl çıktığını adım adım bulalım;

- V1 giriş voltajı 5V,
- Toplam Direnç  $R_T = R_1 + R_2 \rightarrow R_T = 1 + 2 \rightarrow R_T = 3k\Omega$  bulunur
- $V = I \times R_T$  formülünden yola çıkarak, toplam Akımı(I) bulabiliriz

$R_T$  değeri  $3k\Omega$ ,  $3 \times 10^3$  değeri ile hesap işlemini yapalım;

$$V = I \times R_T$$

$$5 = I \times 3 \times 10^3$$

$$I = \frac{5}{3 \times 10^3}$$

**$I = 1.66mA$  olarak bulunur.**

1. Seri koldaki akım miktarları eşit olduğundan, R1 üzerinde düşen akım ile R2 üzerine düşen akım eşit olur. Buradan yola çıkarak;

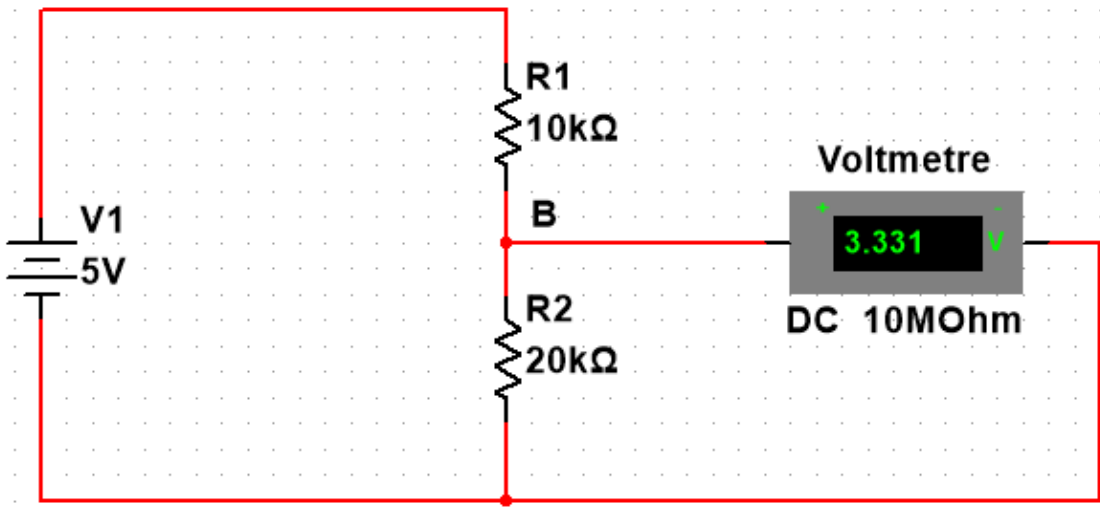
$$V2 = I \times R2$$

formülünden, V2 yani R2 üzerine düşen voltaj değerini hesapladığımızda,

$$V2 = 1.66 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3$$

$$V2 = 3.3V$$

Eğer direnç oranları aynı kalıp değerleri daha büyük seçilirse toplam akım azalır, volt değişmez. Örneğin aşağıdaki gibi direnç oranları seçilirse B noktasındaki çıkış voltajı yine aynı kalır.



Burada B noktasında 3.3 volt için;

- V1 giriş voltajı 5V,
- Toplam Direnç  $RT = R1 + R2 \rightarrow RT = 10 + 20 \rightarrow RT = 30k\Omega$  bulunur
- $V = I \times RT$  formülünden yola çıkarak, toplam Akımı(I) bulabiliriz

RT değeri  $30k\Omega$ ,  $30 \times 10^3$  değeri ile hesap işlemi yapalım;

$$V = I \times RT$$

$$5 = I \times 30 \times 10^3$$

$$I = \frac{5}{30 \times 10^3}$$

**$I = 0.16mA$  olarak bulunur.**

2. Seri koldaki akım miktarları eşit olduğundan, R1 üzerinde düşen akım ile R2 üzerine düşen akım eşit olur. Buradan yola çıkarak;

$$V2 = I \times R2$$

formülünden, V2 yani R2 üzerine düşen voltaj değerini hesapladığımızda,

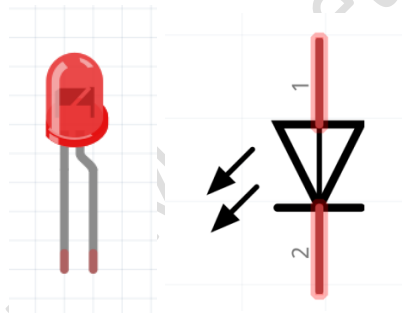
$$V2 = 0.16 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3$$

$$V2 = 3.3V$$

**Not:**

Görüldüğü gibi direnç oranları aynı olduğunda sonuç değişmiyor. Akım miktarı dirençlerin büyüklüğüne göre artar veya azalır. Direnç oranı 1'e 2 olduğunda Akım 1.66mA iken direnç oranı 10kat artarak 10'a 20 olduğunda akım miktarı 0.16mA olarak çıkmaktadır. Çıkışa bağlanacak yükün akım kontrolü de bu şekilde hesaplanabilir.

**Led Diyot**



Işık yayan diyot çeşididir. Anot ucuna + katot ucuna – volt uygulandığında ışık yayar. Led diyotların rengine göre çalışma voltaj aralıkları vardır. Bunlar;

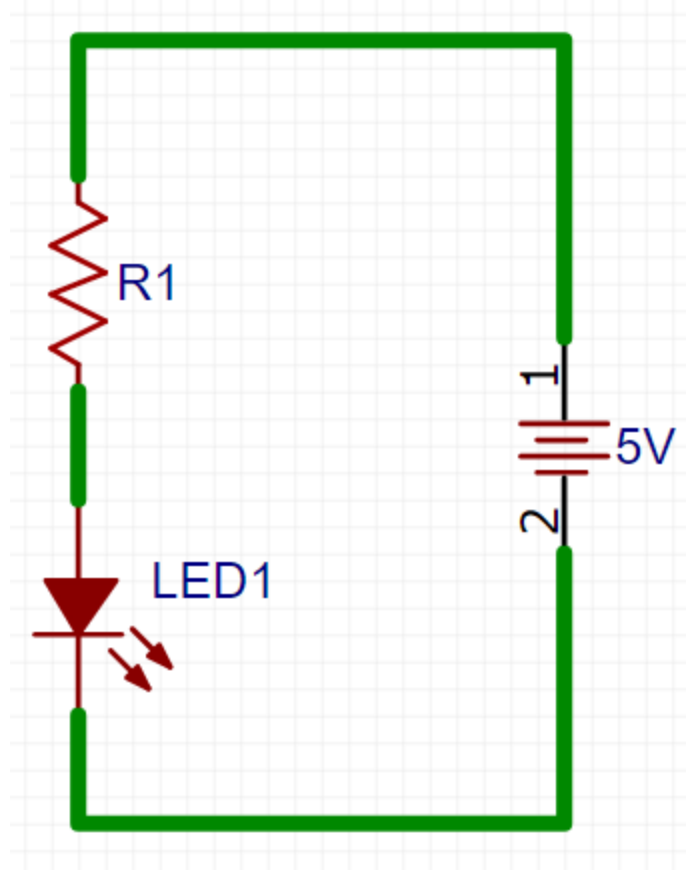
**Led Diyot Çalışma Gerilimleri**

Kızılötesi (Infrared)	1.5V
Kırmızı	2 V
Sarı	2.1V
Yeşil	2.1V
Mavi	3.5V
Beyaz	3.6V

Çektikleri akımlar genellikle 20mA'dir

### Led Direnci Hesaplama

Örneğin, Kırmızı led diyod için, 5V gerilim kaynağında takılması gereken direnç değerini hesaplayalım;



**V<sub>in</sub>: 5V**

**Led Diyot Çalışma Voltajı (V<sub>led</sub>): 2V**

**Led Diyot Çalışma Akımı (I<sub>a</sub>): 20mA**

Direcin üzerine düşmesi gereken Volt değeri;

$$V_R = V_{in} - V_{led}$$

$$V_R = 3V$$

Direcin üzerine düşmesi gereken Akım değeri, led ile seri bağlantı olduğu için eşittir;

$$I_a = I_R$$

$$I_R = 20mA$$

V = I x R formülünden, yola çıkarak, led diyoda takılması gereken direnç hesabı için;

$$V_R = I_R \times R$$

$$3 = 20 \cdot 10^{-3} \times R$$

**R = 150 ohm bulunur.**

Tabi burada normal şartlar altında, hiç elektrik dalgalanması olmadığı, kesinlikle giriş voltajının 5V üstüne çıkmadığı durumlarda takılması gereken direnç değeridir. Uygulamada bu durum böyle olmamaktadır. Elektrik dalgalanması, giriş voltajının yüksek gelmesi gibi durumlar göz önüne alındığında, bu ön koruma direncine ilave olarak %50 hata payı oranı eklediğimizde;

$$(150 \times 50) / 100 = 75 \text{ ohm hata paylık oranı}$$

$$150 + 75 = 225 \text{ ohm, ortalama değerli bir direnç takılması gerekecektir}$$

## Transistör Uygulamaları

### Transistörlerin Akım Kazancı

Transistörlerin, kollektör akımının artması veya azalması beyz akımına gelen akıma bağlıdır. Bu iki oranın  $I_c$  ile  $I_b$ 'nin oranı akım kazancını verir ve  $\beta$  olarak isimlendirilir.

$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

Transistör teknik dökümanlarında  $\beta$  ifadesi hFE olarak gösterilir. Akım kazancı transistörlerin özelliklerine göre değişir.

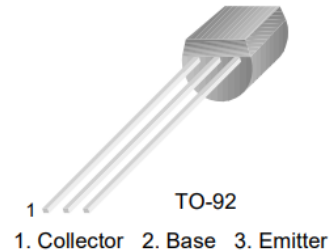
### Örnek:

Devrede kullanmış olduğumuz Transistör BC237 için pin isimleri ve teknik doküman;

## BC237/238/239

### Switching and Amplifier Applications

- Low Noise: BC239



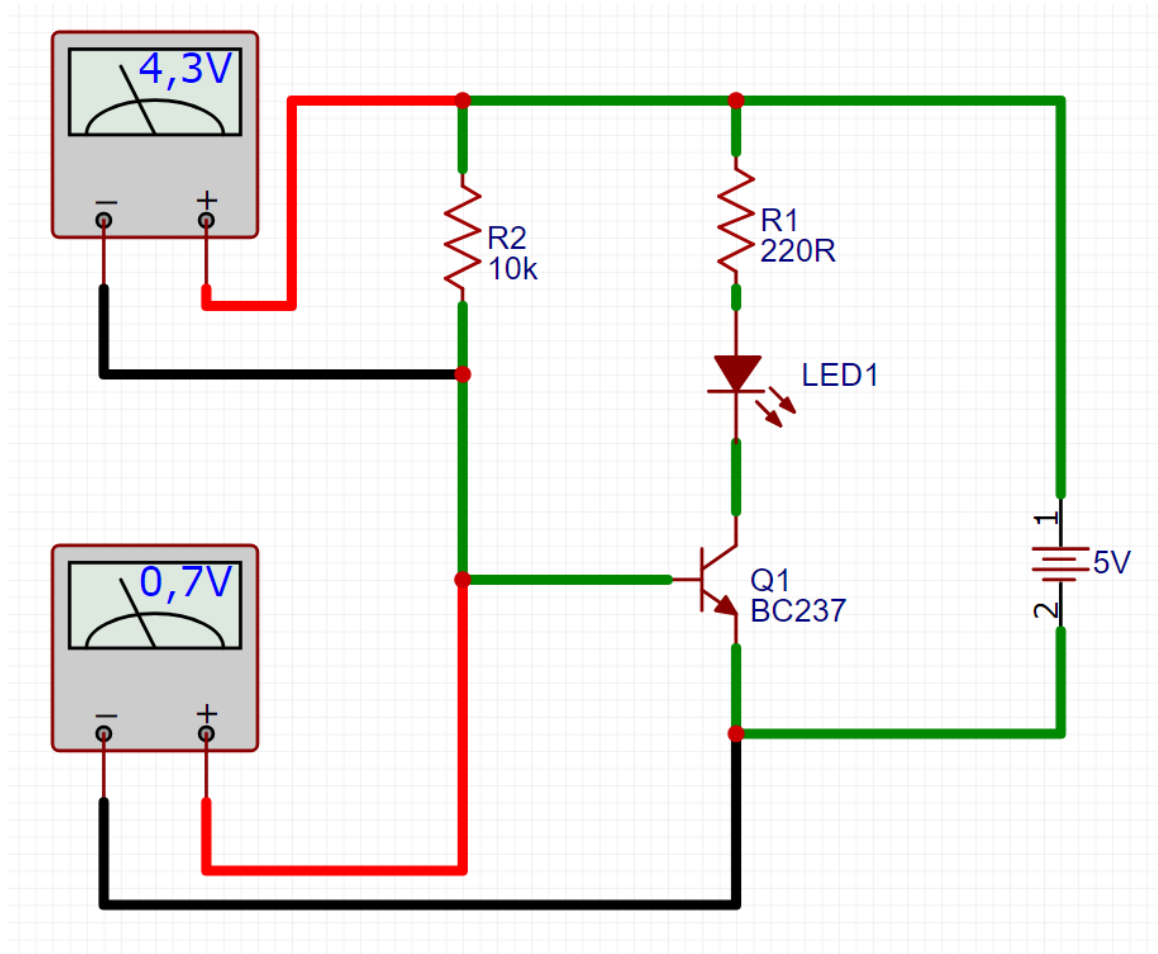
## NPN Epitaxial Silicon Transistor

### Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CES}$	Collector-Emitter Voltage : BC237	50	V
	: BC238/239	30	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage : BC237	45	V
	: BC238/239	25	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage : BC237	6	V
	: BC238/239	5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	100	mA
$P_C$	Collector Dissipation	500	mW
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> <http://www.pisotones.com/BigMuffPi/imgs/BC237-8-9.pdf>





R2 üzerine düşen;

Gerilim: 4,3V

Direnç değeri: 10K

Akım için;

$$V = I \times R$$

$$4,3 = I \times 10 \times 10^3$$

$$I = \frac{4,3}{10 \times 10^3}$$

$$I = \frac{4,3}{10 \times 10^3}$$

$$I = 0,43mA$$

$$I = I_b = 0,43mA$$

## $h_{FE}$ Classification

Classification	A	B	C
$h_{FE}$	120 ~ 220	180 ~ 460	380 ~ 800

Akım kazancı için BC237 transistörünün  $h_{FE}$  değeri, 120-220 arası olduğundan maksimum akım kazancı için 220 değerini seçersek;

2

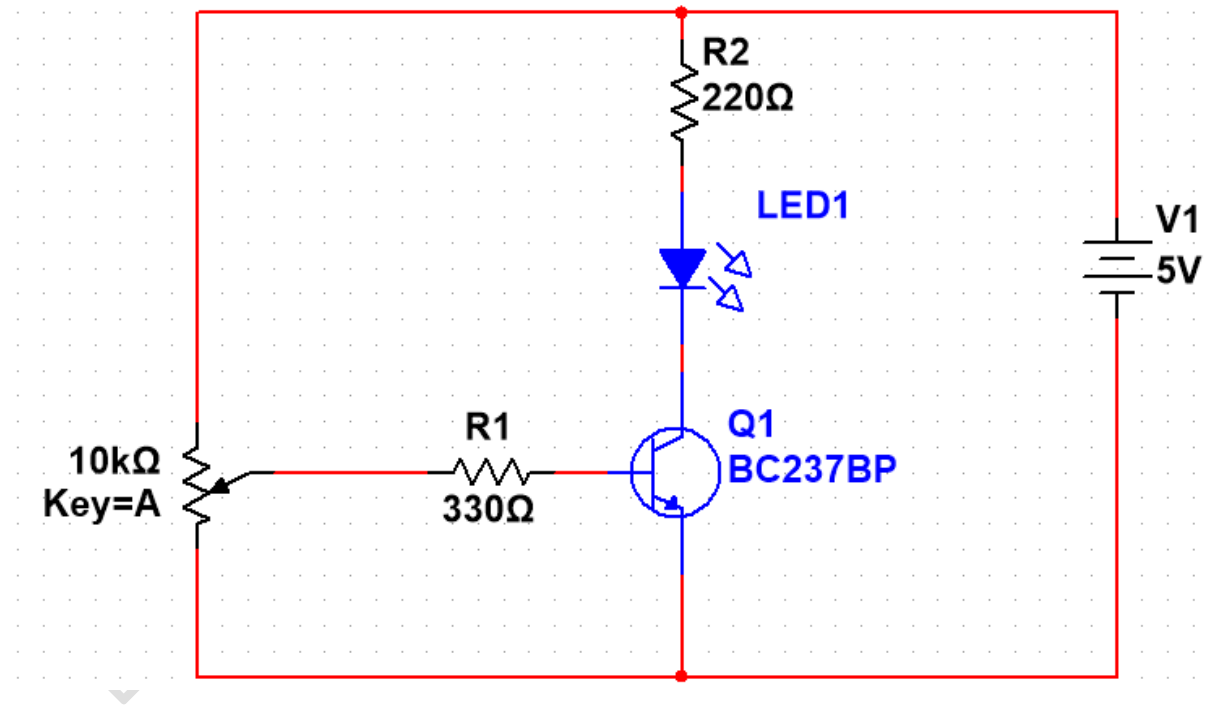
$$220 = \frac{I_c}{0,43 \times 10^{-3}}$$

$$I_c = 94,6mA$$

olarak bulunur.

### Transistör ile Led Parlaklık Kontrolü

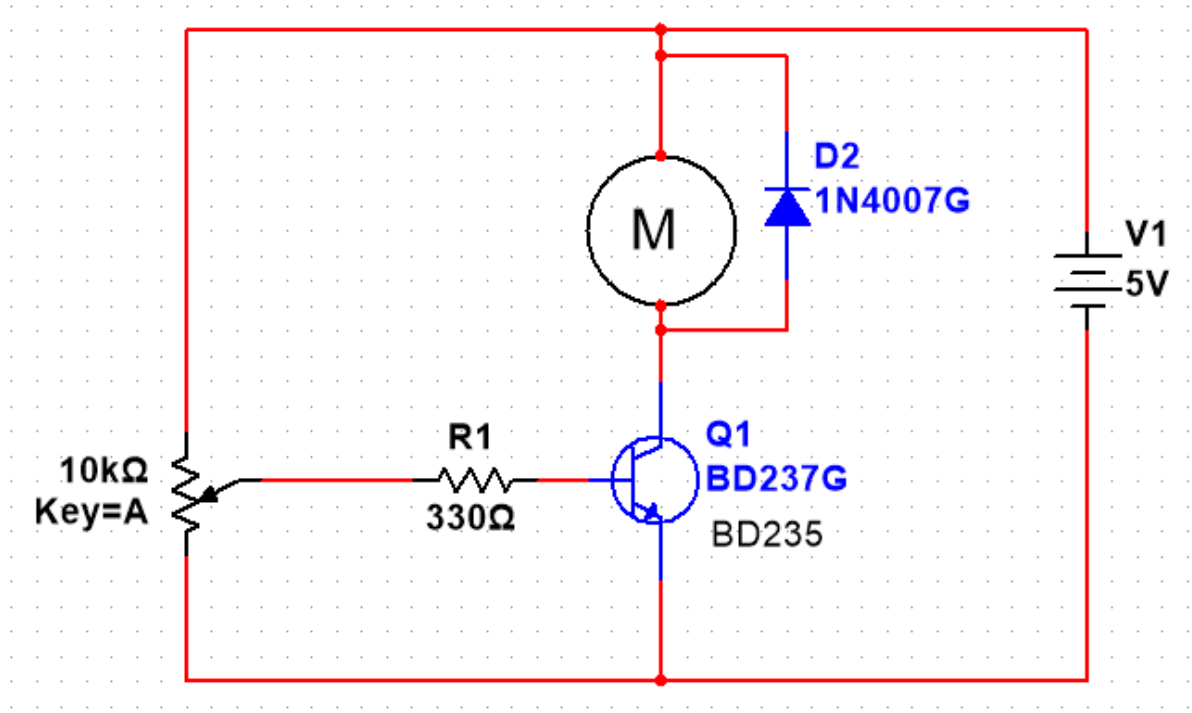
Transistörlerin akım kazancını kullanarak, bir potansiyometre yardımı ile Transistörün beyzine uygulanan akımı kontrol ederek, Led'in parlaklığını kontrol edebiliriz.



### Transistör ile Motor Devir Kontrolü

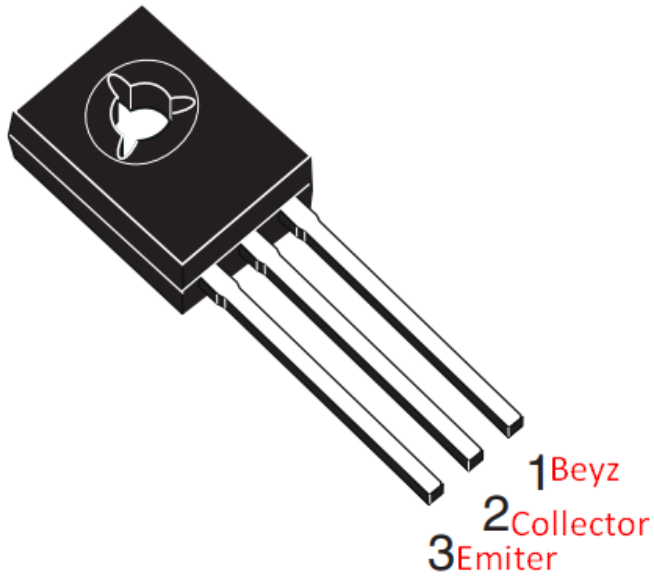
Transistörlerin akım kazancını kullanarak, bir potansiyometre yardımı ile Transistörün beyzine uygulanan akımı kontrol ederek, Motorun devrini kontrol edebiliriz.

<sup>2</sup> <http://www.pisotones.com/BigMuffPi/imgs/BC237-8-9.pdf>



Motor için, Bc 237 yerine, Ic akımı 2 amper olan BD235 güç transistörünü tercih ettik. Max. 2 ampere kadar akım çeken motor kullanılabilir.

BD235 Teknik Özellikleri<sup>3</sup>



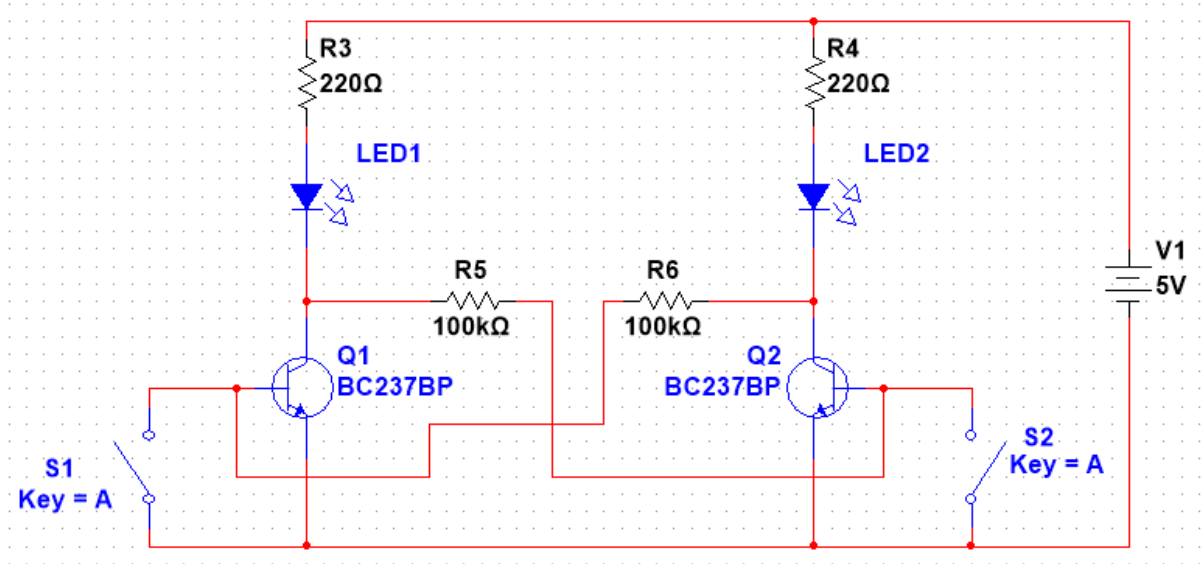
<sup>3</sup> <https://datasheet.octopart.com/BD235-STMicroelectronics-datasheet-12528056.pdf>

Symbol	Parameter	Value		Unit
		BD235	BD237	
$V_{CBO}$	Collector-base voltage ( $I_E = 0$ )	60	100	V
$V_{CER}$	Collector-emitter voltage ( $R_{BE} = 1\text{ k}\Omega$ )	60	100	V
$V_{CEO}$	Collector-emitter voltage ( $I_B = 0$ )	60	80	V
$V_{EBO}$	Emitter-base voltage ( $I_C = 0$ )	5		V
$I_C$	Collector current	2		A
$I_{CM}$	Collector peak current ( $t_p < \text{ms}$ )	6		A
$P_{TOT}$	Total dissipation at $T_{case} = 25^\circ\text{C}$	25		W
$T_{stg}$	Storage temperature	-65 to 150		$^\circ\text{C}$
$T_J$	Max. operating junction temperature	150		$^\circ\text{C}$

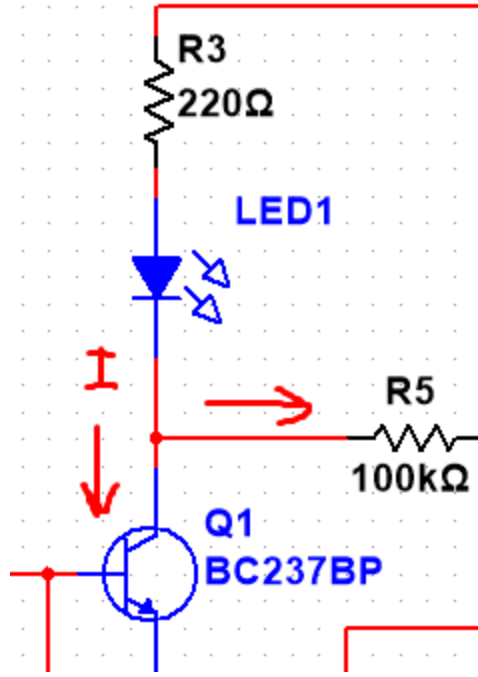
### Transistörlü Çift Kararlı Multivibratör Devresi

Bu devrede hangi transistörün aktif çalışacağına buton/anahtar yardımıyla karar veriliyor. Anahtar aktif yapıldıktan sonra, anahtar pasif hale gelse bile ilgili transistör aktif halde kalır. Anahtarlar, Başlama/Bitirme butonları olarak çalışır.

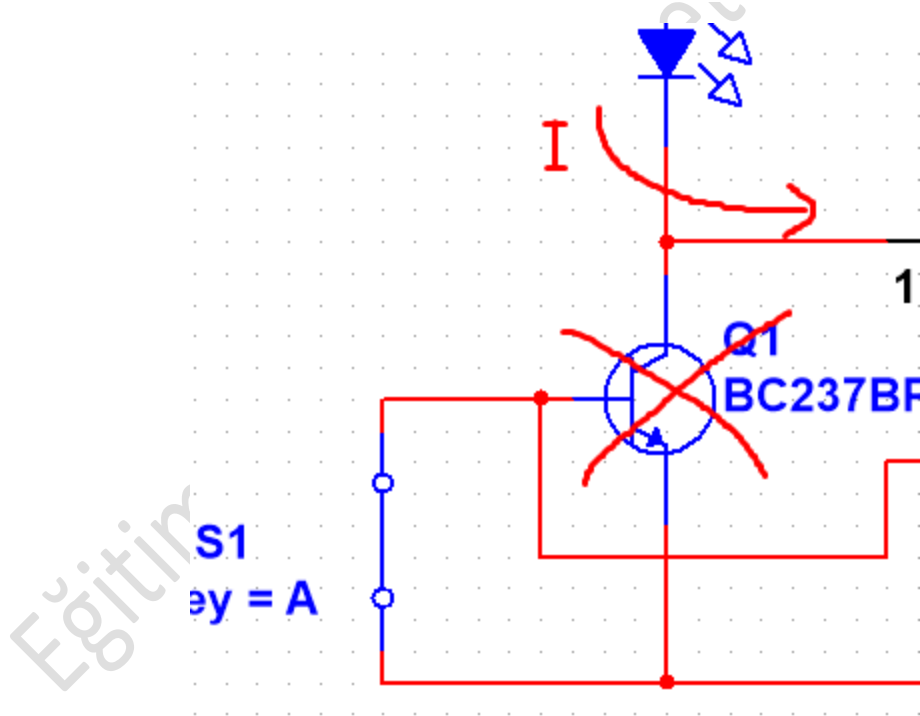
- S1 anahtarı kapalı yapıldıktan sonra açık yapılırsa dahi LED2 yanar, LED1 söner
- S2 anahtarı kapalı yapıldıktan sonra açık yapılırsa dahi LED1 yanar, LED2 söner
- S1 ve S2 kapalı olduğunda LED1 ve LED2 söner



Devrenin nasıl çalıştığına bakalım, LED1 yandığı zaman akım ikiye bölünür;

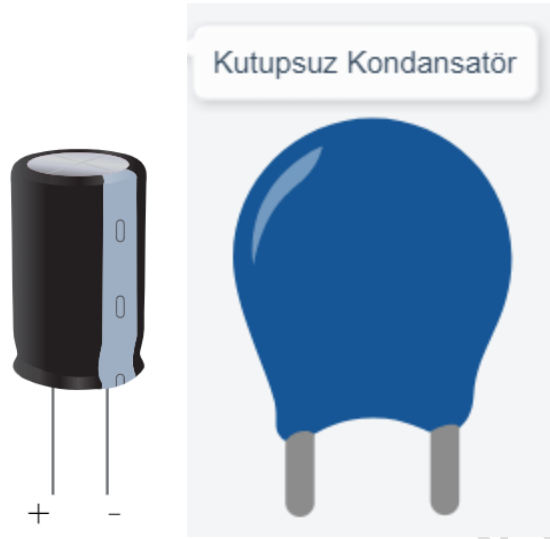


Anahtara basıldığında Q1 transistörü kesime gider ve ve akım tek yönlü Q2 transistörüne iletilir. Bu şekilde kesime götürülen transistör diğer transistörün çalışmasına neden olur.



## Kondansatörler

İki iletken arasına bir yalıtkan madde konulmasıyla yapılan elektronik devre elemanlarına kondansatör denir.



Kondansatörler devredeki gerilim ve akım kadar üzerine düşen yük ile şarj olur. Kaynak gerilim kesildiğinde, eğer bir yüke bağlıysa, deşarj işlemine başlar.

### Kondansatör Şarj ve Deşarj Uygulamaları

DC devrelerde kondansatörlerin devredeki durumuna göre şarj ve deşarj süreleri, bağlı olduğu direncin durumuna göre değişir. Bu geçen zaman durumların nasıl hesaplandığını aşağıdaki basit uygulamalar üzerinden öğrenmeye çalışalım.

#### Kondansatörün Şarj Olma Durumu

Bir kondansatörün şarj olma süresini hesaplamak için aşağıdaki formülden yararlanılır;

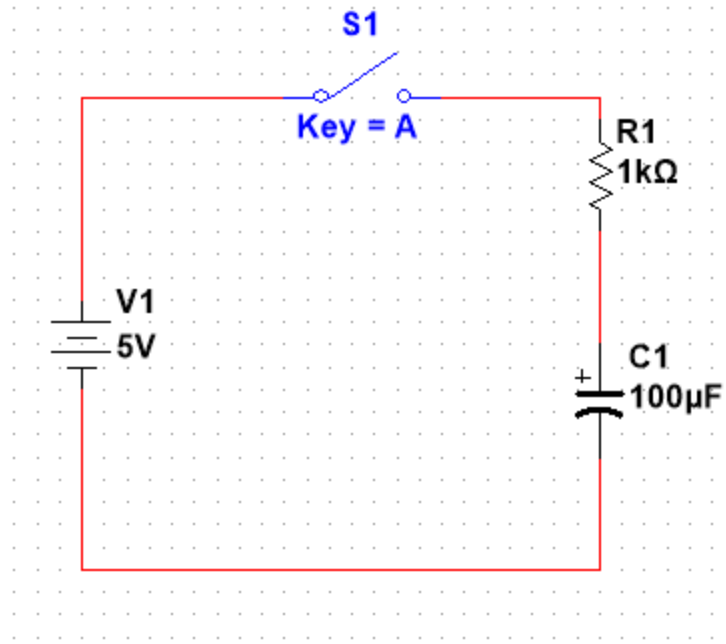
$$T = RxC$$

**T** = Zaman sabiti

**R** = Kondansatöre seri olarak bağlanan direnç değeri

**C** = Kondansatörün kapasitesi

Aşağıdaki örnek uygulama üzerinden kondansatör T zaman sabitini bulalım;



$$T = R \times C$$

$$T = 1 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$T = 100 \times 10^{-3}$$

$T = 0.1 \text{ sn} \gg 100 \text{ ms}$  olarak bulunur.

Herhangi bir zamanda üzerinden geçen akımı bulmak için kullanılacak formül;

$$I(t) = \frac{V1}{R1} \times e^{\frac{-t}{T}}$$

Bu formülden yola çıkarak, kondansatörün 10ms'de üzerinden geçen akımı bulalım;

$$I(t) = \frac{V1}{R1} \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$I(10\text{ms}) = \frac{5}{1 \times 10^3} \times e^{\frac{-10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

e ifadesinin değeri yaklaşık olarak 2,718 olduğundan,

$$I(10ms) = \frac{5}{1 \times 10^3} \times 2,718^{\frac{-10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$I(10ms) = 0,004A$$

$$I(10ms) = 4mA$$

Zaman sabiti 100ms olduğu için kondansatörün depoladığı akım miktarı içinde aynı formül kullanılarak bulunur;

$$I(t) = \frac{V_1}{R_1} \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$I(100ms) = \frac{5}{1 \times 10^3} \times e^{\frac{-100 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$I(100ms) = \frac{5}{1 \times 10^3} \times 2,718^{\frac{-100 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$I(100ms) = 0,001A$$

$$I(100ms) = 1mA$$

Kondansatör ile direnç seri bağlı olduğu için seri koldaki akım miktarları eşittir. Direnç üzerine düşen akım miktarı 100ms'de kondansatörle eşit olduğundan 1mA akım geçer.

Burada da görüldüğü gibi zaman geçtikçe kondansatör üzerinden geçen akım azalacaktır ve sonunda kondansatör açık devre haline gelip üzerinden geçen akım 0 olacaktır.

Herhangi bir zamanda kondansatör üzerindeki gerilimi bulmak için kullanılan formül;

$$V(t) = V_1 - V_1 \times e^{\frac{-t}{T}}$$

100ms'de kondansatör üzerindeki şarj olan gerilimi bulmak için;

$$V(t) = V_1 - V_1 \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$V(100ms) = 5 - 5 \times e^{\frac{-100 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$V(100ms) = 5 - 5 \times 2,718^{\frac{-100 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$V(100ms) = 3,16V$$



Kondansatörün açık devre olma durumu tam şarj olma halidir. Tam şarj olduğunda ne kadar süre geçtiğini bulmak için kondansatörün 5v'a yakın(hesaplama yapabilmek için) 4,99v değerini baz alarak hesaplayalım;

$$V(t) = V_1 - V_1 x e^{\frac{-t}{\tau}}$$

$$4,99 = 5 - 5 x e^{\frac{-t}{100x10^{-3}}}$$

$$0,01 = 5 x e^{\frac{-t}{100x10^{-3}}}$$

$$\frac{0,01}{5} = e^{\frac{-t}{100x10^{-3}}}$$

buradan her iki tarafa Ln işlemi uygulanırsa,

$$Ln(\frac{0,01}{5}) = Ln(e^{\frac{-t}{100x10^{-3}}})$$

$$Ln(\frac{0,01}{5}) = \frac{-t}{100x10^{-3}}$$

$$Ln(0,002) = \frac{-t}{100x10^{-3}}$$

$$-6,214 = \frac{-t}{100x10^{-3}}$$

$$t = 0,62s \gg t = 620ms$$

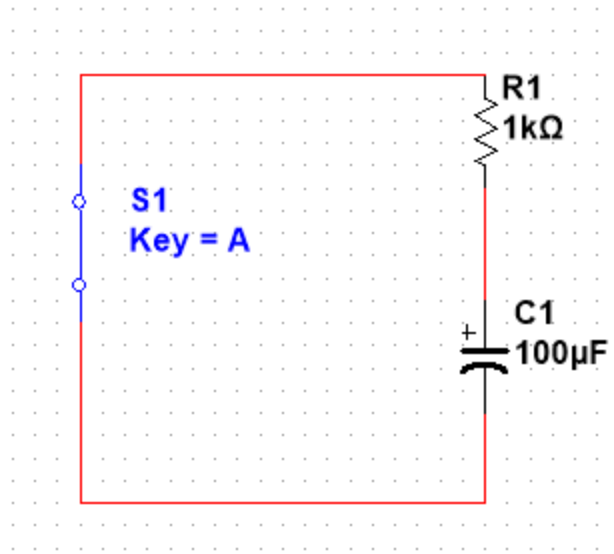
Kondansatör 620ms sonra 4,99V'a şarj olur.

### Kondansatörün Deşarj Olma Durumu

Bir kondansatörün deşarj olma süresini hesaplamak için şarj işleminin hesabı içinde kullanılan aşağıdaki formülünden yararlanılır;

$$T = RxC$$

Aşağıdaki devremizde S1 anahtarı kapandığı zaman deşarj işlemindeki akım ve gerilim değerlerini hesaplayalım.



S1 anahtarı kapandığı zaman kondansatörün üzerindeki gerilim zamanla boşalmaya başlar. Tamamen deşarj olma süresini hesaplamak veya herhangi bir zamanda kondansatör üzerindeki gerilim için;

$$V(t) = V_1 x e^{\frac{-t}{T}}$$

formülünden yararlanılır. Kondansatörün 0v olduğu durum için V1, 0V'a yakın, 0,001V olarak hesaplayacak olursak geçen süreyi bulabiliriz.

$$0,001 = 5 x e^{\frac{-t}{T}}$$

$$\frac{0,001}{5} = e^{\frac{-t}{T}}$$

Buradan her iki tarafın Ln alma işlemine tabi tutarsak;

$$Ln(\frac{0,001}{5}) = Ln(e^{\frac{-t}{T}})$$

$$-8,517 = \frac{-t}{T}$$

T zaman sabiti için;

$$T = RxC$$

$$T = 1 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$T = 100ms$$

Formülde T zaman sabiti yerine bırakıldığında;

$$-8,517 = \frac{-t}{100 \times 10^{-3}}$$

$$t = 0,851s \gg 851ms$$

Kondansatör üzerindeki gerilim 851ms sonra 0,001V olur. Eğer 0,01V olarak işlem yapacak olsaydık, 620ms sonra 0,01V değerine gelmiş olacaktı.

3. t=200ms'de kondansatör üzerindeki gerilim için;

$$V(t) = V_1 \times e^{\frac{-t}{T}} \gg V(200ms) = 5 \times e^{\frac{-200 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$V(200ms) = 5 \times e^{\frac{-200 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$V(200ms) = 0,67V$$

olarak bulunur.

4. t=200ms'de kondansatör üzerindeki akım için;

$$I(t) = \frac{V1}{R1} \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$I(200ms) = \frac{5}{1 \times 10^3} \times e^{\frac{-200 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$I(200ms) = \frac{5}{1 \times 10^3} \times 2,718^{\frac{-200 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}}$$

$$I(200ms) = 0,0006A$$

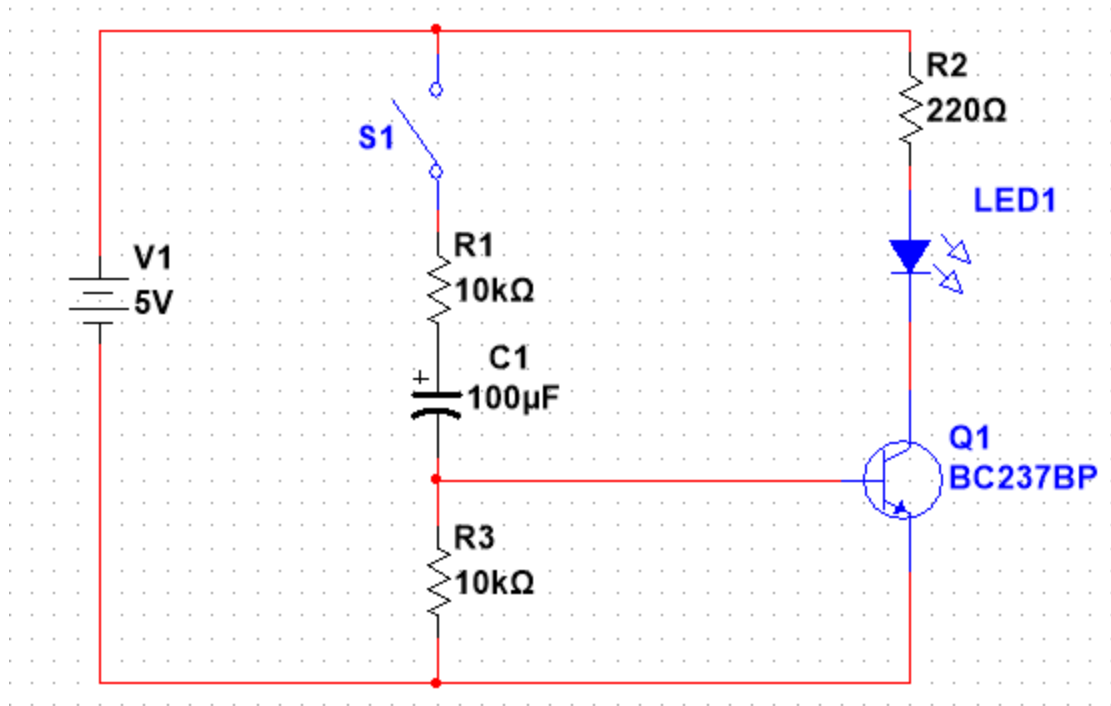
$$I(200ms) = 0,6mA$$

olarak bulunur.

### Kondansatör ile Zamanlayıcı Devreleri

Kondansatörlerin şarj, deşarj özelliği kullanarak, bir devrede belirli zaman içerisinde açma veya kesime götürme işlemleri yapılabilir.

Aşağıdaki devrede S1 anahtarı kapatıldığında C1 kondansatörü şarj olmaya başlar. Kondansatör üzerindeki şarj gerilimi 4,3V üzerine çıktığında transistör kesime gider ve led söner. Kondansatör tam şarj durumunda açık devredir. Üzerinden akım geçmez. Transistör kesime gittiğinde kondansatör 4,3 üzeri şarj olduğunda S1 anahtarını açıp kapattığımızda dahi artık transistör iletme geçemeyecektir. Transistörü tekrar iletme geçirmek için Kondansatör üzerindeki elektriği boşaltmamız gerekir. Bu devrede Kondansatörün 4,3V'a gelen kadar yani transistörü kesime götürdüğü anın hesabını bulalım.



T zaman sabiti için;

$$T = R_1 \times C1$$

$$T = 10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$T = 1$$

olarak bulunur.

$$V(t) = V1 - V_1 \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$4,3 = 5 - 5 \times e^{\frac{-t}{1}}$$

$$-0,7 = -5 \times e^{\frac{-t}{1}}$$

$$\ln\left(\frac{0,7}{5}\right) = \ln(e^{\frac{-t}{1}})$$

$$-1,96 = \frac{-t}{1}$$

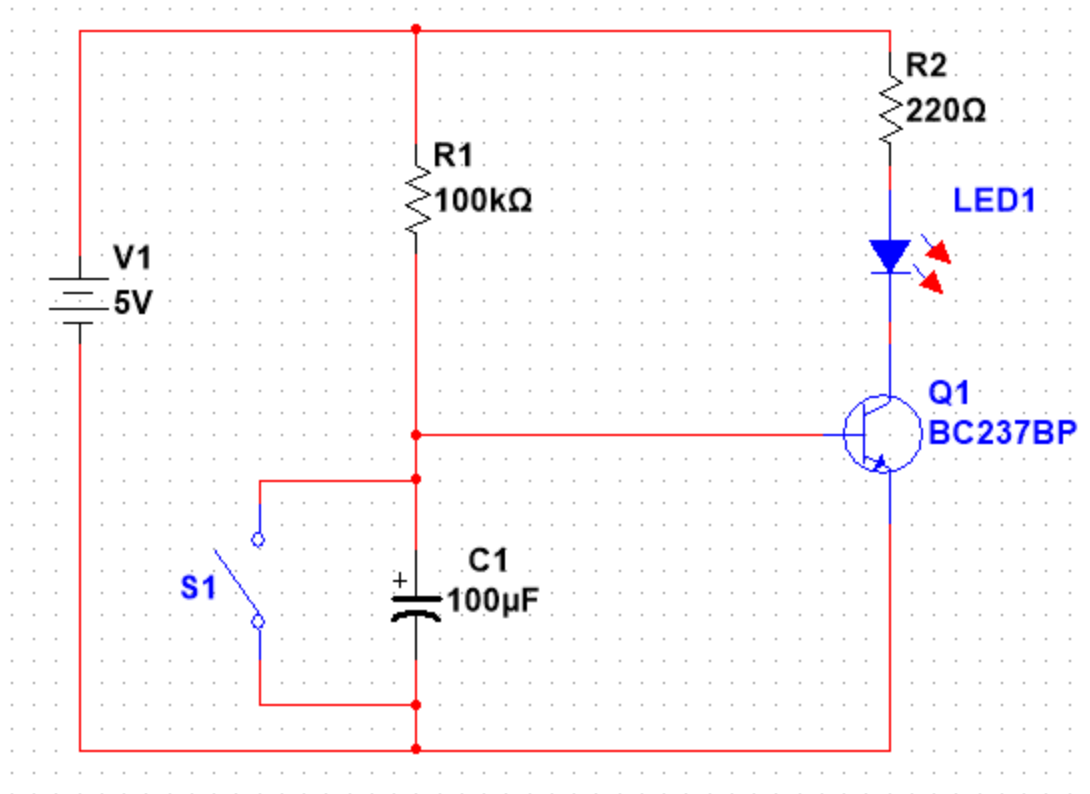
**$t = 1,96s$**  >> süre içerisinde kondansatör 4,3V'a şarj olur. Böylelikle transistör kesime gider, Led söner.

#### Turn On devresi

Aşağıdaki devrede S1 anahtarı açık, kondansatör, 0,7V'a şarj olduktan sonra transistörün beyz ucuna 0.7V üzeri gerilim düştüğü için Collector'e bağlı bulunan led yanacaktır. S1 anahtarına basıldığında, elektrik akımı anahtar üzerinden devresini tamamladığı için transistör kesime geçip led sönecektir.

Burada transistör 0,7V'tan sonra iletme geçeceğinden Beyz Emiteer arası gerilim 0,7V olacaktır. Bu gerilim aynı zamanda kondansatörün şarj olma gerilimidir. Kondansatör, 0,7V'a şarj olduktan sonra kesime geçecektir.

S1 anahtarı kapatılıp, açık hale geldiğinde kondansatörün şarj olma süresini hesaplayalım;



Kondansatörün tamamen şarj olma süresi için kullanılacak formül;

T zaman sabiti için;

$$T = R_1 \times C_1$$

$$T = 100 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$T = 10$$

olarak bulunur.

$$V(t) = V_1 - V_1 \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$0,7 = 5 - 5 \times e^{\frac{-t}{10}}$$

$$-4,3 = -5 \times e^{\frac{-t}{10}}$$

$$\ln\left(\frac{4,3}{5}\right) = \ln\left(e^{\frac{-t}{10}}\right)$$

$$-0,150 = \frac{-t}{10}$$

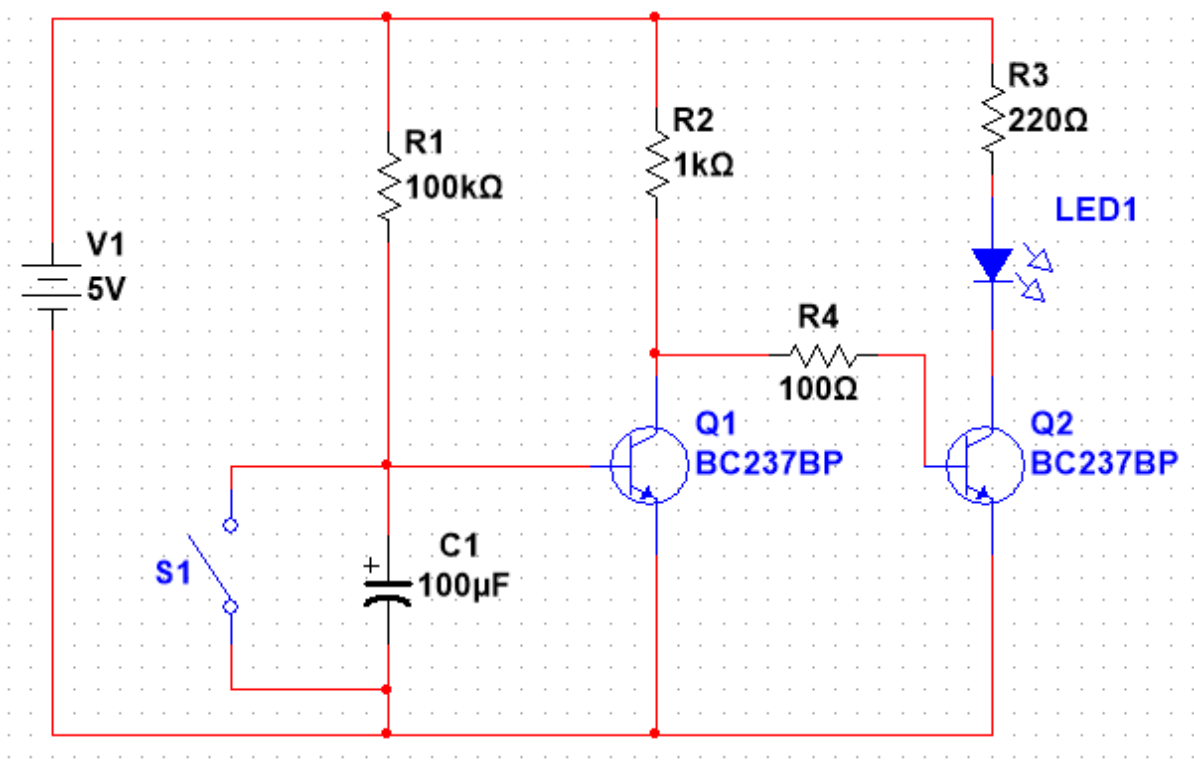
$t = 1,5s$  >> süre içerisinde kondansatör 0,7'a şarj olur.

Anahtarı kapalı yapıp sonra açık konuma getirdikten, 1,5 saniye sonra transistör iletime geçip bağlı bulunan led'i yakacaktır.

#### Turn Off Devresi

Aşağıdaki devrede S1 anahtarı açık, kondansatör, 0,7V'a şarj olduktan sonra Q1 transistörün beyz ucuna 0.7V üzeri gerilim düştüğü için Collector'e bağlı, Q2 transistörün Beyz ucu, GND'ye çekileceğinden, led sönecektir. S1 anahtarına basıldığında, Q1 transistörü kesime geçtiğinden, Q2 transistörün Beyz ucu, R2 direnci üzerinden, Q2 transistörü iletime geçirip led yanacaktır.

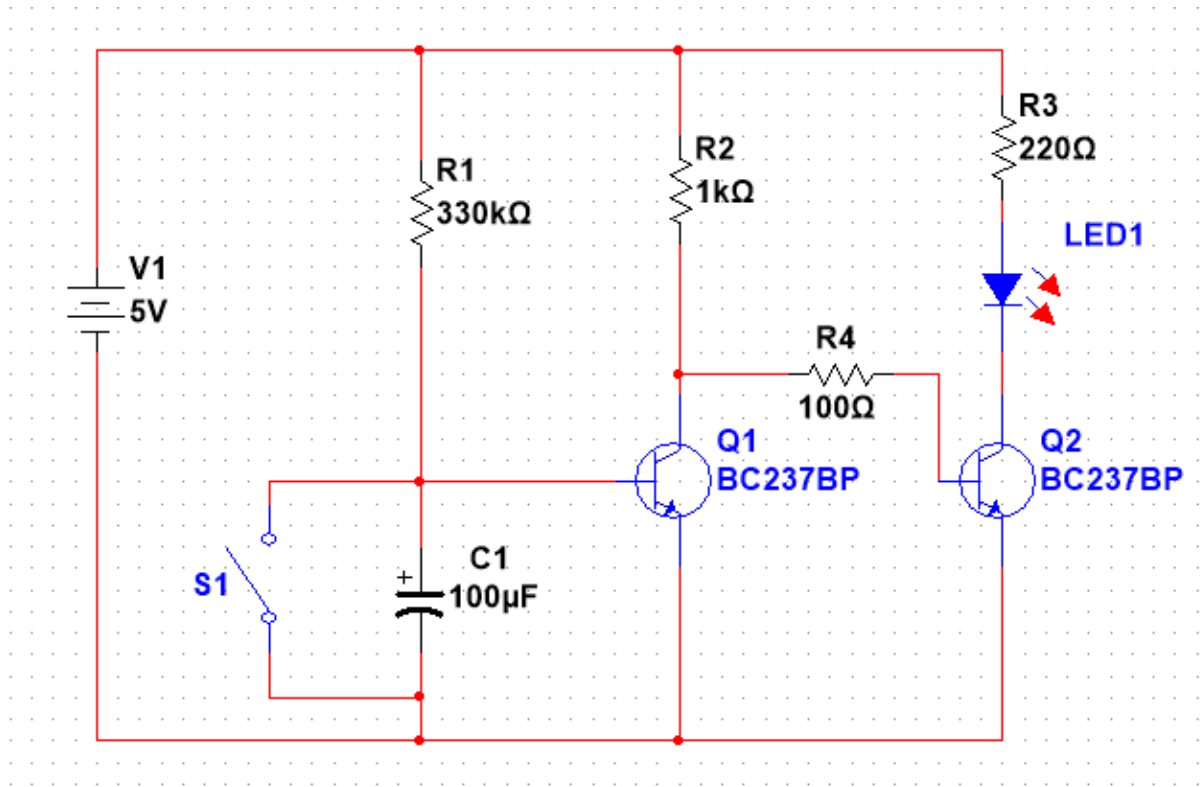
Kondansatör şarj olma süresi Turn On devresi ile aynıdır.



**Not:**

Transistörün, Beyz ucuna bağlı direnç azalırsa, Collector Emiteer arasındaki akım kazancı artar. Akım kazancı Beyz ucuna bağlı dirençle ters orantılıdır. BJT tipi transistörlerde akım kontrolü bu şekilde yapılır.

Devremizde R1 direncin değerini arttırsak Kondansatör geç şarj olacağından Led daha uzun süre yanacaktır. Örneğin R1 direnci aşağıdaki devrede olduğu gibi 330k yapılırsa, led diyodun açık kalma süresini hesaplayalım;



T zaman sabiti için;

$$T = R_1 \times C1$$

$$T = 330 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$T = 33$$

olarak bulunur.

$$V(t) = V1 - V_1 \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$0,7 = 5 - 5 \times e^{\frac{-t}{33}}$$

$$-4,3 = -5 \times e^{\frac{-t}{33}}$$

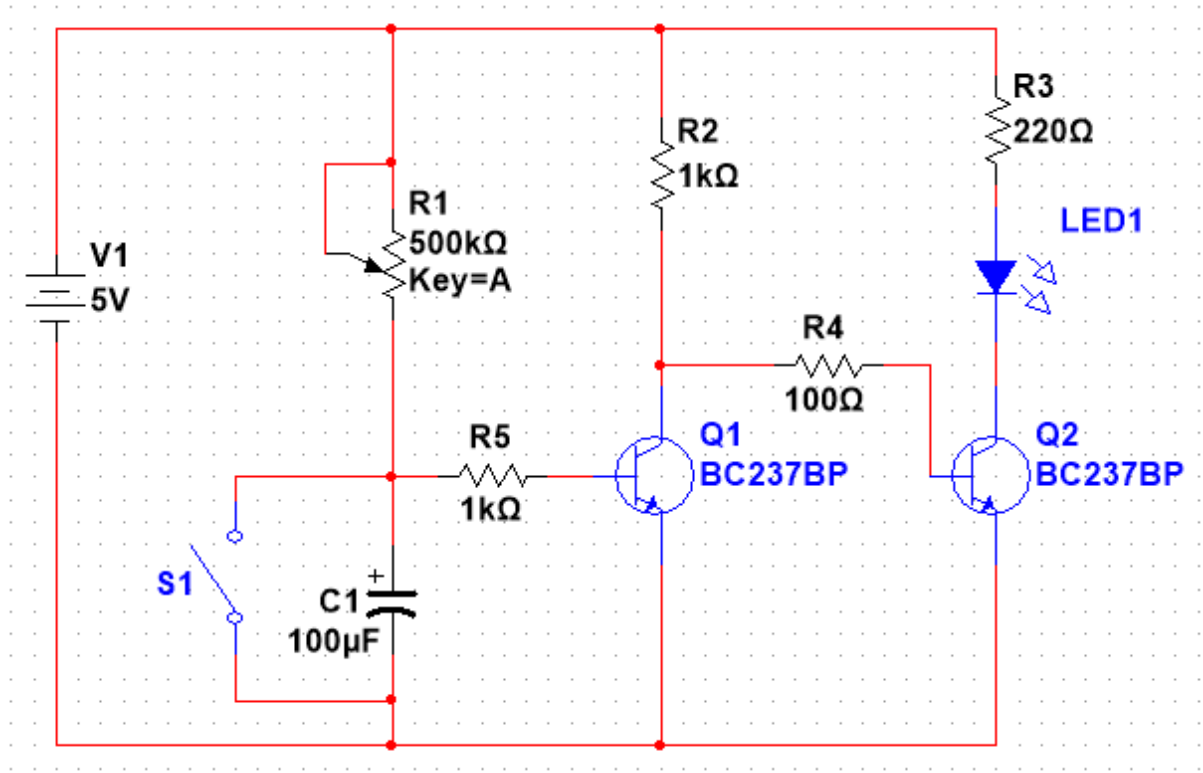
$$\ln\left(\frac{4,3}{5}\right) = \ln\left(e^{\frac{-t}{33}}\right)$$

$$-0,150 = \frac{-t}{33}$$

$t = 4,95s \gg$  süre içerisinde kondansatör 0,7'a şarj olur. Led 4,95 saniye boyunca yanacaktır.



R1 direnci yerine aşağıdaki devrede olduğu gibi 500K'lık potansiyometre bağlandığında şarj ve deşarj süreleri ayarlanabilir;

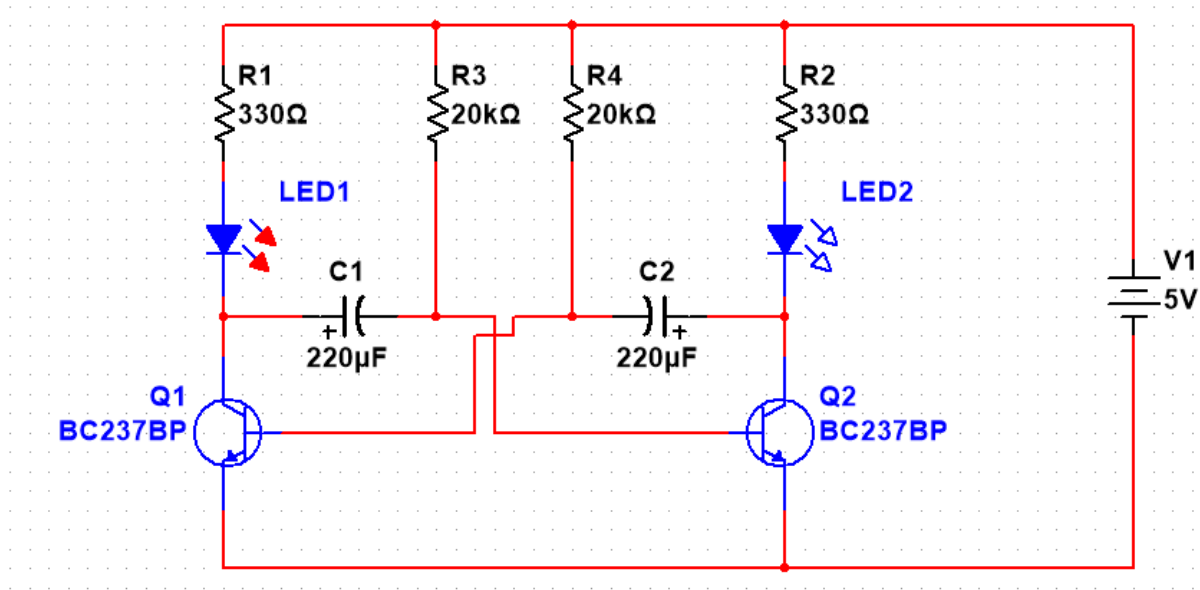


**Not:**

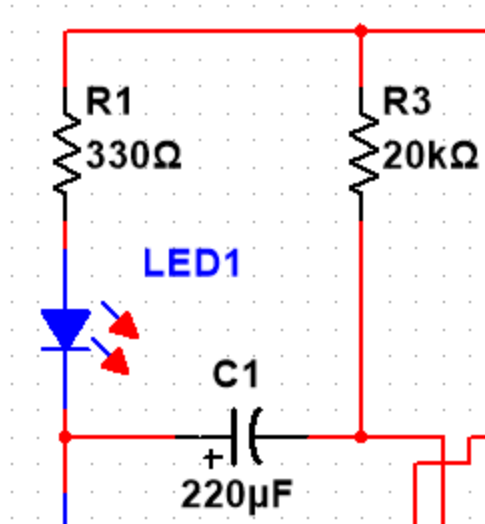
R4 direncinin devreye bağlanmasının sebebi, Q1 transistörü iletime geçtiğinde bütün yükün Q1 transistörün Collector ile Emiter arasından geçmesi içindir. Elektrik her zaman direnci en az olan yolu tercih eder.

## Flip Flop Devresi

Belirli aralıklarla genelde 2 led'in durumunu, 1. Transistörün ilettime geçmesi durumunda 2. Transistörün kesime gitmesi mantığına göre çalışır.



Yukarıdaki devrede Q2 transistörü iletimde olduğunda C1 kondansatörü şarj olmaya başlar. Devrede sarı Led kullandığımızı varsayarsak, 1,8V bu Led'in üzerine düşer. Q2 transistörü iletimde olduğu için gerilimin 0,7V'u burada harcanır geri kalan 4,3V ise R3 direnci üzerine düşer. R3 üzerine düşen volt ile paralel bağlı bulunan bu bölgede;



R1, Led ve Kondansatörün toplamına da **4,3V** düşer. Devrede sarı led kullandığımızı varsayarsak bunun üzerine **1,8V** düşer. Geri kalan **2,5V** kondansatör üzerindeki toplam şarj gerilimidir. Her iki kolda durum aynıdır. R3 direncin değerine göre kondansatörün şarj ve deşarj süreleri değişir. R3 direncini arttırırsak C1 kondansatörün şarj süresi uzayacağından, Q2 transistörünün kesime götürme eşik değerine geç ulaşacaktır. C1 kondansatörü şarj olduğunda Transistörüne beyzine eksi gerilim uygulayacağından eşik değer -0,7V ve üzerinde çıktığında Transistörün beyzine eksi gerilim akmaya başlayacaktır. Buradan yola çıkarak;

T zaman sabiti için;

$$T = (R_1 + \text{Led iç direnç} + R_3) \times C1$$

Led iç direnç hesabı için, kullandığımız led diyot, 1,8V 20mA akım çekmektedir.  $V = I \times R$  formülünden led iç direnç;

$$1,8 = 20 \times 10^{-3} \times R \gg R = 180 \text{ ohm} \text{ olarak bulunur.}$$

$$T = (330 + 180 + 20000) \times 220 \times 10^{-6}$$

$$T = 4,512$$

$$V(t) = V_1 - V_{yük} \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$2,5 = 5 - 4,3 \times e^{\frac{-t}{4,512}}$$

$$-2,5 = -4,3 \times e^{\frac{-t}{4,512}}$$

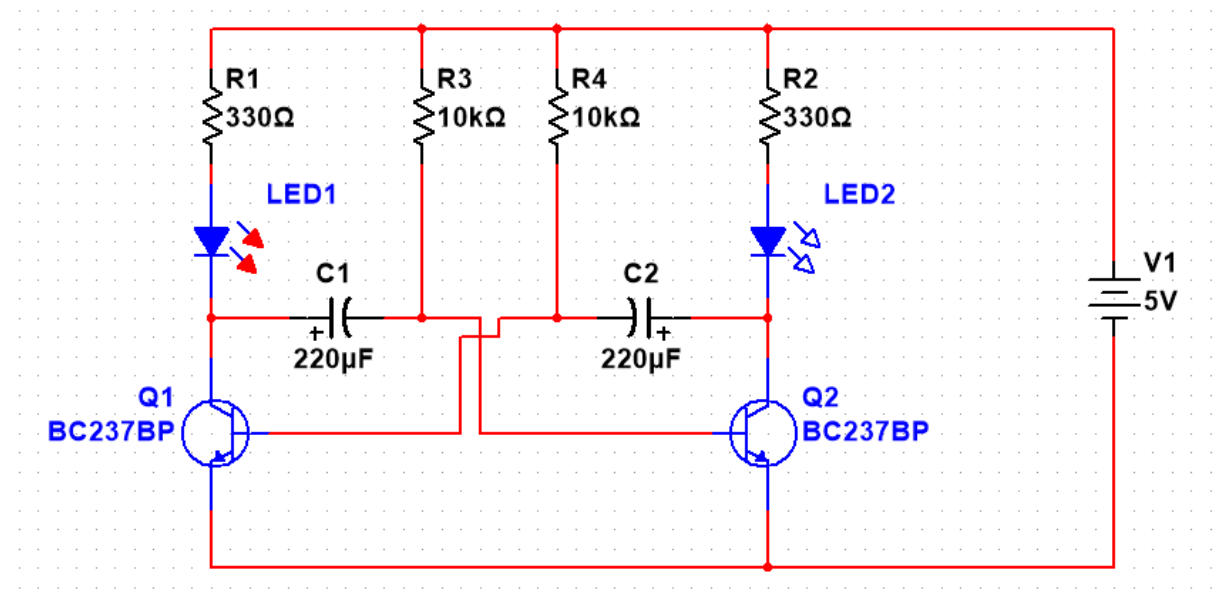
$$\ln\left(\frac{2,5}{4,3}\right) = \ln\left(e^{\frac{-t}{4,512}}\right)$$

$$-0,542 = \frac{-t}{4,512}$$

$t = 2,44s \gg$  süre sonra, Q2 transistörü kesime, Q1 transistörü ilettime geçer. Her iki transistörde de aynı sonuç çıkar.

Sonuç olarak Q1 ve Q2 transistörü 2,44s saniye boyunca dönüşümlü olarak çalışır.

Devremizde R3 ve R4 dirençleri aşağıdaki gibi 10K yaptığımızda transistörlerin iletimde ve olduğu süreleri bulalım;



T zaman sabiti için;

$$T = (R_1 + \text{Led iç direnç} + R_3) \times C1$$

Led iç direnç hesabı için, kullandığımız led diyot, 1,8V 20mA akım çekmektedir.  $V = I \times R$  formülünden led iç direnç;

$$1,8 = 20 \times 10^{-3} \times R \gg R = 180 \text{ohm} \text{ olarak bulunur.}$$

$$T = (330 + 180 + 10000) \times 220 \times 10^{-6}$$

$$T = 2,312$$

$$V(t) = V_1 - V_{yük} \times e^{\frac{-t}{T}}$$

$$2,5 = 5 - 4,3 \times e^{\frac{-t}{2,312}}$$

$$-2,5 = -4,3 \times e^{\frac{-t}{2,312}}$$

$$\ln\left(\frac{2,5}{4,3}\right) = \ln\left(e^{\frac{-t}{2,312}}\right)$$

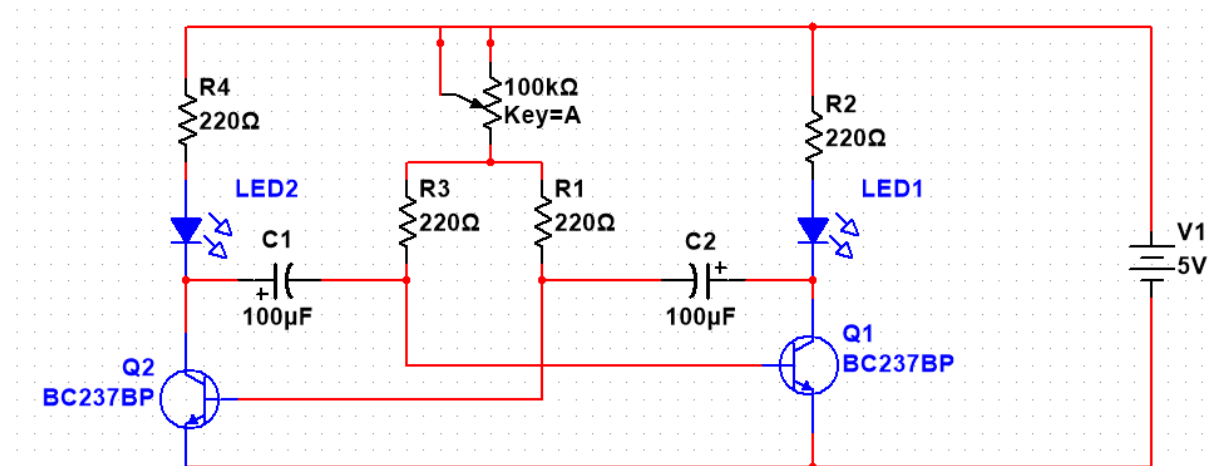
$$-0,542 = \frac{-t}{2,312}$$

$t = 1,25s \gg$  süre sonra, Q2 transistörü kesime, Q1 transistörü ilettime geçer. Her iki transistörde de aynı sonuç çıkar.

Sonuç olarak Q1 ve Q2 transistörü 1,25 saniye boyunca dönüşümlü olarak çalışır.

### Zamanı Ayarlanabilen Flip Flop Devresi

Zaman ayarlı flip flop devresinde, Beyz akımını ve kondansatör şarj süresini belirleyen dirençlerin yerine potansiyometre kullanarak, kondansatörün şarj ve deşarj sürelerini değiştirebiliriz. Böylelikle zamanı, potansiyometre yardımı ile kontrol edebiliriz.

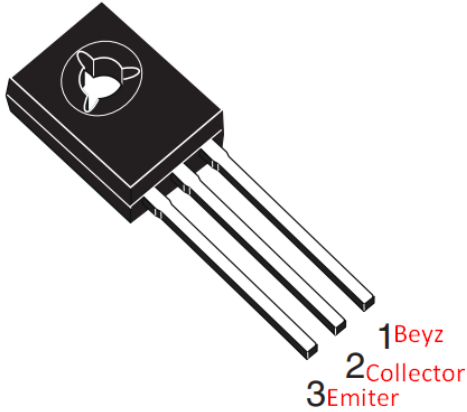


## Zaman Ayarlı Motor Kontrol Devresi

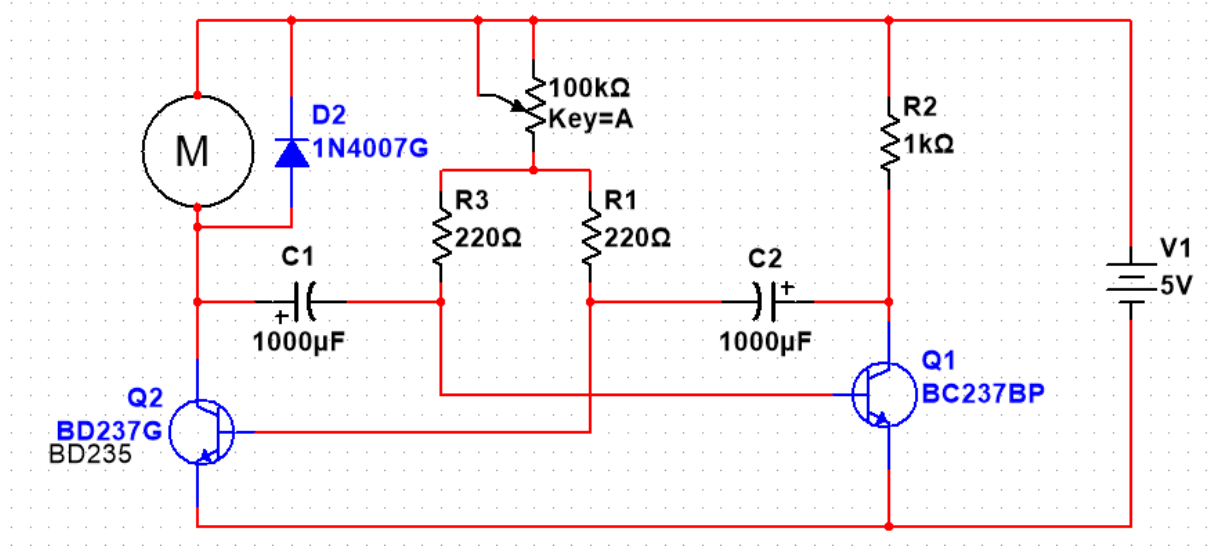
Zaman ayarlı flip flop devresinde, Led diyodun yerine, Dc Motor bağlayarak ne kadar süre açık ve kapalı kalacağını kontrol edebiliriz. Burada bağlayacağınız Dc Motorun ne kadar akım çektiği önemlidir. Flip Flop devresinde led için kullanmış olduğumuz Bc 237 yerine, Ic akımı 2 amper olan BD235 güç transistörünü tercih ettik. Max. 2 ampere kadar akım çeken motor kullanılabilir.

### BD235 Teknik Özellikleri<sup>4</sup>

Symbol	Parameter	Value		Unit
		BD235	BD237	
$V_{CBO}$	Collector-base voltage ( $I_E = 0$ )	60	100	V
$V_{CER}$	Collector-emitter voltage ( $R_{BE} = 1\text{ k}\Omega$ )	60	100	V
$V_{CEO}$	Collector-emitter voltage ( $I_B = 0$ )	60	80	V
$V_{EBO}$	Emitter-base voltage ( $I_C = 0$ )	5		V
$I_C$	Collector current	2		A
$I_{CM}$	Collector peak current ( $t_p < \text{ms}$ )	6		A
$P_{TOT}$	Total dissipation at $T_{case} = 25^\circ\text{C}$	25		W
$T_{stg}$	Storage temperature	-65 to 150		$^\circ\text{C}$
$T_J$	Max. operating junction temperature	150		$^\circ\text{C}$



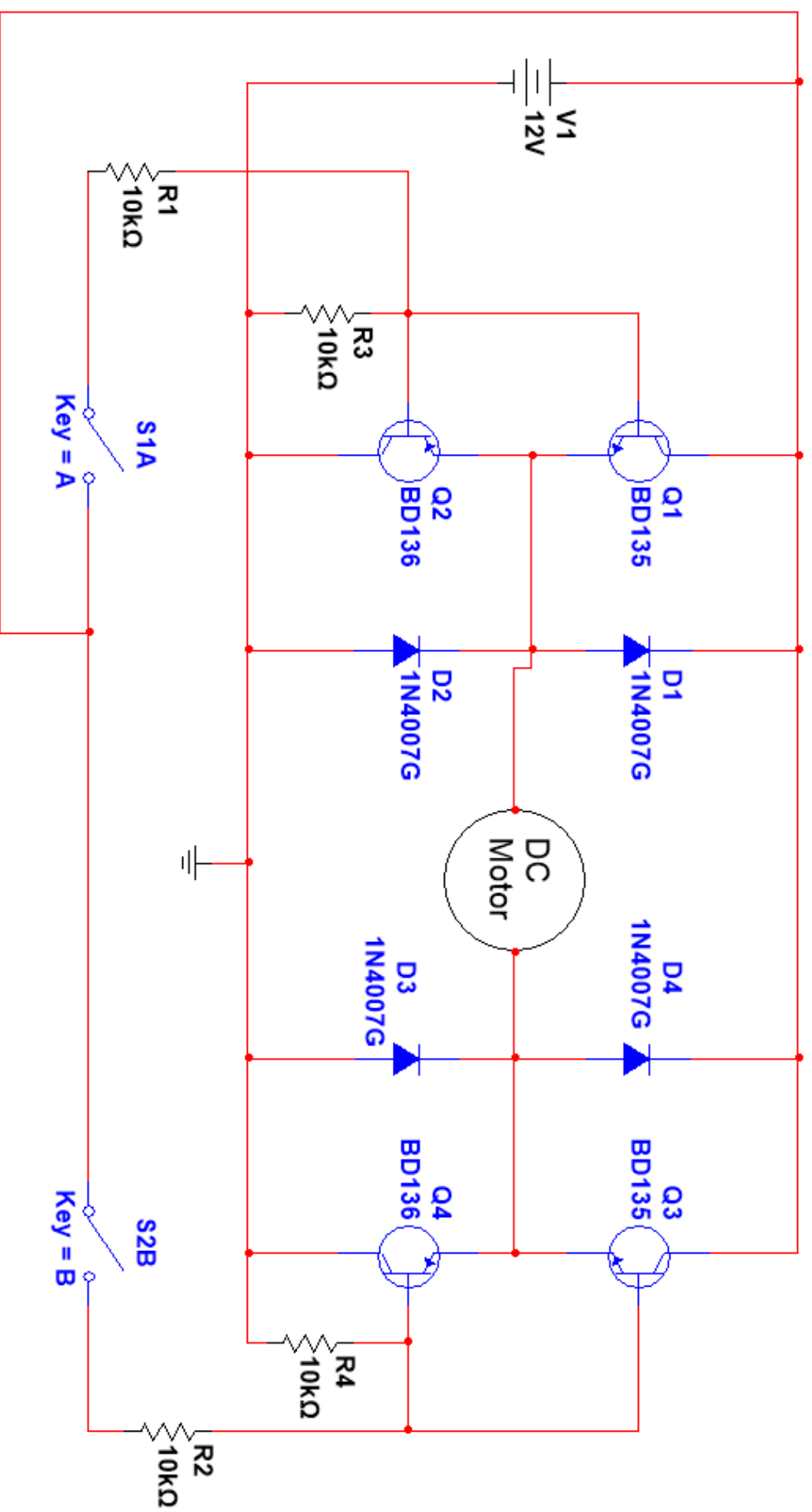
<sup>4</sup> <https://datasheet.octopart.com/BD235-STMicroelectronics-datasheet-12528056.pdf>



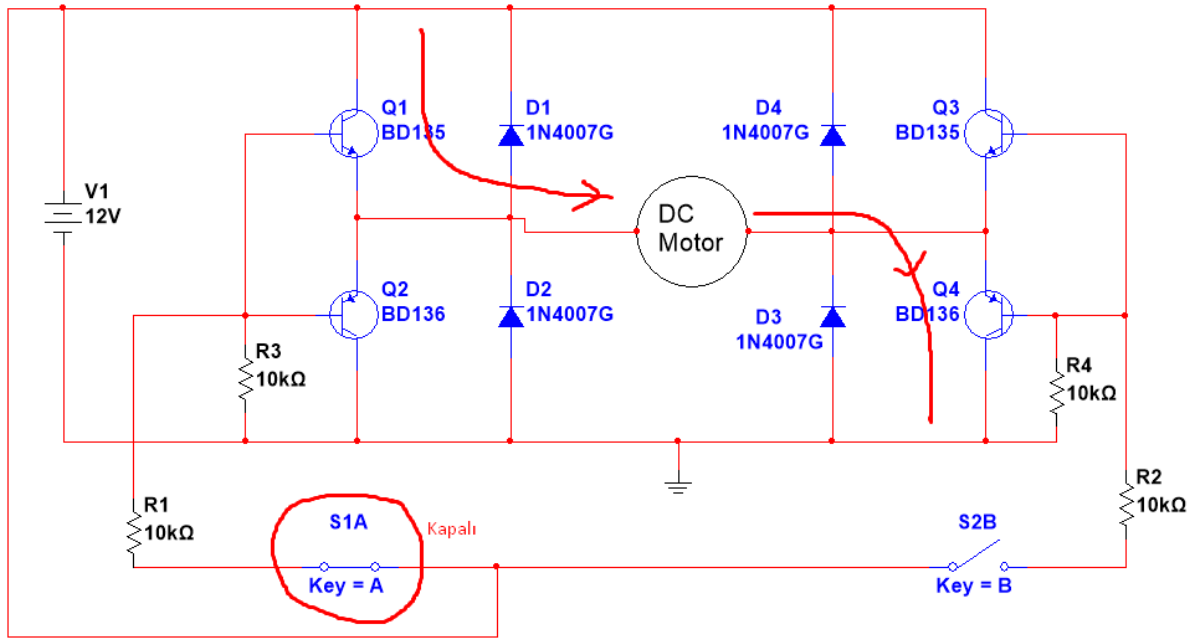
### DC Motor ileri Geri Çalıştırma

Dc bir motoru ileri veya geri çevirmek için NPN ve PNP tipi transistör kullanarak motora uygulanacak gerilimin yönü değiştirilerek motor istenen yönde hareket edilmiş olur. Aşağıdaki şekilde DC motor, ileri veya geri anahtarlarına basıldığında sürekli olarak dönmektedir. DC motoru ters döndürmek için anahtarlar açık hale getirilip, 500ms kadar bekledikten sonra diğer yöne çevrilmek istenen anahtara basılır.

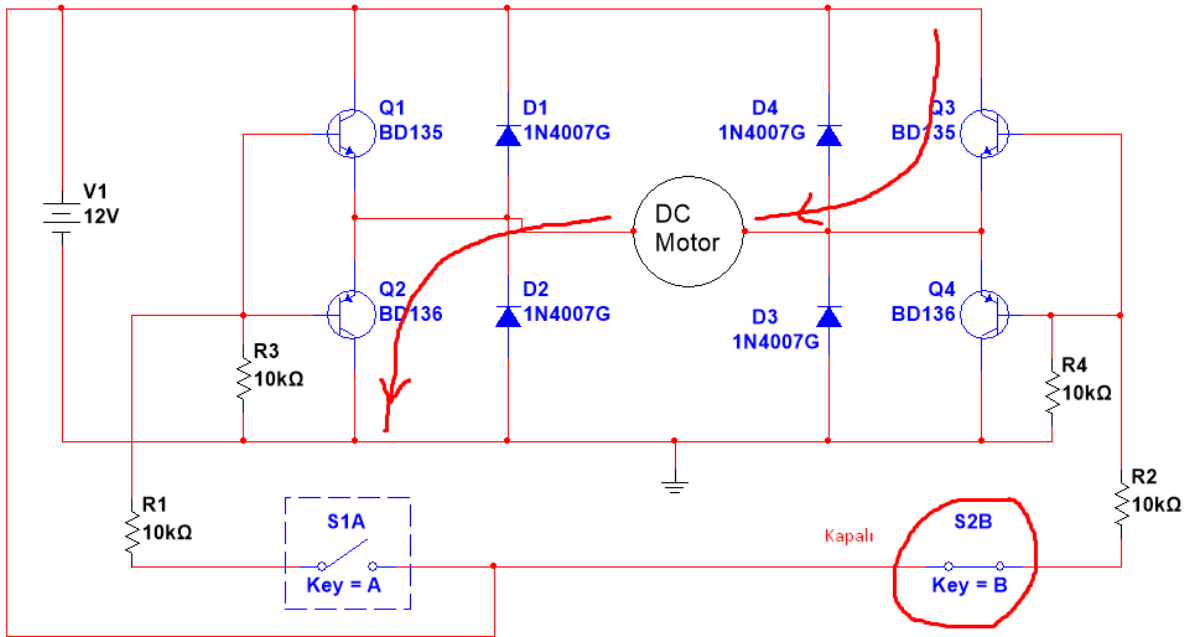
Bu devremizde motor çalıştığında ters EMK(Elektro Motor Kuvvet) oluştuğundan dolayı transistörlerin zarar görmemesi için motora ters yönde diyot bağlanarak, oluşan ters EMK yok edilir ve böylelikle transistörler korunmuş olur.



S1 anahtarı kapalı olduğunda, Q1 ve Q4 transistörleri iletime geçip motor ileri doğru hareket eder.



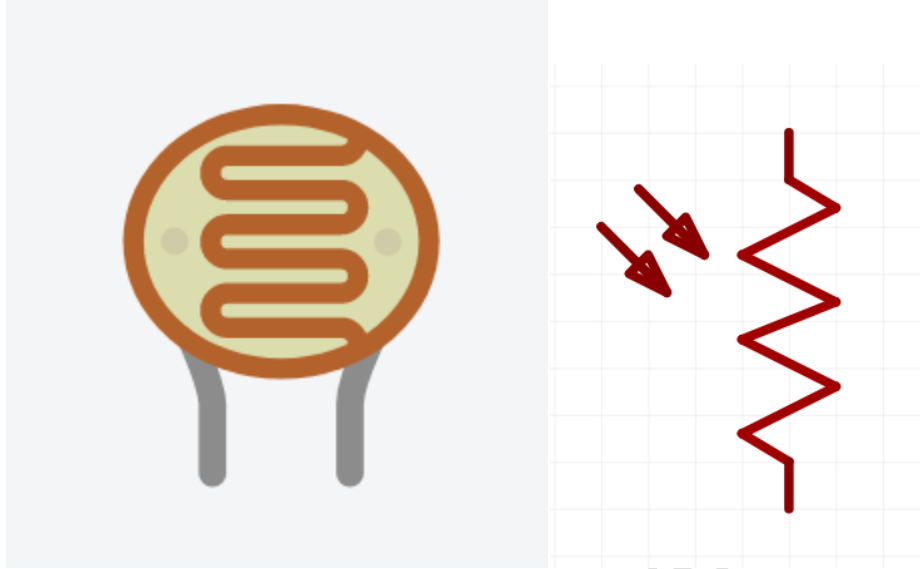
S2 anahtarı kapalı olduğunda, Q3 ve Q2 transistörleri iletime geçip motor ileri doğru hareket eder.





### LDR(Light Dependent Resistor)

Ldr, ışığa bağı olarak değeri değışen bir foto dirençtir. Ldr'nin üzerine düşen ışık şiddeti arttıkça direnç değeri azalır, ışık şiddeti azaldıkça direnç değeri artar.



### LDR uygulaması

Ortamın ışık şiddetine göre, bir adet BC237 transistör yardımı ile karanlık olduğunda led diyodu yakan, aydınlık olduğunda led diyodu kapatan devremizi yapalım.

