

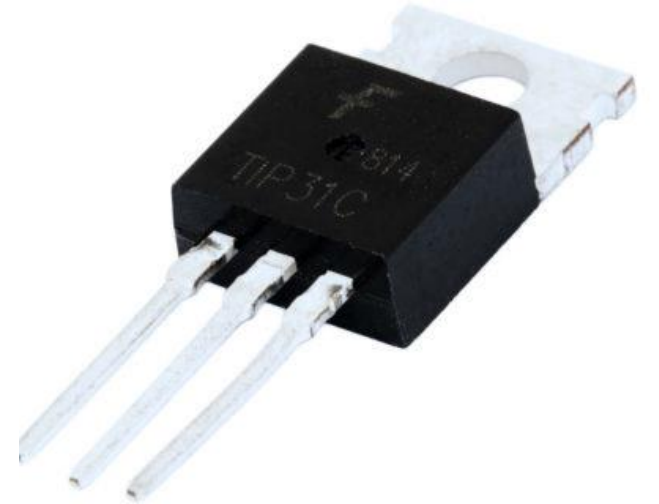
TRANSISTÖR

Transistör Tanımı

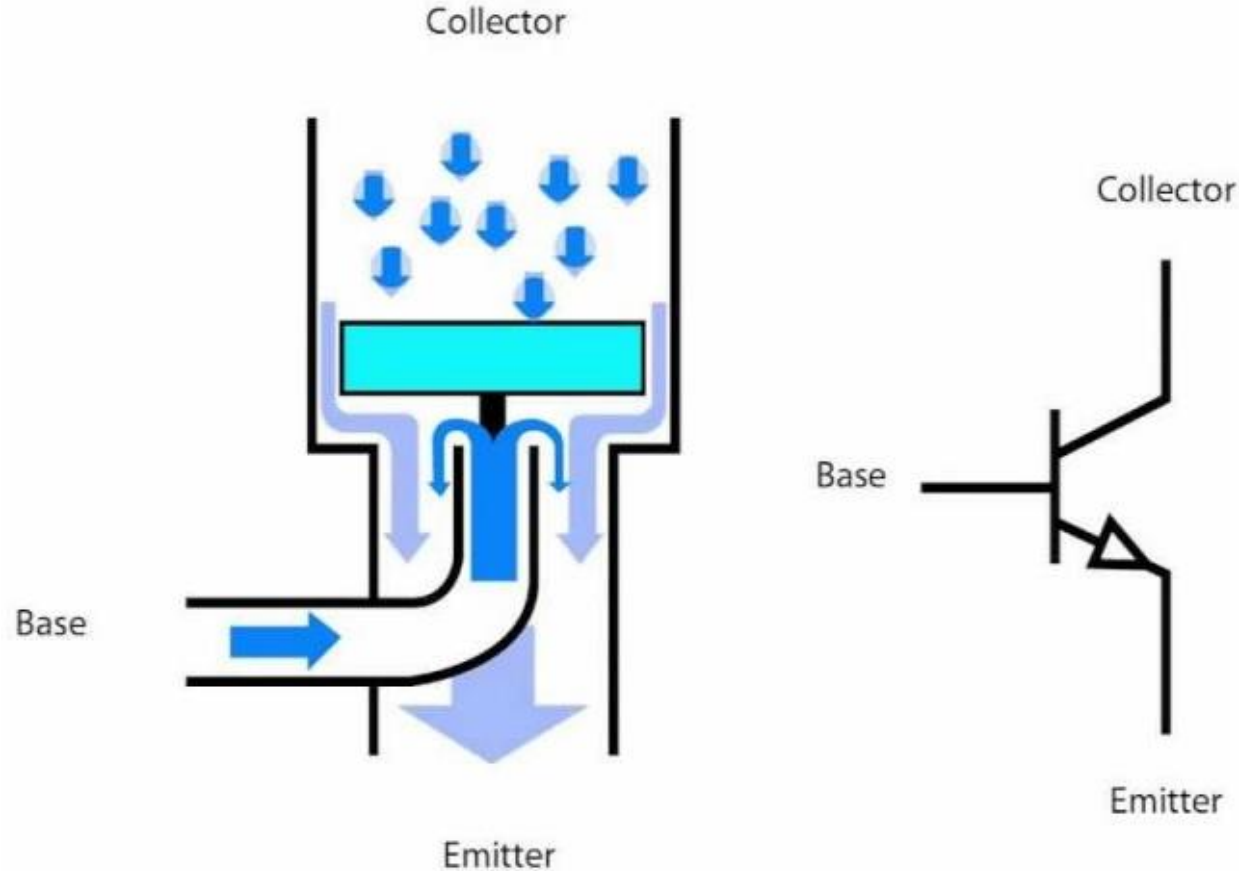
- Transistör, küçük bir değerdeki gerilim veya akımla, büyük miktarda akımı veya gerilimi kontrol etmek için kullanılan yarı iletken bir devre elemanıdır.
- Transistörler, bu özellikleri sayesinde elektronik cihazlarda elektrik sinyallerinin gücünü yükseltmek veya değiştirmek için kullanılırlar.
- Transistörler, akımın diğer devre elemanları tarafından belirlendiği, elektriksel olarak kontrol edilen bir anahtar olarak devredeki akımı açmak veya kapatmak için kullanılabilir.

Transistör Tanımı

- *Küçük elektrik sinyalleri yükseltmek veya anahtarlamak amacıyla kullanabileceğimiz bir **yarı-iletken** devre elemanıdır.*

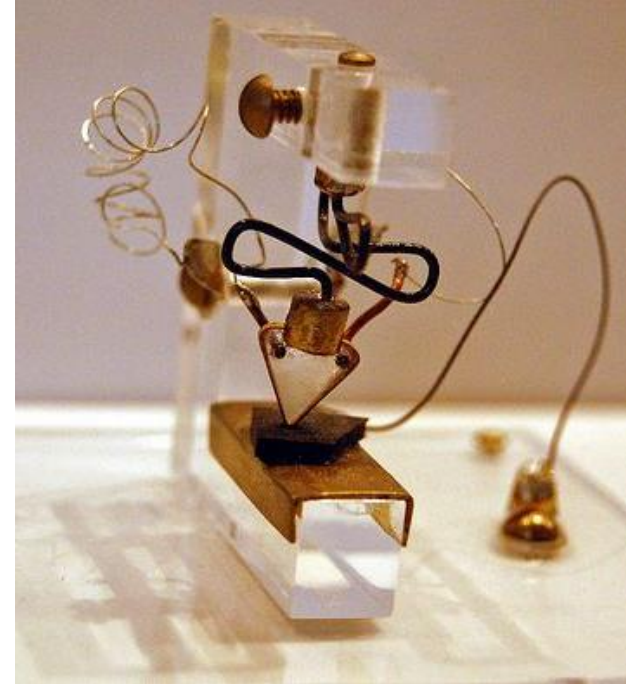


- Üç bacağı bulunan transistörün bacaklarından birisine(Base) uygulanan elektrik sinyali ile diğer bacakları(Kollektör-Emiter) arasındaki elektrik akımını kontrol edebiliriz.



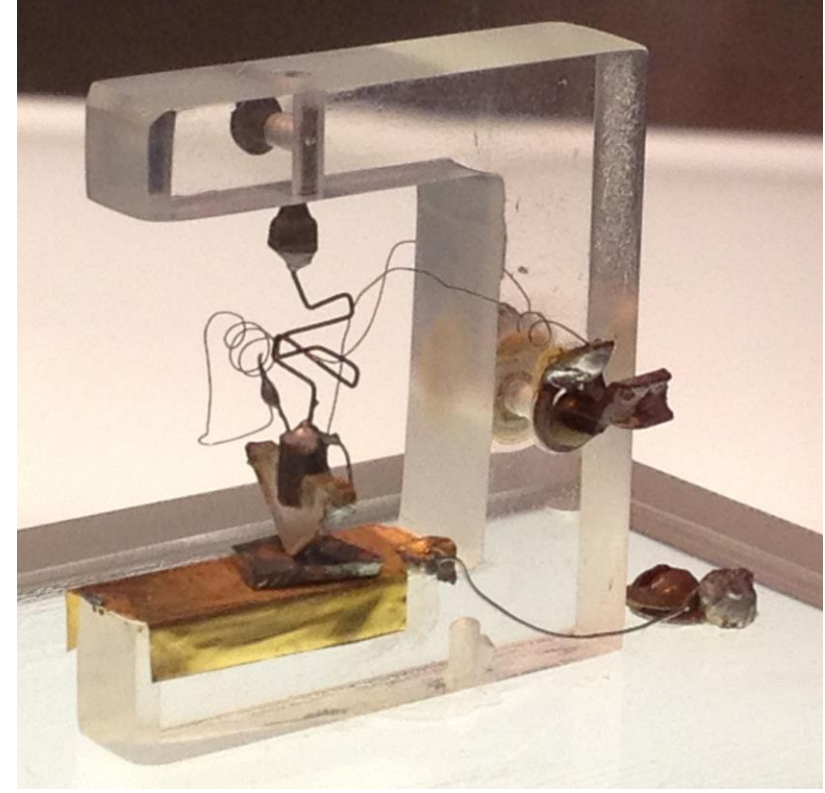
Transistör Öncesi– Elektron Lamba

- *Transistörler geliştirilmeden önce vakumlu (elektron) tüpler elektronik cihazlardaki ana aktif bileşenler olarak kullanılmaktaydı.*
- *Transistörlerin, vakumlu tüplere kıyasla birkaç avantajına örnek verecek olursak;*
 - *Devre elemanının boyutunun ve ağırlığının oldukça küçülmesi,*
 - *Birden çok transistörün bir entegre içinde üretilebilmesi,*
 - *Düşük çalışma gerilimine sahip olması,*
 - *Düşük enerji tüketimine sahip olması,*
 - *Mekanik şoka ve titreşime karşı daha düşük hassasiyete sahip olması.*



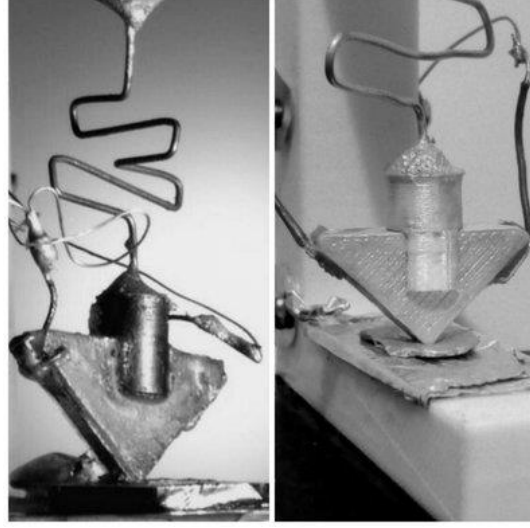
Çalışan ilk transistör prototipi.

- 23 Haziran 1947 tarihinde elektronik endüstrisi gelişme yolunda en büyük adımı attı.
- Bu tarihte Bell laboratuvarlarında Walter H. Brattain ve John Bardeen tarafından nokta temaslı ilk transistör tanıtıldı.
- Yükselteç olarak başarıyla denendi. Bulunan bu yeni elemanın elektron lambalarına göre birçok üstünlüğü vardı.



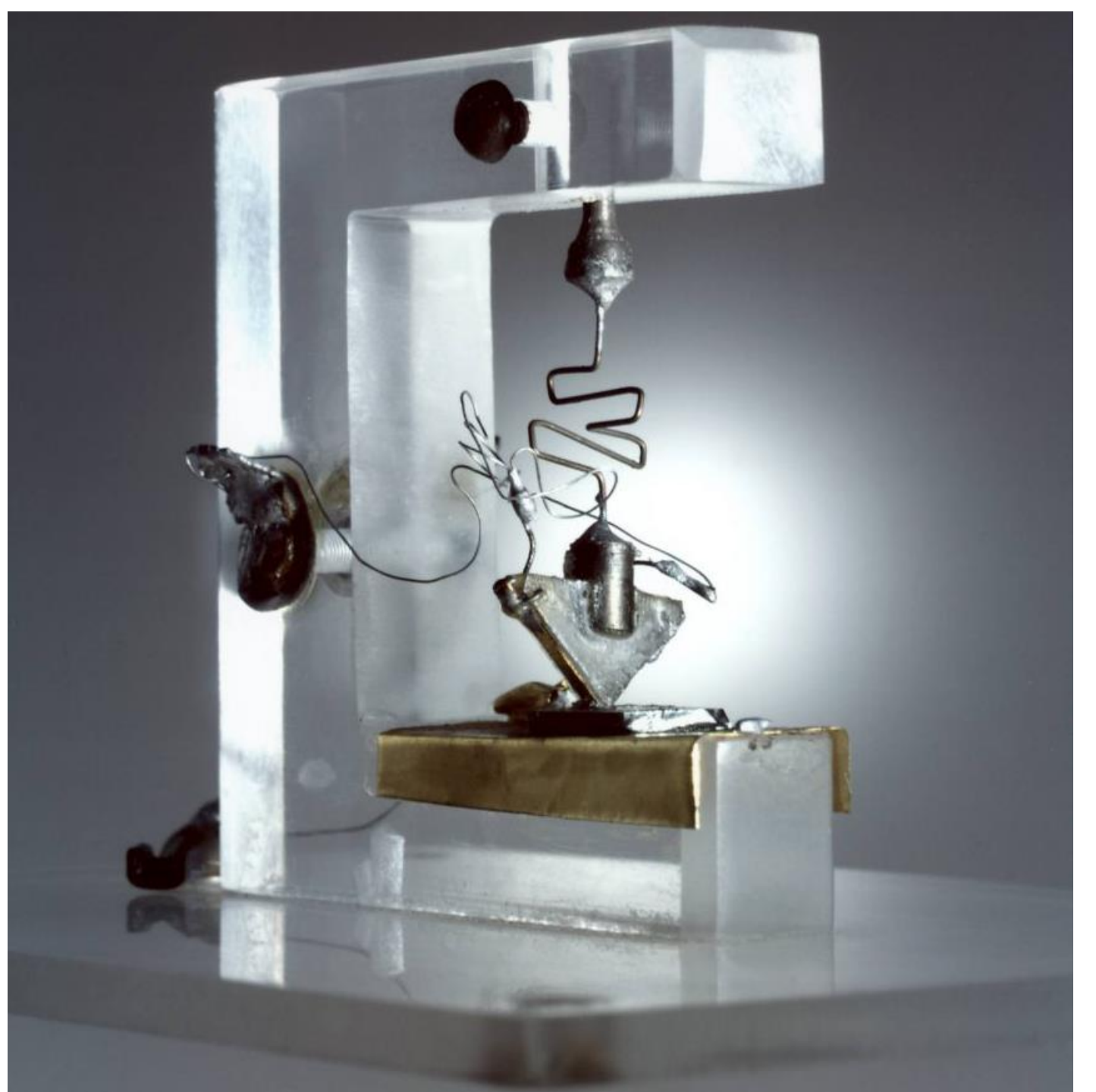
- *Bu transistörün esası, germanyum bir parça üzerine iki madeni ucun çok yakın şekilde bağlanmasından ibaretti.*

- *Kolay tahrip olması ve fazla dip gürültüsü olması sebebiyle çok tutulmamıştır.*



- *1949'da William Shockley tarafından geliştirilen "Jonksiyon Transistör" ise 1953'ten itibaren elektroniğin çeşitli alanlarında deneysel maksatlarla, 1956'dan itibaren ise her alanda seri olarak kullanılmaya başlanmıştır.*

- *Çalışan ilk transistör prototipi.*



Transistörün İcadından Sonraki Süreç

- *1952'de ilk transistörlü radyo alıcısı piyasaya sürüldü.*
- *1954'te transistörün seri üretimi için oksit maskeleme tekniği geliştirildi.*
- *1956'da elekroniğin bu temel yapı taşıını icat eden William Shockley, John Bardeen ve Walter Brattain Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldüler.*
- *1958'de günümüz mikroçiplerinin atası sayılan ilk entegre devre duyuruldu.*
- *Shockley'in 1950-1960'larda yeni bir transistör tasarımıını ticarileştirme girişimleri Kaliforniya'daki **Silikon Vadisi**'nin, elektronik yeniliklerin yuvası haline gelmesine yol açmıştır.*

- *Günümüzde transistörler mikron teknolojisi ile üretilebilir hale gelmiş ve tüm-devrelerin (entegre=chip=lc's) içinde kullanılmaya başlanmıştır. Kullandığımız bilgisayarların işlemcileri modeline göre 3 ila 100 milyon adet transistör içerebilmektedir.*

Transistörün Yapısı

- *Transistörler, katı-hal "solid-state" devre elemanlarıdır.*
- *Transistör yapımında silisyum, germanyum ya da uygun yarıiletken karışımlar kullanılmaktadır*

Transistör Çeşitleri ve Yapıları

- *Transistörün yapımında kullanılan maddelerin sayısı ve yapım tekniğine göre;*
 - a) Bipolar transistörler (BJT)*
 - b) Foto transistörler ,*
 - c) Unijonksiyon transistörler (UJT),*
 - d) Alan etkili transistörler (FET), Birleşim Alan Etkili Transistör (JFET)*
 - e) Metal oksit yarı iletken alan etkili transistörler(Metal-oxide semiconductor field efect transistor) (MOSFET)*

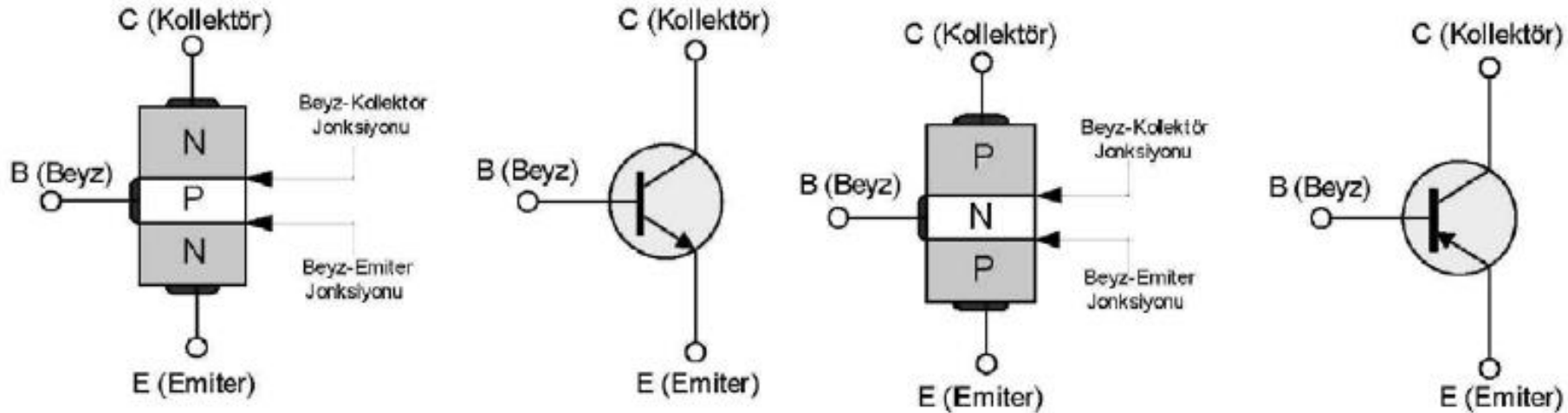
Bipolar transistörler (BJT)

- *Bipolar Transistörler **NPN ve PNP** olmak üzere iki temel yapıda üretilirler.*
- ***Bipolar Jonksiyon Transistör (BJT)** elektronik endüstrisinin en temel yarıiletken devre elemanlarındanandır.*
- ***BJT; anlam olarak “Çift kutuplu yüzey birleşimli transistör” ifadesini ortaya çıkarır. BJT içinde hem çoğunluk taşıyıcıları, hem de azınlık taşıyıcıları görev yapar. Bundan dolayı bipolar (çift kutuplu) sözcüğü kullanılır.***
- *Transistör ilk icat edildiğinde yarı iletken maddeler birbirlerine nokta temaslı olarak monte edilirlerdi. Bu nedenle onlara "Nokta Temaslı Transistör" denirdi.*

- ▶ *Günümüzde transistorler, yapım itibari ile bir tost görünümündedir.*
- ▶ *Transistör imalatında kullanılan yarı iletkenler, birbirlerine yüzey birleşimli olarak üretilmektedir.*
- ▶ *Bu nedenle “Bipolar Jonksiyon Transistör” olarak adlandırılırlar.*
- ▶ *Bu şekildeki yarı-iletken maddelerden oluşturulan yapıya **bipolar junction transistor (çift birleşim yüzeyli transistör)** ya da kısaca **BJT** denir*

BJT Transistörün Yapısı

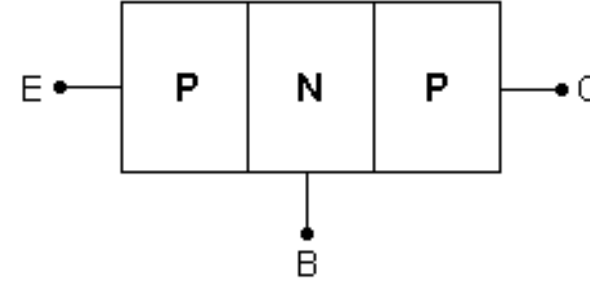
- Transistörün her bir terminale işlevlerinden ötürü; Emiter (**Emiter**), Beyz (**Base**) ve Kollektör (**Collector**) adları verilir. Bu terminaller; genelde **E, B ve C** harfleri ile sembolize edilirler.
- Fiziksel yapıdan da görüldüğü gibi transistörün iki jonksiyonu vardır.
- Bunlardan beyz-emiter arasındaki bölge “beyz-emiter jonksiyonu”, beyz-kollektör arasındaki bölge ise “beyzkollektör jonksiyonu” olarak adlandırılır.



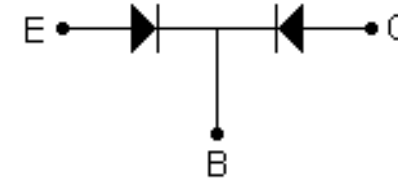
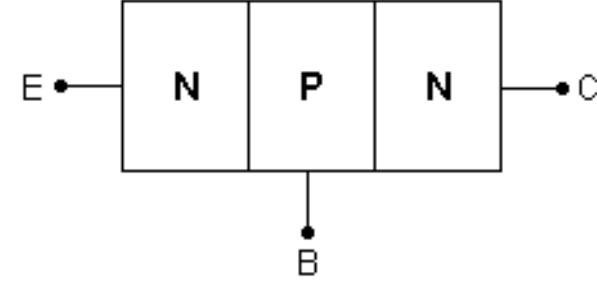
a) NPN tipi transistörün fiziksel yapısı ve şematik sembolü b) PNP tipi transistörün fiziksel yapısı ve şematik sembolü

- ▶ *BJT transistörler katkılandırılmış P ve N tipi malzeme kullanılarak üretilir.*
- ▶ *NPN ve PNP olmak üzere başlıca iki tipi vardır.*
 - ▶ ***NPN** transistörde 2 adet N tipi yarıiletken madde arasına 1 adet P tipi yarıiletken madde konur.*
 - ▶ ***PNP** tipi transistörde ise, 2 adet P tipi yarıiletken madde arasına 1 adet N tipi yarıiletken madde konur.*
- ▶ *Dolayısıyla transistör 3 adet katmana veya terminale sahiptir diyebiliriz.*

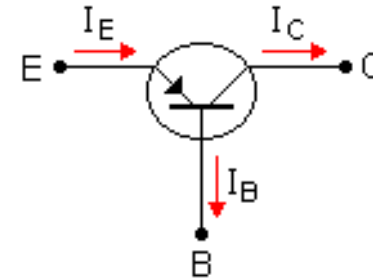
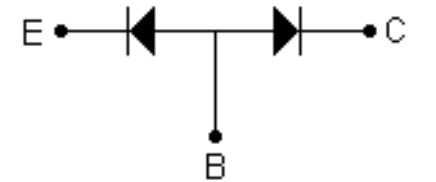
- *Transistörlerde beyz bölgesi; kollektör ve emiter bölgelerine göre daha az katkılandırılır.*
- *Ayrıca beyz bölgesi; kollektör ve emiter bölgesine nazaran çok daha dar tutulur.*



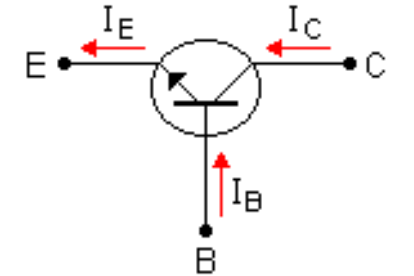
(a) İç yapısı



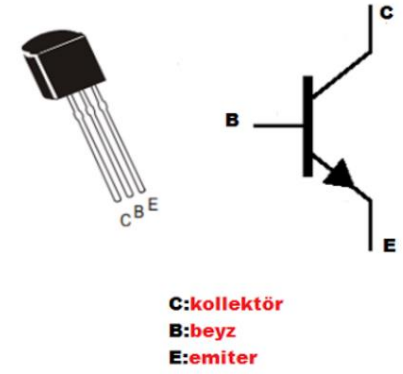
(b) Diyot eşdeğerleri



(c) Sembolleri

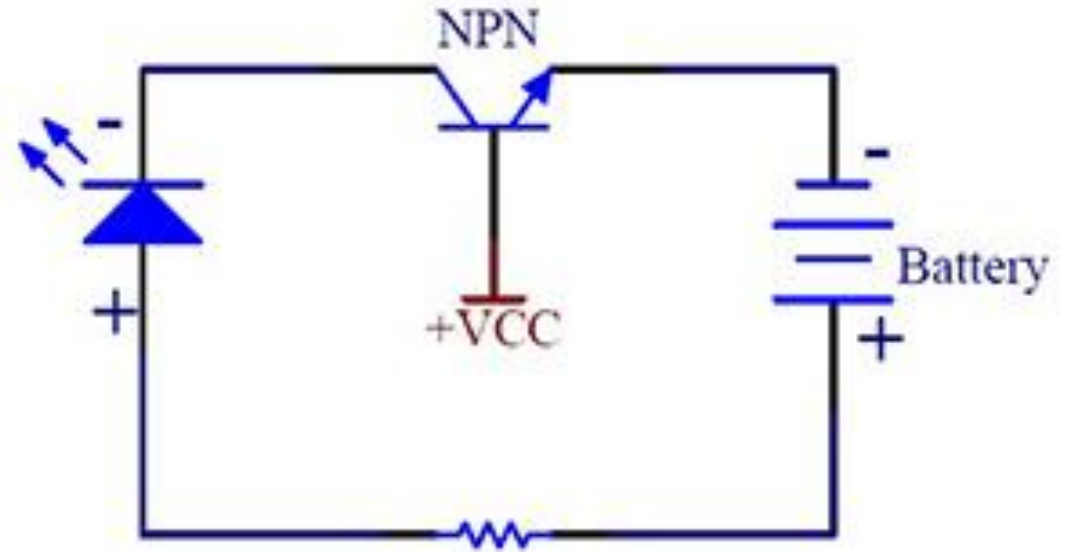
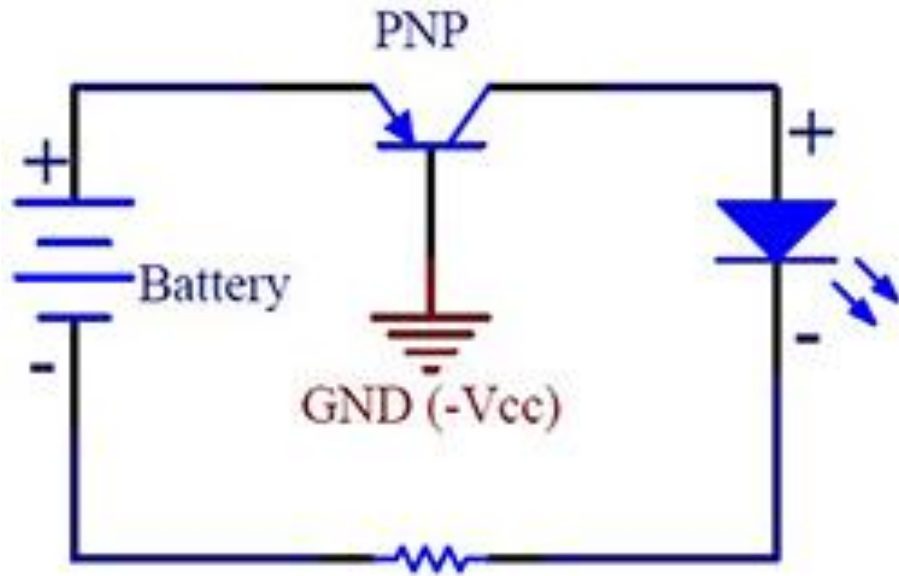
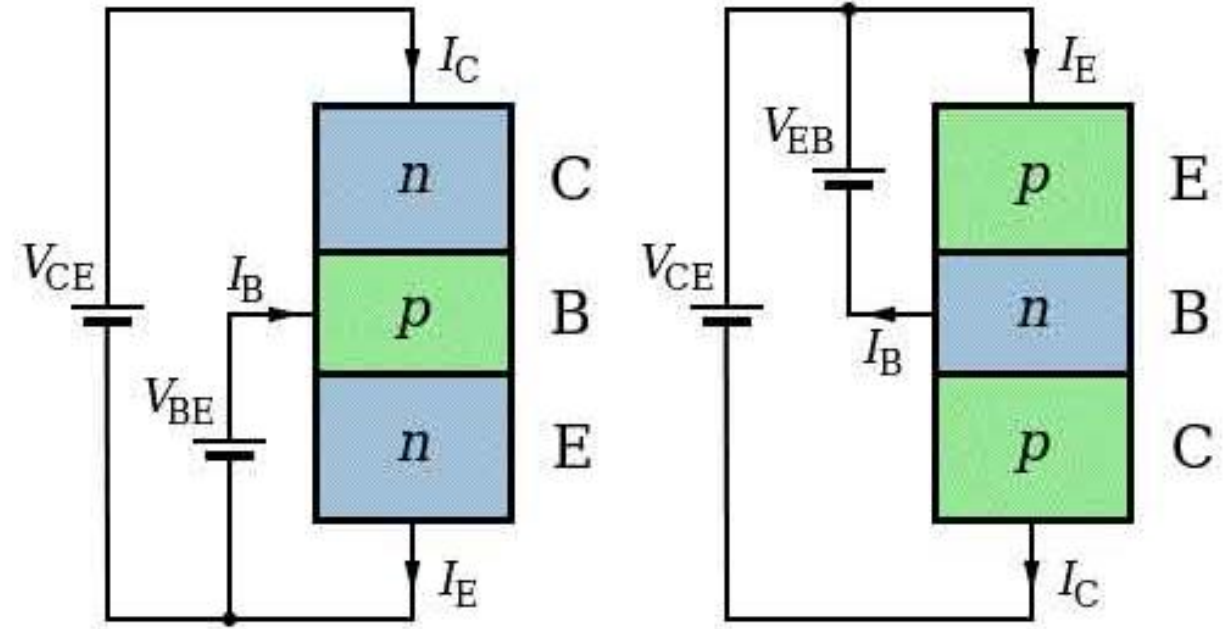


Transistör Uçları



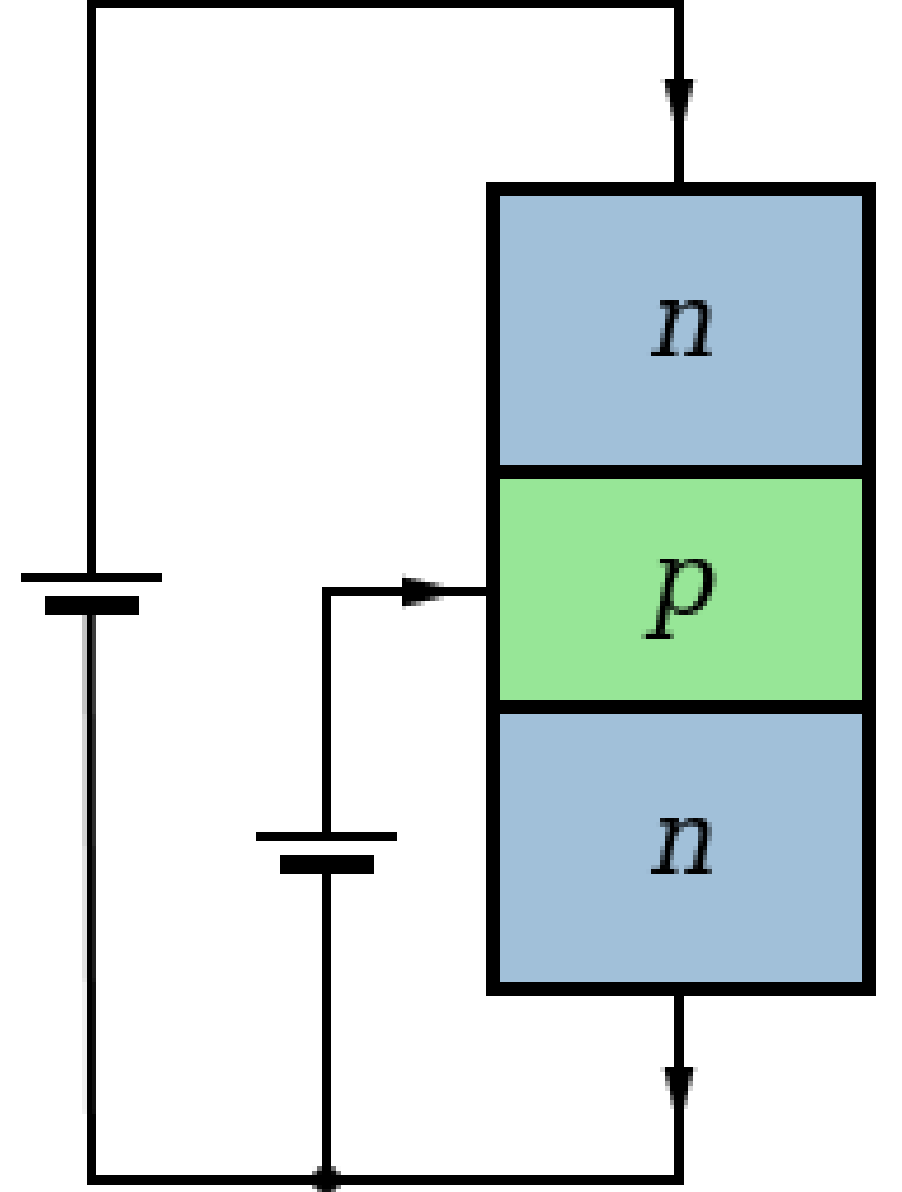
- Transistörlerin **emitter** terminali transistörün güç girişidir. PNP tipi transistörlerde güç kaynağının “+” terminaline, NPN tipi transistörlerde ise güç kaynağının “-” terminaline bağlanır.
- Transistörlerin **base** terminali transistörün tetikleneceği terminaldir. PNP tipi transistörlerin iletme geçmesi için base terminali toprağa bağlanmalı yani güç kaynağının negatif kısmına bağlanmalıdır, NPN tipi transistörlerin iletme geçmesi için base terminali pozitif gerilim ile tetiklenmelidir yani güç kaynağının pozitif kısmına bağlanmalıdır.

- Transistörlerin **collector** terminali transistörün güç çıkışıdır. PNP tipi transistörlerde yükün “+” terminaline, NPN tipi transistörlerde ise yükün “-” terminaline bağlanır.

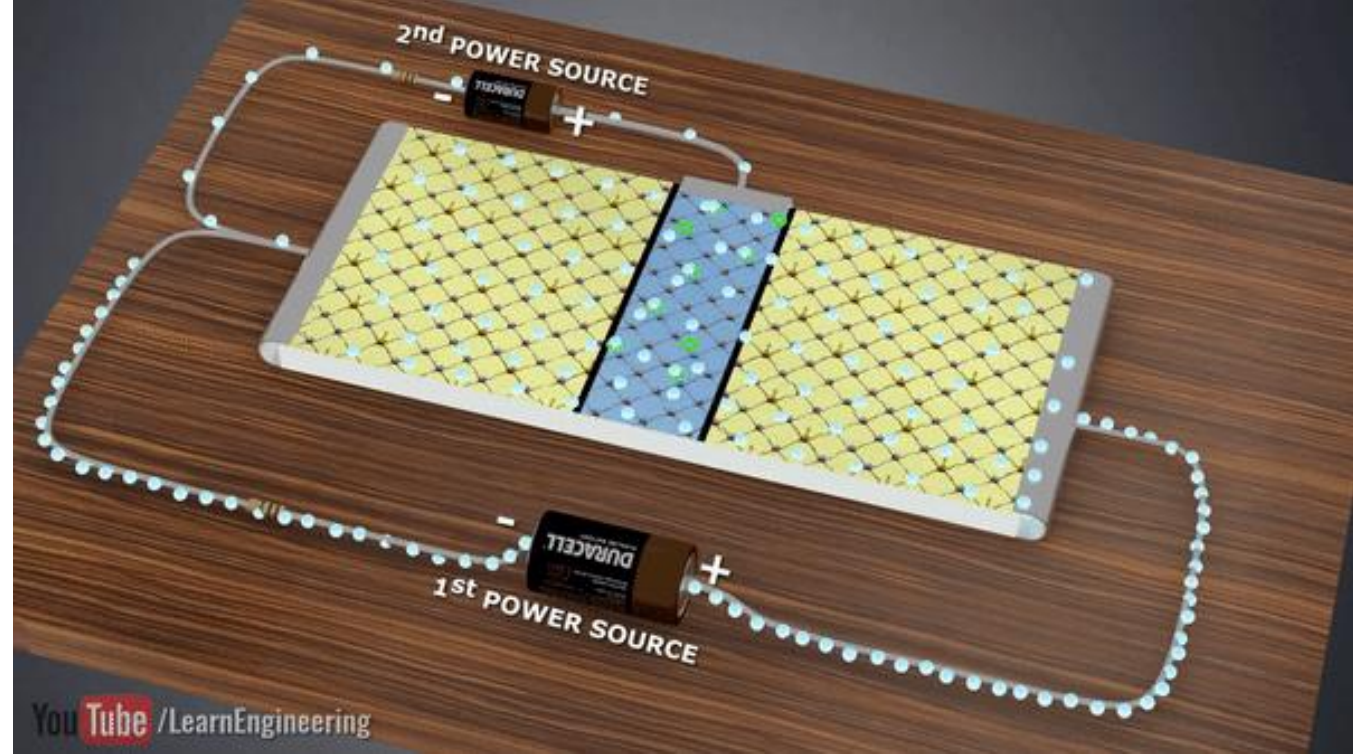


Transistör Nasıl Çalışır?

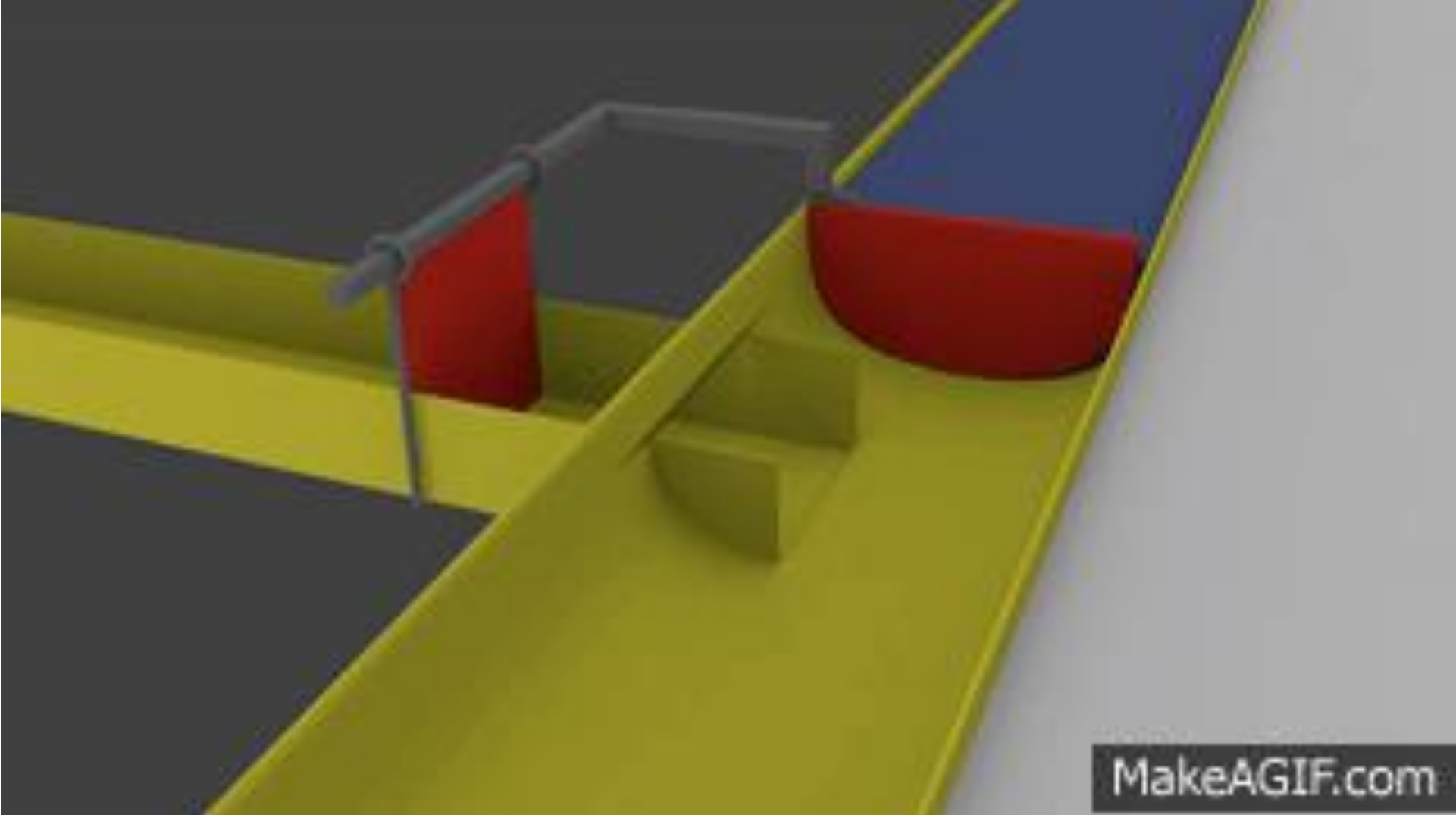
- Orta ve altta yer alan p-n çifti bize doğru kutuplanmış bir diyotu anımsatıyor.
- Alttaki p-n çiftinin oluşturduğu elektron hareketi, üstteki p-n çiftinin de elektronlarını harekete geçirerek alt uçtan üsteki uca doğru elektron akışı meydana gelecektir.



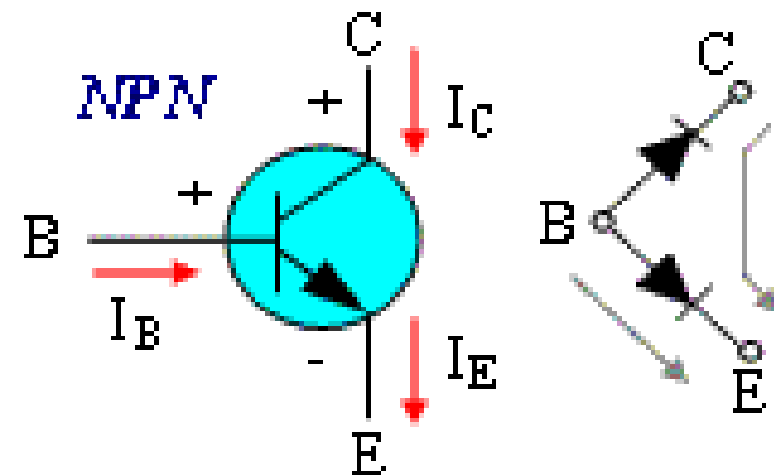
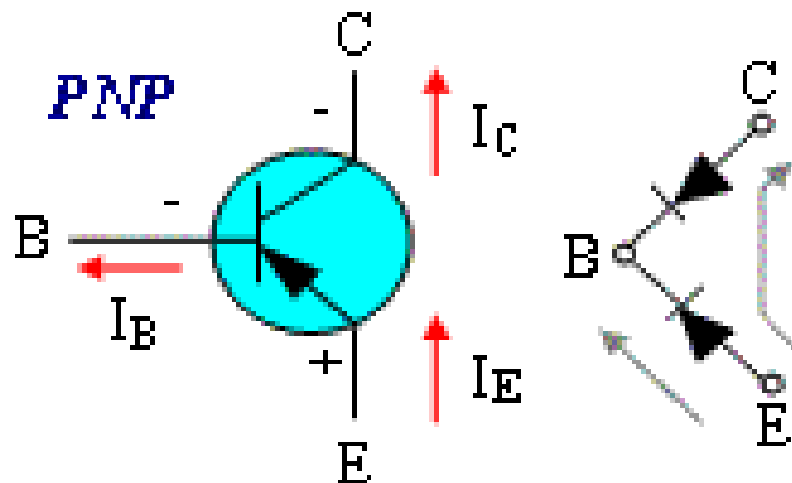
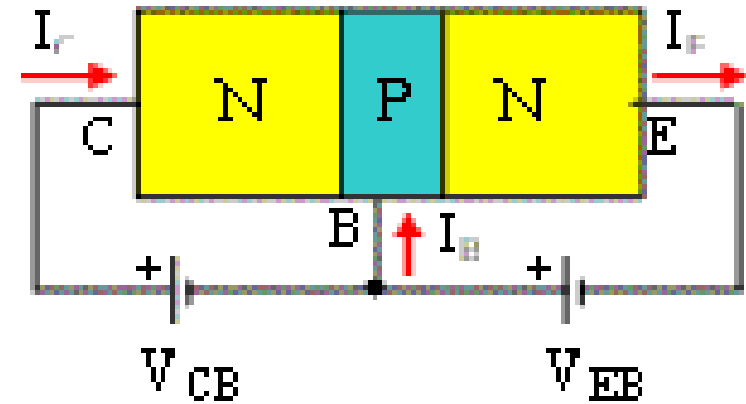
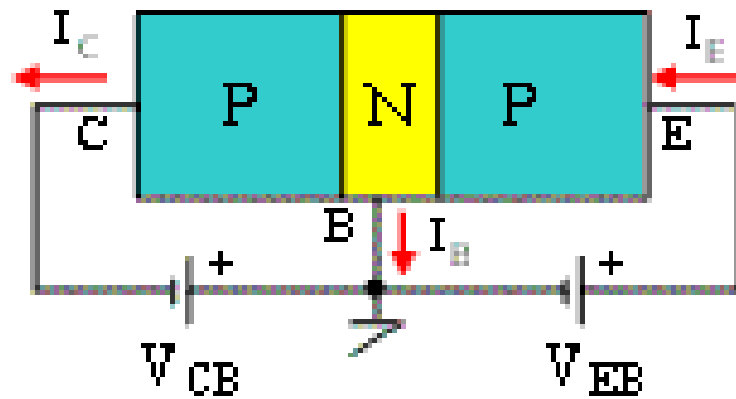
- Animasyonda en sol da görünen n kısmından, 2 numaralı güç kaynağı sayesinde p kısmına doğru hareket eden elektronlar, p kısmındaki elektronların da diğer n kısmına doğru hareket etmesini sağlayacak, dolayısıyla 1 numaralı güç kaynağının akım kazancı sağlamasına sebep olacaktır.



- *Bipolar Transistorün Su/kanal Modellemesi*

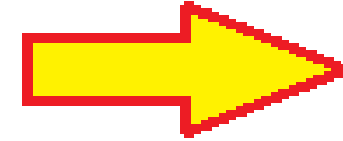
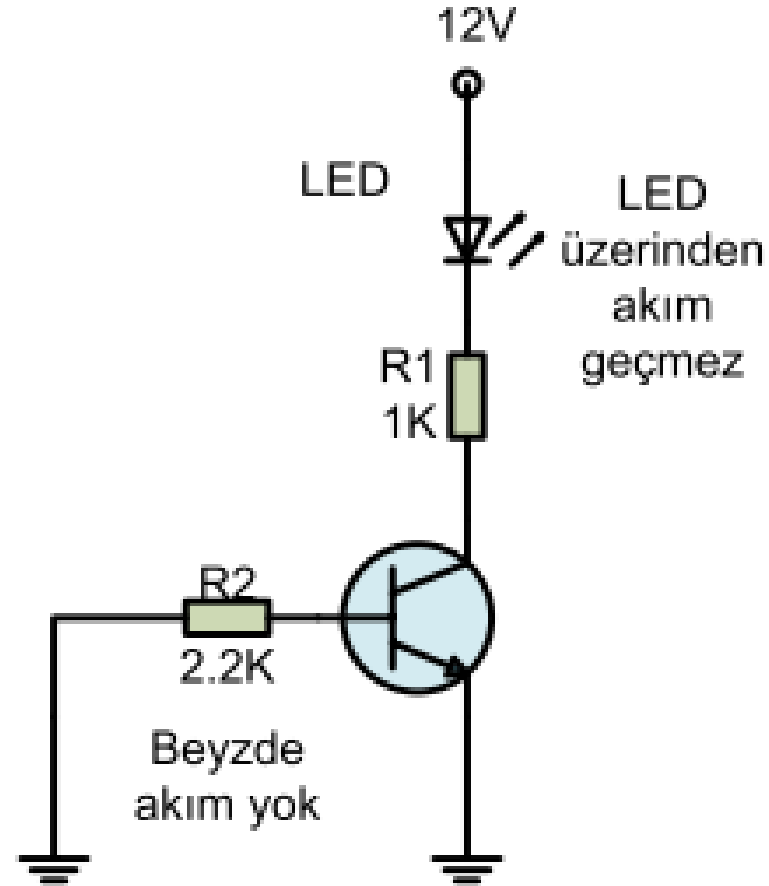


Transistör Sembolü

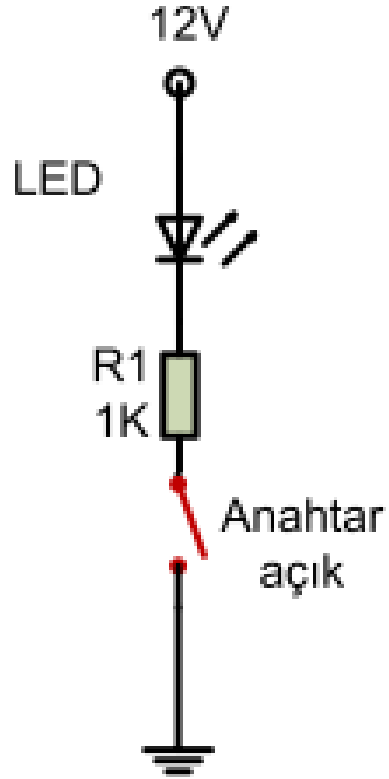


- Transistörün bir anahtar olarak transistörün beyz-emiter jonksiyonu ters yönde kutuplanırsa transistör kesimdedir.
- Kollektör-emiter arası ideal olarak açık devredir.
- Transistör bu durumda açık bir anahtar olarak davranır.

Transistör kesimdeyken açık bir anahtar gibidir

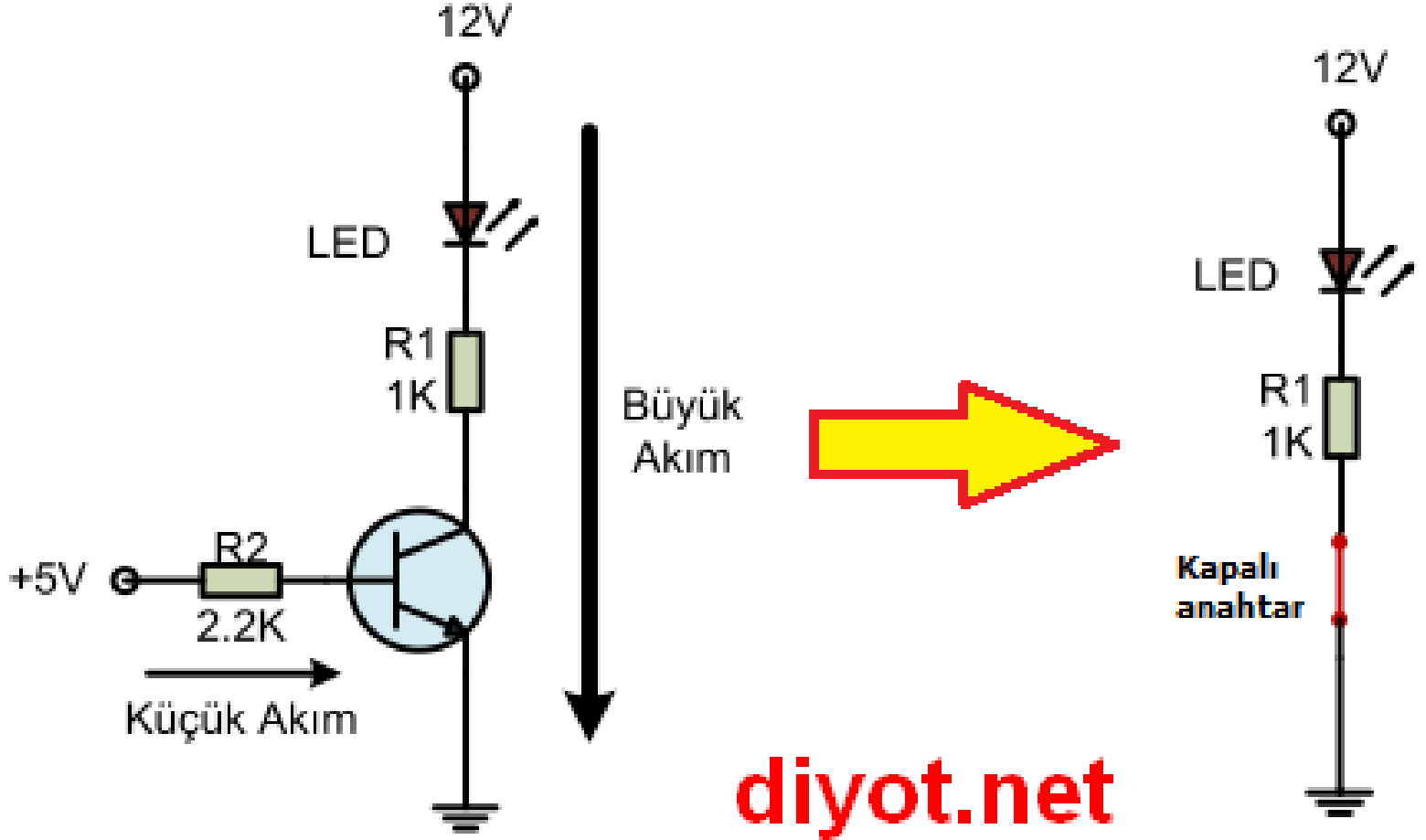


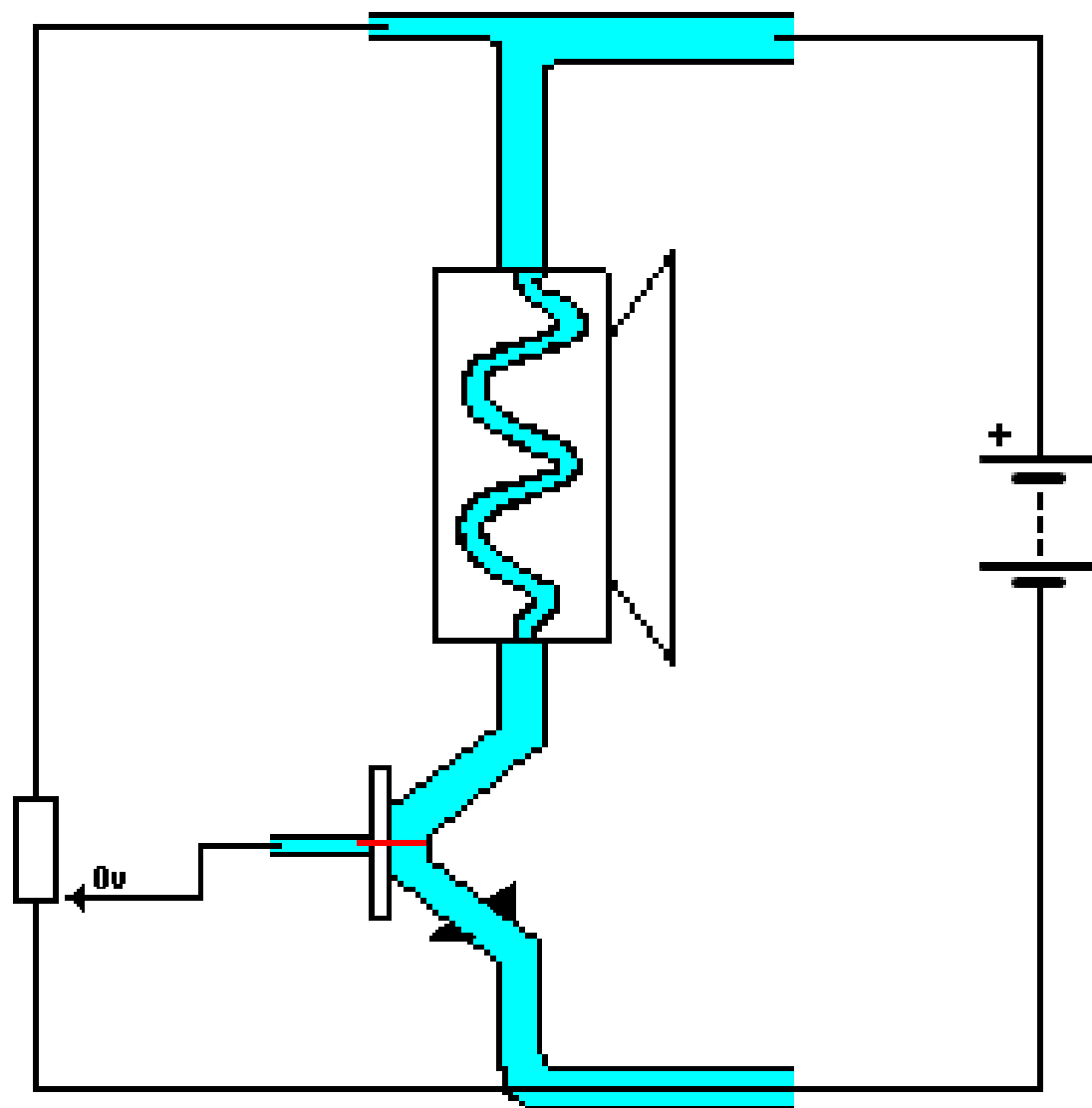
diyot.net



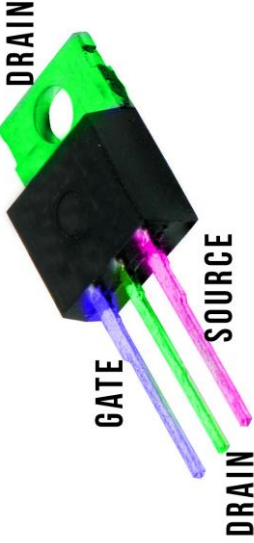
- Transistörün beyz-emiter jonksiyonu doğru yönde kutuplandırıldığında beyz akımı yeterli derecede büyük olursa transistör doyum bölgesinde çalışacaktır.
- Kollektör akımı maksimum olacak ve transistörün kollektör-emiter arası ideal olarak kısa devre olacaktır.
- Transistör bu durumda kapalı bir anahtar gibi davranır.

Transistör iletimdeyken kapalı bir anahtar gibidir





FET (Alan Etkili Transistörler - Field Effect Transistor)



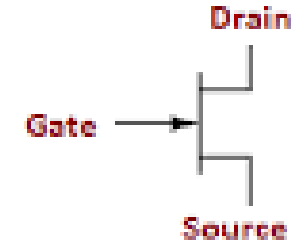
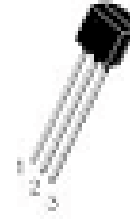
- *Alan etkili bir transistör, biri diğerinin üzerinde bulunan iki yarıiletken malzeme tabakasından meydana gelmiştir.*
- *Böylece kapaıya (gate) bağlı voltaj, kanaldaki akımın kuvvetini kontrol eder.*
- *Alan etkili transistör, akıttığı akımın elektriksel alan ile kontrol edilmesi esasına göre çalışır.*
- *BJT'ler akım-kontrollü devre elemanları iken FET'lerler voltaj-kontrollüdür. FET'lerin*
- *giriş empedansı çok yüksektir. Tipik olarak 1 M Ω ile birkaç yüz M Ω aralığındadır.*

- *FET'ler, BJT'lerin aksine tek tip taşıyıcı akışına bağlıdır. FET'lerin ısı kararlılıkları BJT'lere göre daha iyidir.*
- *FET'ler BJT'lere göre daha küçüktür ve bu nedenle **entegre devrelerde** daha çok tercih edilirler.*
- *Alan etkili transistörlerin **iki temel çeşidi** bulunmaktadır.*
 - *Jonksiyon Alan Etkili Transistör (**JFET**)*
 - *Metal Oksit Yarıiletken Alan Etkili Transistör (**MOSFET**)*

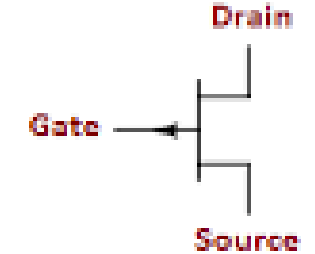
JFET

- FET, kanaldaki akımı kontrol etmek için ters kutuplanmış bir ekleme sahip olan bir Alan Etkili Transistör çeşididir

1: Drain
2: Source
3: Gate

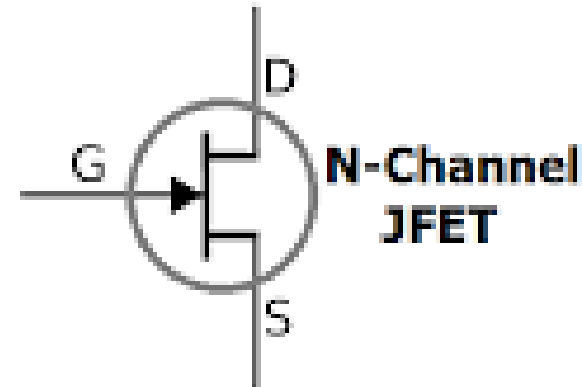


N-Type Channel

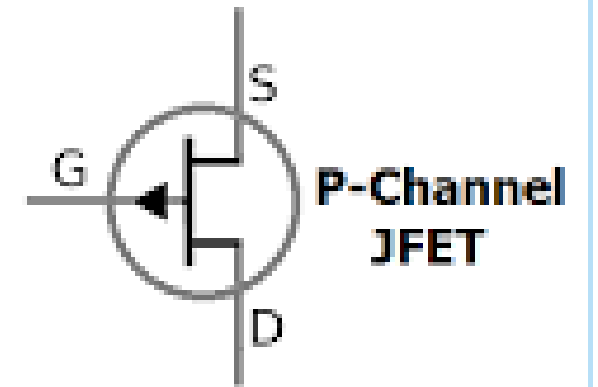
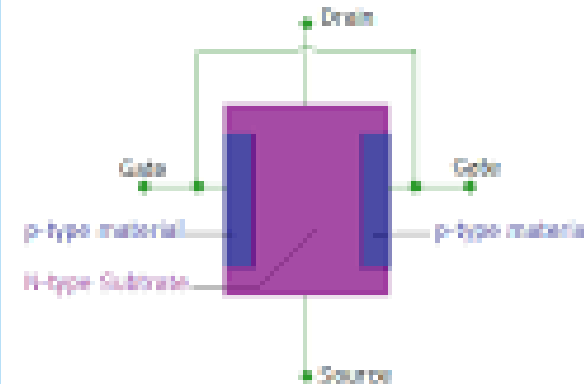


P-Type Channel

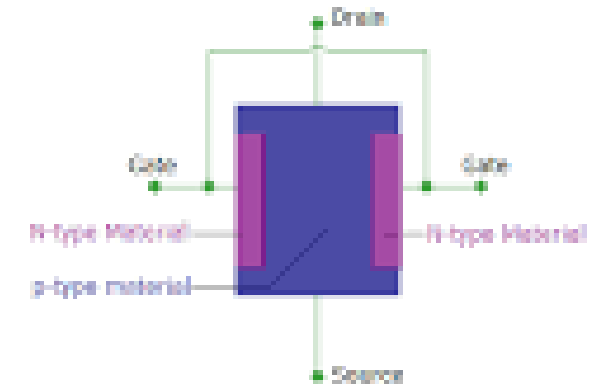
www.TheEngineeringProjects.com



N-Channel JFET



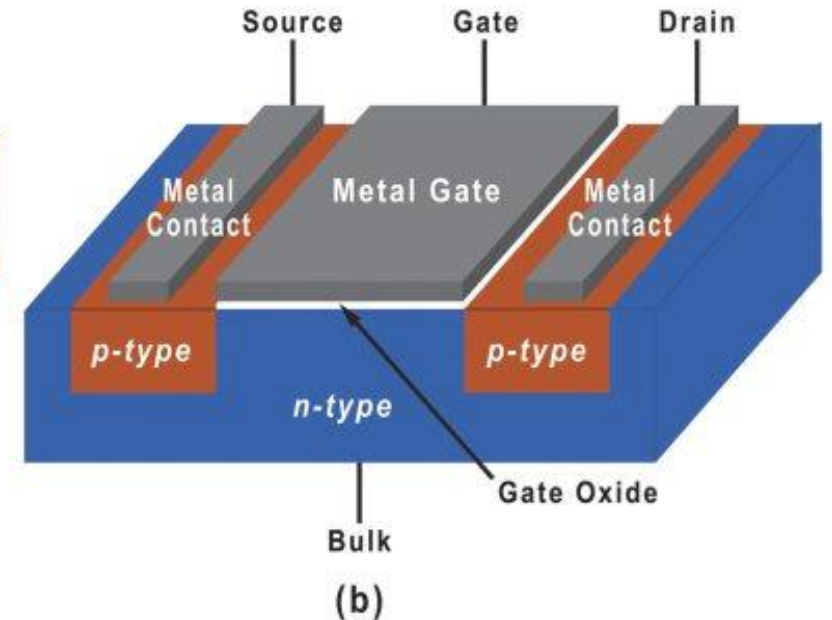
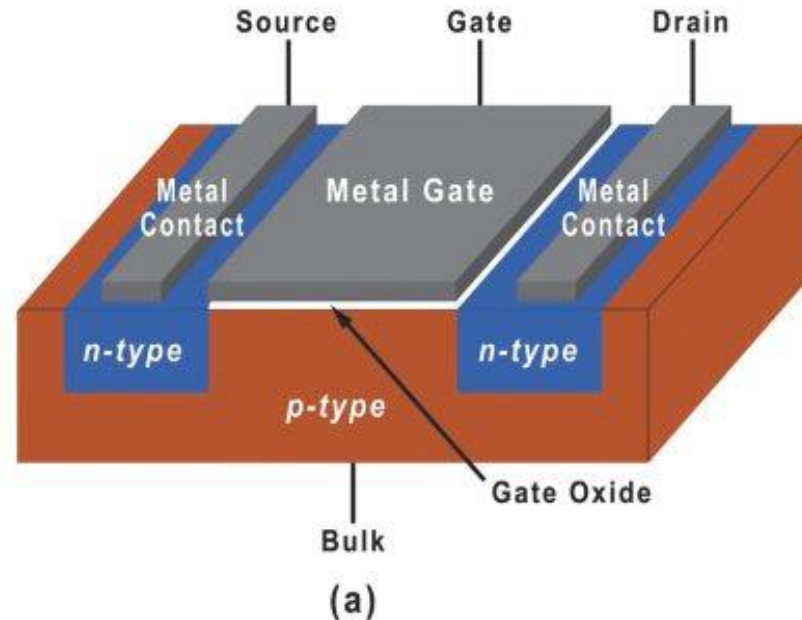
P-Channel JFET



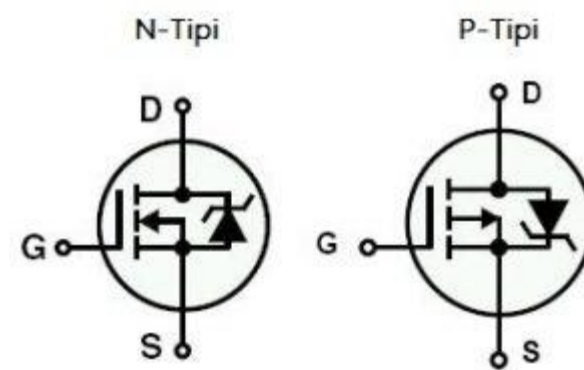
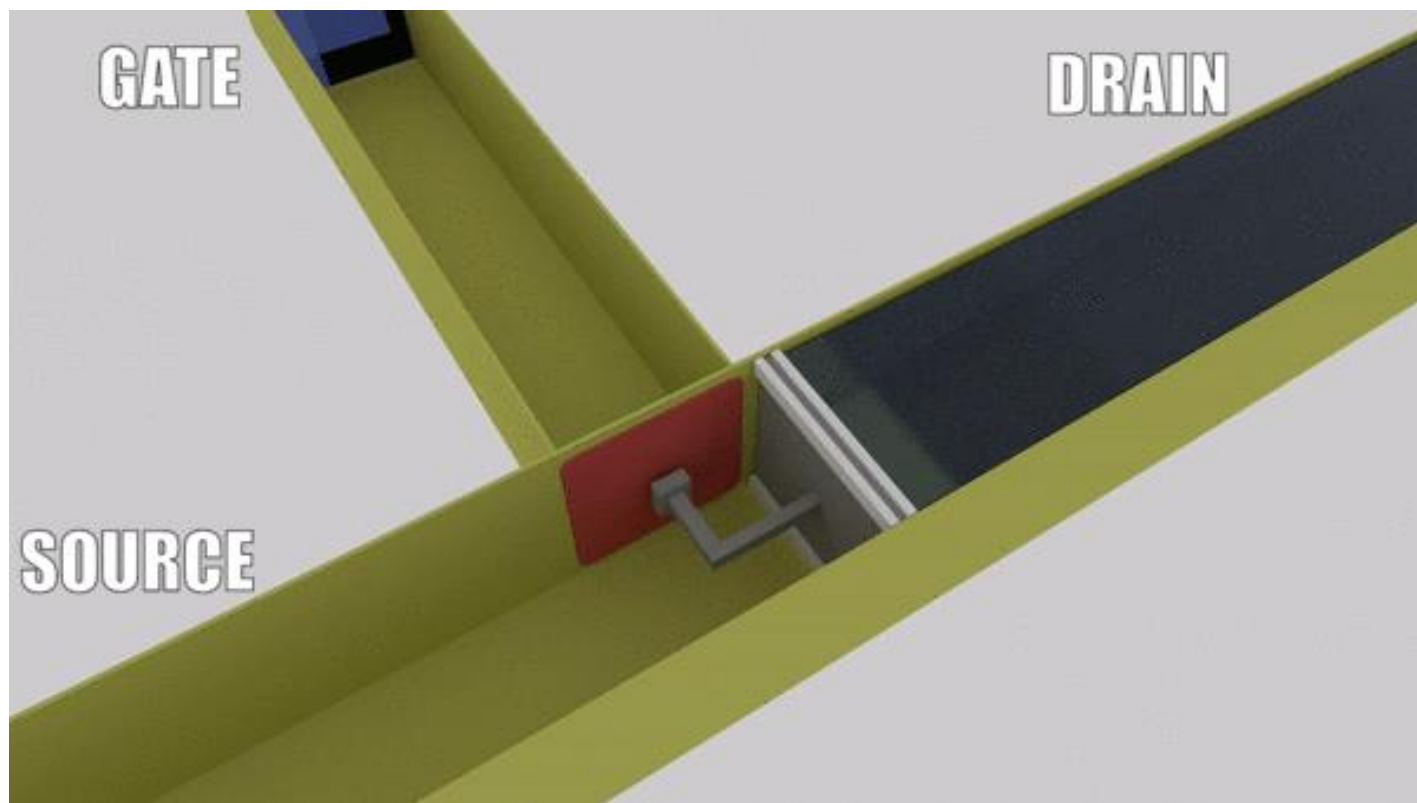
MOSFET

Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor-Metal oksit yarı iletken alan etkili transistör

- MOSFET ismi bir akronimdir. 'MOS' kısmı, MOSFET'in metal oksit (SiO_2) Gate'ini belirtirken; 'FET' kısmı, iletim-kesim yöntemi olarak elektrik alanının kullanıldığını belirtir.*



- *MOSFET'in Gate (Kapı) terminali ile diğer iki terminal arasında çok ince bir metal oksit yalıtkan bölge bulunmaktadır.*
- *Arada yalıtım olması, Gate'in bir kondansatör gibi davranmasına yol açar.*
- *Gate terminaline gerilim uygulandığında, bu kondansatör şarj olmaya başlar ve gate ile diğer iki terminal arasında bir elektrik alan oluşur.*
- *Bu sayede Drain (Savak) terminalinden Source (Kaynak) terminaline doğru kondüktans (iletkenlik) artar.*
- *Gate gerilimi ile Drain-Source direnci kontrol edilir.*
- ***MOSFET'ler gerilim kontrollü direnç elemanlarıdır.***



BJT ve MOSFET Arasındaki Temel Fark

*BJT'nin çalışması için **base** bacağına **akım***

*MOSFET'in çalışması için **gate** bacağına **gerilim***

uygulamak gereklidir.

- *Mosfet transistörler, JFET transistörlerden ve normal transistörlerden daha yüksek frekanslarda çalışabilirler.*
- *Mosfet transistörlerin güç harcamaları düşüktür ve mekanik dayanımları fazladır.*

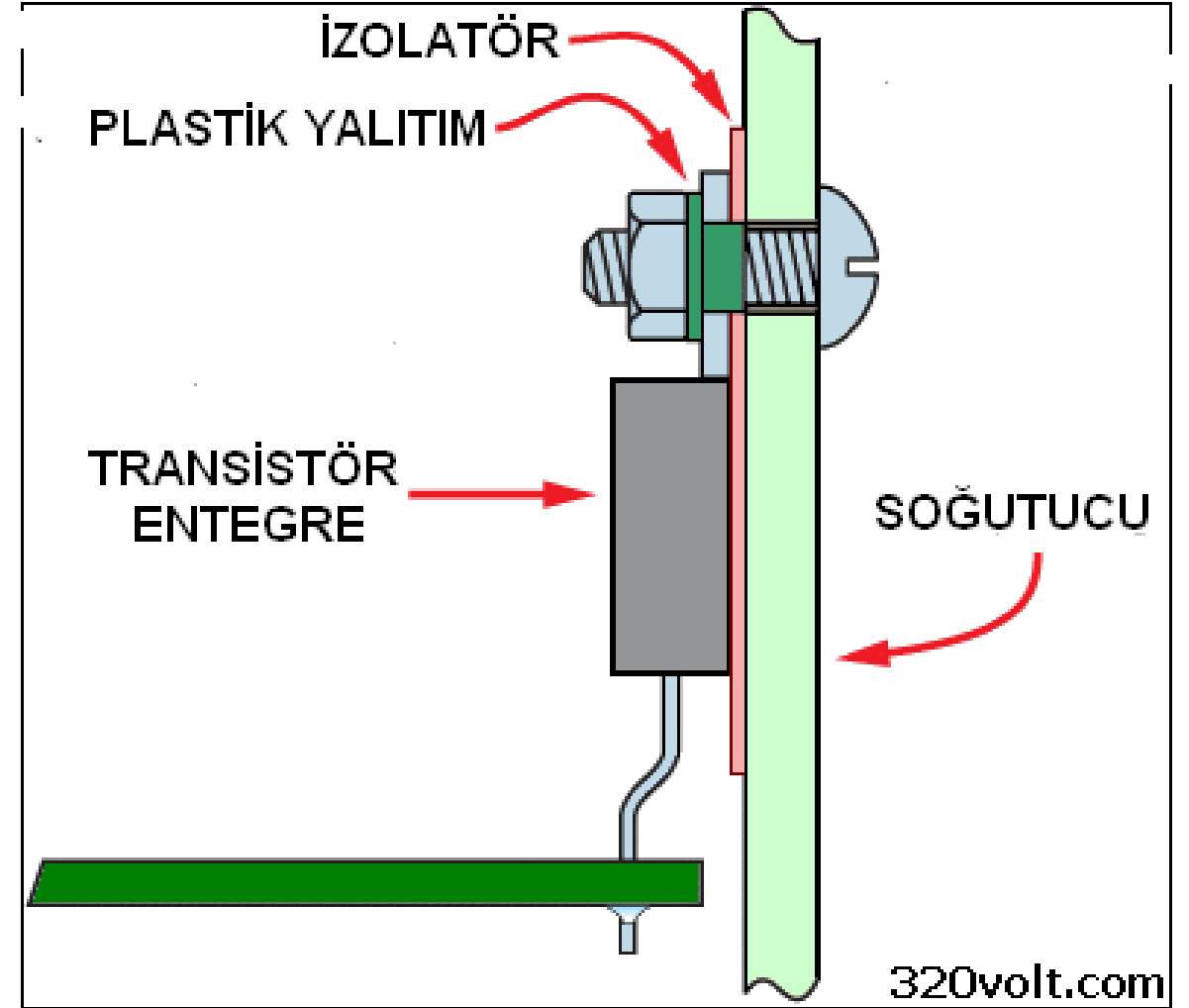
- *MOSFET'ler, BJT'ler gibi base akımına ihtiyaç duymadan çalıştıkları için daha az ısınırlar. Bu sebeple dijital elektronik devrelerin çoğunda MOSFET tipi transistörler tercih edilir.*
- *Bu avantajlarına rağmen MOSFET'ler genellikle BJT'lerin sağlayabildiği ölçüde akım kazancı sağlayamamaktadırlar.*

Transistörlerin Soğutulması

- ▶ *Bir transistöre enerji uygulandığında akım akışından dolayı enerjinin bir kısmı ısıya dönüşecektir.*
- ▶ *Eğer bu ısı etkili biçimde dağıtılırsa, transistör daha uzun bir süre dayanacak ve daha iyi verimle çalışacaktır.*
- ▶ *Büyük hacimli transistörler daha fazla akım çektiklerinden fazla güç tüketirler.*



- Bunların mutlaka ilave bir düzenele soğutulması gerekir. Soğutucular transistörler üzerinde vidalanarak tespit edilirler.
- Fazla güç harcadığı halde uygun olarak soğutulmayan transistörlerin plastik kılıfları, aşırı ısınmadan dolayı parçalanacaktır.



Kaynaklar

- <https://www.aydinlatma.org/transistor-nedir-ne-ise-yarar.>
- <https://devreyakan.com/mosfet-nedir/>
- Elektrik-Elektronik Mühendisliği için Malzeme BilgisiYrd. Doç. Dr. Enis GÜNAY Erciyes Üni. Müh. Fak. Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü
- Ankara Üniversitesi Elmadağ Meslek Yüksekokulu Öğretim Görevlisi : Murat Duman