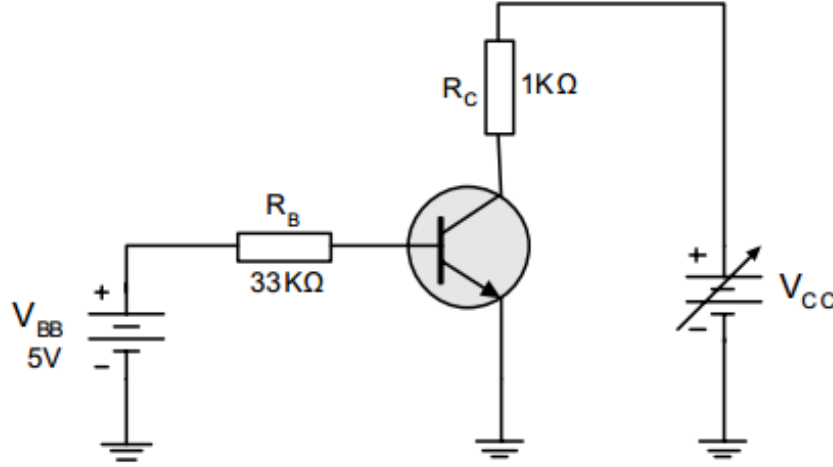


# **ELEKTRONİK DEVRELER DERS NOTLARI**

## **9.HAFTA**

**Transistörün Anahtar ve Yükselteç Olarak Çalışması, Transistörün  
DC ve AC Analizi, Transistör Polarizasyon Yöntemleri Transistörün  
Çalışma Kararlılığının Etkileyen Faktörler**

**Transistör Devrelerini bir örnek ile hatırlayalım:**  
**Örnek:**



Şekildeki devrede transistörün maksimum sınır değerleri verilmiştir. Transistörün zarar görmeden çalıştırılabileceği maksimum  $V_{CC}$  gerilimi değeri ne olmalıdır? Hesaplayınız?

$$\begin{aligned} P_{D(MAX)} &= 1W \\ V_{CE(MAX)} &= 20V \\ I_{C(MAX)} &= 100mA \\ \beta_{DC} &= 150 \end{aligned}$$

**T**ransistörün  $V_{CE}$  gerilimi değerini belirleyen faktörler;  $V_{CC}$ ,  $I_C$  ve  $I_B$  değerleridir. İlk etapta devredeki  $I_B$  değerini belirleyelim.

$$V_{BB} = I_B \cdot R_B + V_{BE} \Rightarrow I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \Rightarrow I_B = \frac{5V - 0.7V}{33K\Omega} = 130\mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_C = 150 \cdot 130\mu A \Rightarrow 19.5mA$$

## Örnek:

$V_{CE}$  geriliminin 20V olmasını sağlayan  $I_C$  akımının değeri,  $I_{C(max)}$  değerinden küçüktür.  $I_C$  akımını belirleyen bir diğer faktör ise  $V_{CC}$  gerilimidir. Bu gerilimin olması gereken değerini bulalım.

$$\begin{aligned}V_{CC} &= I_C \cdot R_C + V_{CE} \\V_{CC} &= 19.5mA \cdot 1K\Omega + 20V \\V_{CC} &= 39.5V\end{aligned}$$

Buradan transistörün maksimum güç şartlarında çalışabilmesi için  $V_{CC}$  geriliminin alabileceği değeri belirledik. Şimdi transistörde harcanabilecek maksimum gücü bulalım.

$$\begin{aligned}P_D &= V_{CE(MAX)} \cdot I_C \Rightarrow P_D = 20V \cdot 19.5mA \\P_D &= 390mW\end{aligned}$$

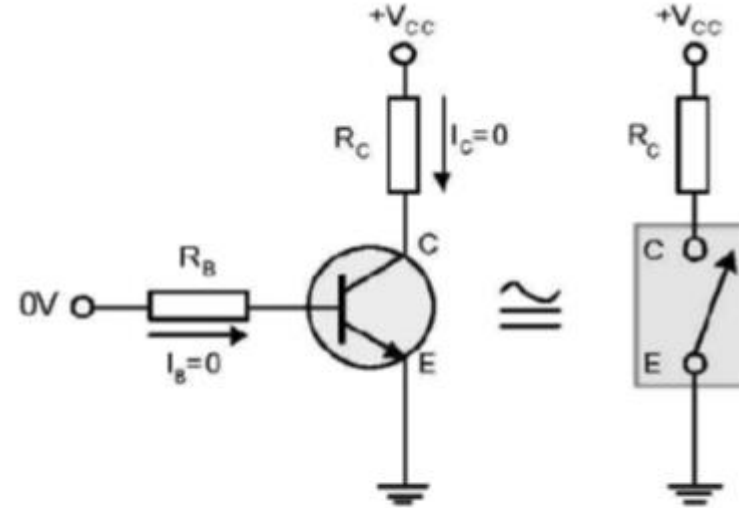
Transistörde harcanabilecek toplam güç, 390mW bulunmuştur. Bu değer transistörün sınır güç değerinden (1W) küçüktür. 39.5V'luk  $V_{CC}$  besleme geriliminde güvenli bir çalışma ortamı sağlanmıştır.

# TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

- Transistörlerin en popüler uygulama alanlarına örnek olarak yükselteç ve anahtarlama devrelerini verebiliriz.
- Transistörün elektronik anahtar olarak kullanılmasında kesim ve doyum bölgelerinde çalışmasından yararlanılır
- **İdeal bir anahtar, açık olduğunda direnci sonsuzdur.**
- **Üzerinden akım akmasına izin vermez.**
- **Kapalı konuma alındığında ise direnci sıfırdır ve üzerinde gerilim düşümü olmaz.**
- Ayrıca anahtar bir durumdan, diğer duruma zaman kaybı olmadan geçebilmelidir.
- Transistörle gerçekleştirilen elektronik anahtar, ideal bir anahtar değildir.
- Fakat transistör küçük bir güç kaybı ile anahtar olarak çalışabilir.

# TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

- Transistörün bir anahtar olarak kesimde ve doyumda çalışır.
- Şekil-a'da Görüldüğü gibi transistörün beyz-emiter jonksiyonu ters yönde polarmalanmıştır.
- Dolayısıyla transistör **kesimdedir**.
- Kollektör-emiter arası ideal olarak açık devredir.
- Transistör bu durumda açık bir anahtar olarak davranır.

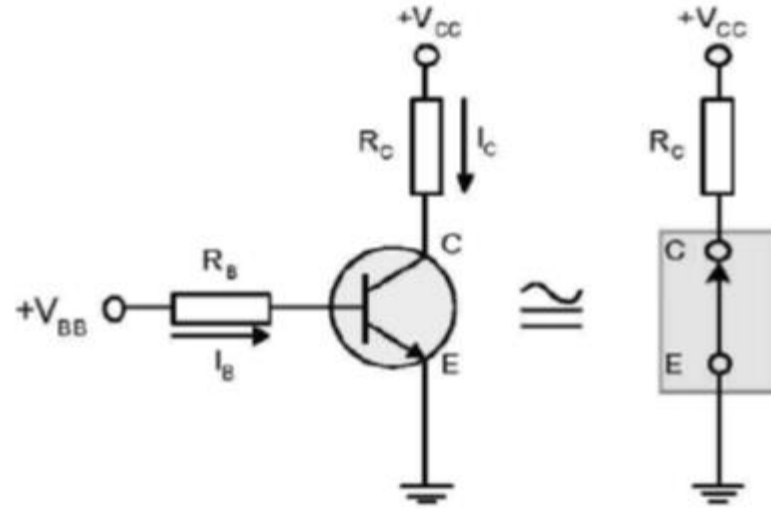


a) Transistör kesimde -Anahtar AÇIK

Transistörün anahtar olarak çalışması

# TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

- Şekil-b'de ise transistörün beyz-emiter jonksiyonu doğru yönde polarmalanmıştır.
- Bu devrede beyz akımı yeterli derecede büyük seçilirse 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.



b) Transistör doyumda -Anahtar KAPALI

Transistörün anahtar olarak çalışması

# TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

## Transistör kesimdeyken;

- Beyz-emiter jonksiyonu iletim yönünde polarmalanmamıştır. Dolayısıyla transistörün kollektör-emiter gerilimi;
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$  formülünden hesaplanırsa:
- Bu değer aynı zamanda transistörün çıkış gerilimidir.
- Transistör kesimdeyken  $I_C = 0$  olduğunu biliyoruz.
- Çünkü transistörün kollektör-emiter arası açık devredir.
- Bu durumda;

$$V_{CE(KESİM)} = V_{CC}$$

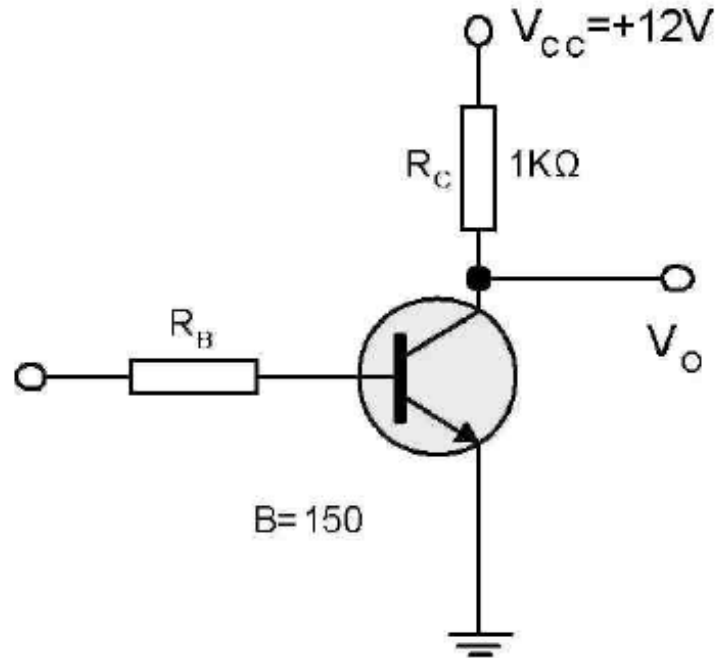
- olur. Bu gerilim, transistörün kollektör-emiter arasında görülebilecek maksimum değerdir ve yaklaşık olarak transistörün besleme gerilimi  $V_{CC}$  değerine eşittir.
- **Transistör doyumdayken;**
- Kollektör akımı maksimum değerine ulaşmaktadır.
- Kollektör-emiter gerilimi ise ideal olarak düşünülürse  $V_{CE} = 0$  V olmaktadır. Bu durumda transistörün kollektör akımı;  $V_{CC} = V_{CE(DOYUM)} + I_C \cdot R_C$  değerine eşit olur.

$$I_{C(DOYUM)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

# TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

- Bu değerden hareketle transistörü doyumda tutacak beyz akımının minimum değeri belirlenebilir.  $I_{B(\min)} = \frac{I_C}{\beta}$

**Örnek:** Şekilde ki devrede transistör anahtarlama amacı ile kullanılmaktadır.



- $V_B = 0 V$  olduğunda  $V_O$  değerini bulunuz?
- Transistörü doyumda tutacak minimum beyz akımını bulunuz?
- $V_B = 6 V$  olduğunda transistörü doyumda tutacak  $R_B$  değerini bulunuz?



# TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

## Çözüm:

a)  $V_B = 0$  V olduğunda transistör kesimdedir. Kollektör akımı  $I_C = 0$  A olur. Dolayısıyla transistörün  $V_O$  gerilimi;

$$V_O = V_{CE} = V_{CC} = +12 \text{ V}$$

b) Transistör doyumda olduğunda;  $V_{CE(\text{DOYUM})} = 0$  V olacaktır. Buradan  $I_C$  akımını bulalım.

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

## TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

$$I_{C(DOYUM)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{12V}{1K} = 12mA$$

olacaktır. Buradan transistörü doyumda tutacak beyz akımının minimum değerini buluruz.

$$I_{B(MIN)} = \frac{I_{C(DOYUM)}}{\beta} = \frac{12mA}{150} = 80\mu A$$

Bulunan bu değer; transistörü doyumda tutmak için gereken beyz akımının minimum değeridir.

Beyz akımının bu değerden daha fazla olması kollektör akımını artırmayacaktır.

## TRANSİSTÖRÜN ANAHTAR OLARAK ÇALIŞMASI

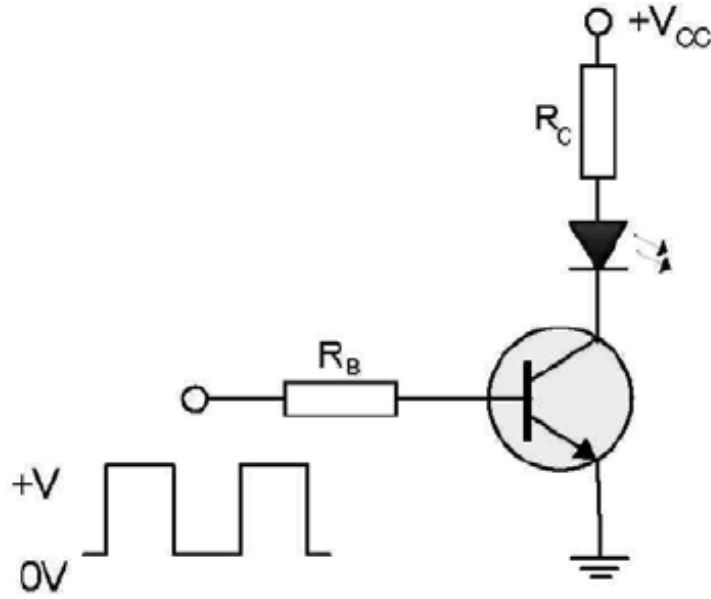
c) Transistörü doyuma ulaştıracak beyz akımını belirleyen devre elamanı  $R_B$  direncidir. Bu direncin olası değerini bulalım. Transistör iletime girdiğinde, beyz-emiter gerilimi  $V_{BE}=0.7V$  olacaktır. Dolayısıyla devreden  $R_B$  değerini bulabiliriz.

$$V_B = I_B \cdot R_B + V_{BE}$$

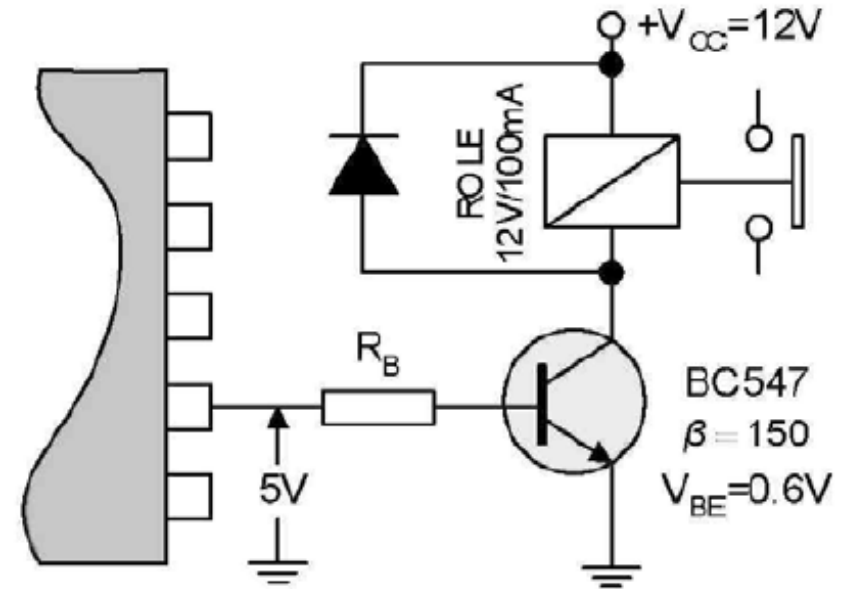
$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} = \frac{6V - 0.7V}{80\mu A} = 66.2K\Omega$$

# Transistörlü anahtar uygulaması

- Pek çok endüstriyel uygulamada veya sayısal tasarımda tümdevrelerin çıkışından alınan işaretler ile anahtarlama yapılarak başka devrelerin çalıştırılıp durdurulması istenebilir.
- Örneğin aşağıdaki şekil-a'da tümdevre çıkışından alınan bir kare dalga işaretin bir led'i yakıp söndürmesi için gerekli devre düzeneği verilmiştir.
- Giriş işareti; 0V olduğunda transistör kesimdedir, LED yanmayacaktır.
- Giriş işareti +V değerine ulaştığında ise transistör iletime geçerek LED yanacaktır.
- Şekil-b'de ise bir tümdevre çıkışından alınan işaretin kuvvetlendirilerek bir röleyi, dolayısıyla röle kontaklarına bağlı bir yükü kontrol etmesi gösterilmiştir.



a) Transistörün anahtar olarak çalışması



b) Transistörle röle kontrol

a ve b Transistörün anahtar olarak kullanılması

## Transistörlü anahtar uygulaması

- **Örnek:** Yukarıdaki şekil-b’de verilen devrede tüm devre çıkışı +5V olduğunda rolenin kontaklarını çekmesi istenmektedir. Devre çıkışının izin verdiği akım miktarı 100 mA’dır. Rb direncinin değeri ne olmalıdır? Hesaplayınız?
- **Çözüm:** Rolenin kontaklarını çekebilmesi için gerekli minimum akım değeri 100mA’dır. Dolayısıyla transistörün kolektöründen akacak IC akımı değeri 100mA’dır. Buradan IB akımının olması gereken değerini bulabiliriz.

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{100mA}{150} = 0.6mA$$

- Bulunan bu değer; transistörü doyumda tutmak için gereken beyz akımının minimum değeridir.

## Transistörlü anahtar uygulaması

- Şimdi bu akımı akıtacak  $R_B$  değerini bulalım. Devreden;

$$+5V = I_B \cdot R_B + V_{BE}$$

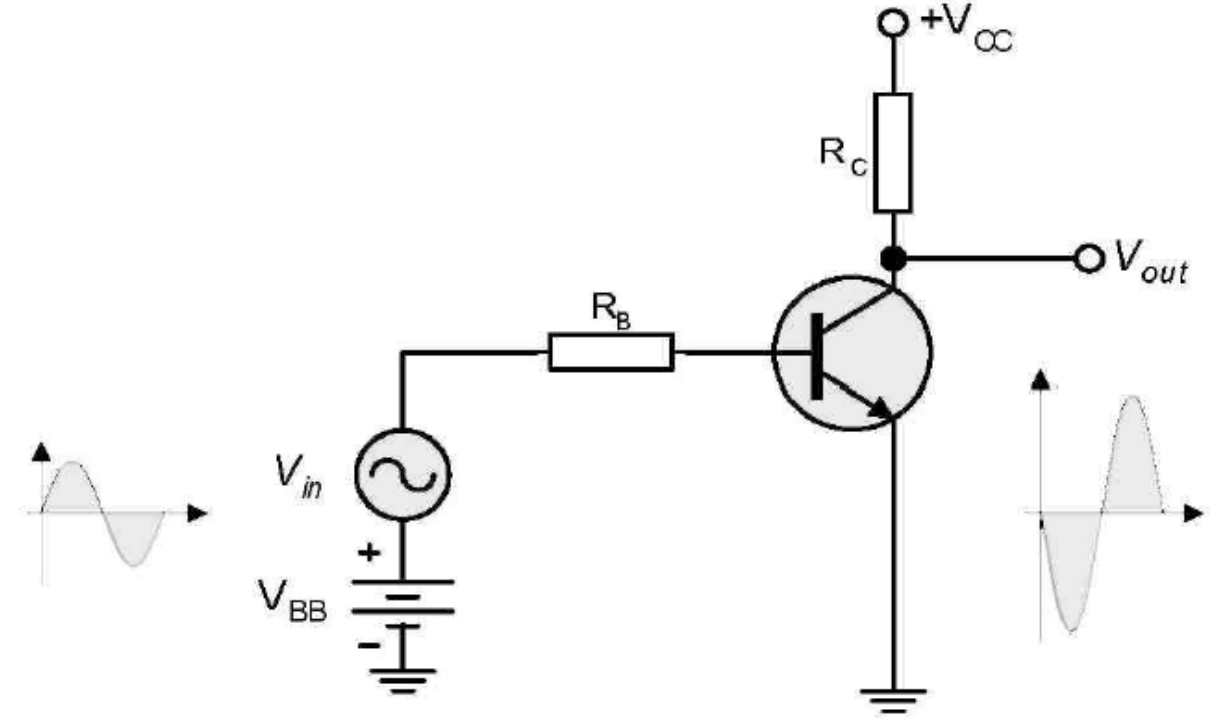
$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} = \frac{5V - 0.6V}{0.6mA} = 7.3K\Omega$$

# TRANSİSTÖRÜN YÜKSELTEÇ OLARAK ÇALIŞMASI

- Transistörlerin çok popüler bir diğer uygulama alanı ise yükselteç (amplifier) devresi tasarımıdır.
- **Yükseltme (amplifikasyon) işlemi, transistöre uygulanan her hangi bir işaretin genliğinin veya gücünün doğrusal olarak kuvvetlendirilmesi (yükseltilmesi) işlemidir.**
- Yükselteç olarak tasarlanacak bir transistör, **genellikle aktif bölgede çalıştırılır.**
- Transistörün en temel uygulama alanlarından biri de yükselteç (amplifier) devresi tasarımıdır.
- Temel bir yükselteç devresinin işlevi, girişine uygulanan işareti yükselterek (kuvvetlendirerek) çıkışına aktarmasıdır.

# TRANSİSTÖRÜN YÜKSELTEÇ OLARAK ÇALIŞMASI

- Transistörlü temel bir yükselteç devresi yandaki şekilde verilmiştir.
- Devrede kullanılan DC kaynaklar transistörün aktif bölgede çalışmasını sağlamak içindir.
- Devre girişine uygulanan AC işaret ( $V_{in}$ ) ise yükseltme işlemine tabi tutulacaktır.
- Transistörlü yükselteç devresinde; devrenin yükselteç olarak çalışabilmesi için DC besleme (polarma) gerilimlerine gereksinim vardır.
- Dolayısıyla transistörlü yükselteç devreleri genel olarak iki aşamada incelenebilirler.
- Bu aşamalar;
- Transistörlü yükselteç devrelerinin dc analizi
- Transistörlü yükselteç devrelerinin ac analizi



Transistörlü yükselteç devresi



## DC ANALİZ

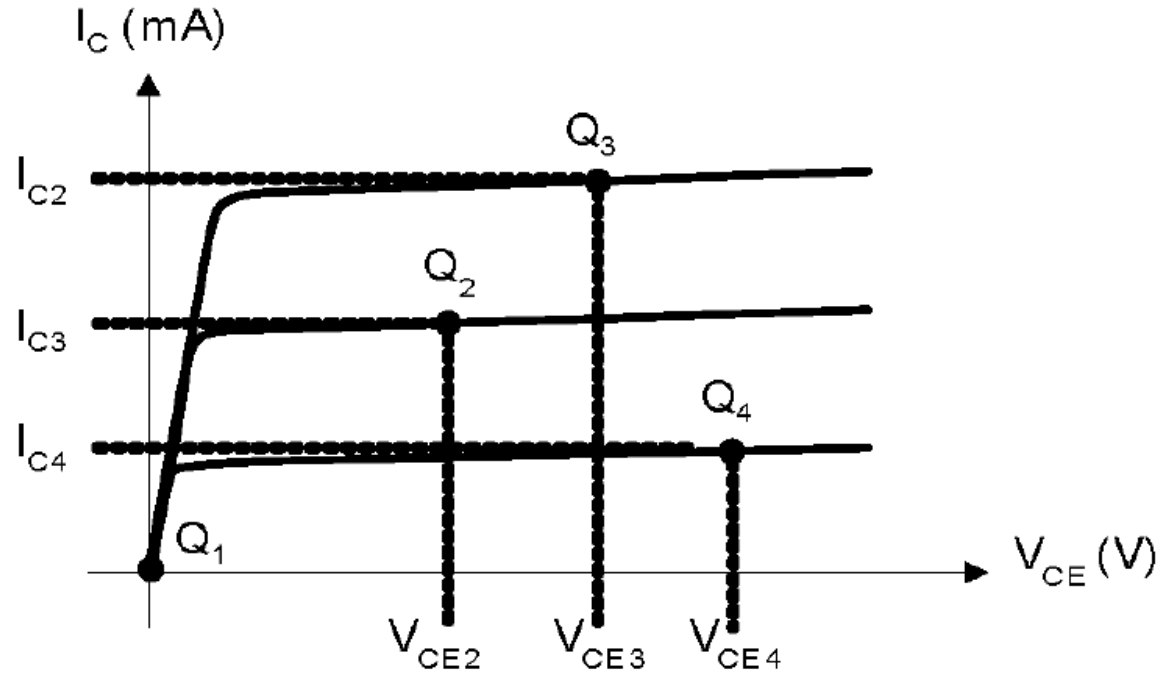
- İyi bir yükselteç tasarımı için transistörün özelliklerine uygun DC polarma akım ve gerilimleri seçilmelidir.
- Dolayısıyla yükselteç tasarımında yapılması gereken ilk adım transistörlü yükselteç devresinin DC analizidir.
- Analiz işleminde transistörün çalışma bölgesi belirlenir.
- Bu bölge için uygun akım ve gerilimler hesaplanır.
- Sonuçta; transistörlü yükselteç devresi AC çalışmaya hazır hale getirilir.
- Transistörlü yükselteç devrelerinin DC analizinde eşdeğer devrelerden yararlanılır.

## DC Polarma ve Çalışma Noktası

- Transistörlü yükselteç; girişinden uygulanan işaretleri yükselterek çıkışına aktarmak üzere tasarlanmış bir devredir.
- Transistöre uygulanan polarma gerilimleri çıkış karakteristiği üzerinde transistörün çalışma noktasını belirler.
- Transistörün sahip olduğu polarma akım ve gerilim değerini gösteren bu nokta “çalışma noktası” ya da “ $Q$  noktası” olarak adlandırılır.

## DC Polarma ve Çalışma Noktası

- Şekilde bir transistörün çıkış karakteristiği üzerinde çeşitli çalışma noktası örnekleri verilmiştir.
- Örneğin **DC** polarma gerilimleri uygulanmasa idi transistörün çalışma noktası ***Q1*** olurdu.
- Bu durumda transistör tümüyle kapalı olur ve girişinden uygulanan işaretleri yükseltmez idi.



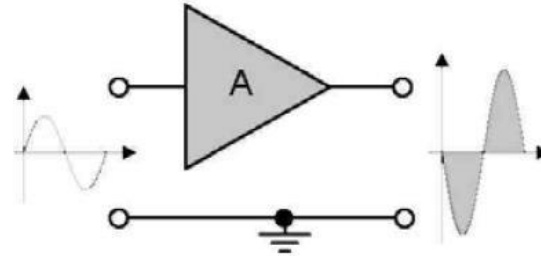
*Transistör için çeşitli çalışma noktası örnekleri*

## DC Polarma ve Çalışma Noktası

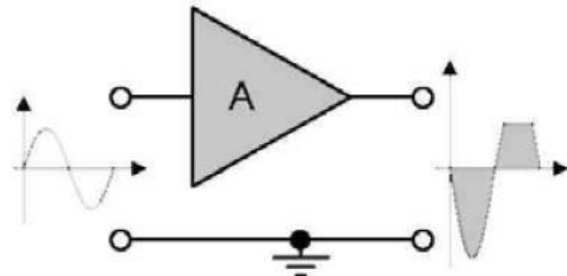
- Transistöre polarma gerilimleri uygulandığında ise çalışma noktaları şekil üzerinde belirtilen  $Q2$ ,  $Q3$  ve  $Q4$  noktalardan birinde olabilirdi.
- Bu çalışma noktalarında transistör doğal olarak yükselteç olarak çalışacaktır.
- Dolayısıyla girişinden uygulanan işareti yükselterek çıkışına aktaracaktır.
- Transistör çıkışından alınan işaret de nispeten bozulma olmayacaktır

## DC Polarma ve Çalışma Noktası

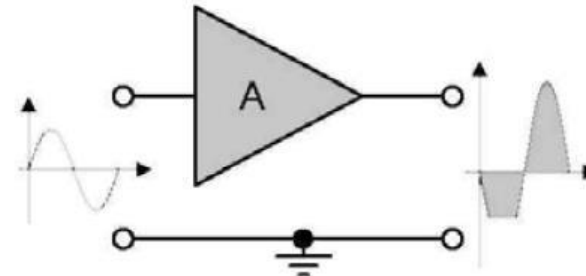
- Örneğin şekil-a'da transistörün çalışma noktası uygun seçilmiş ve lineer bir yükseltme sağlanmıştır.
- Ancak çalışma noktasının uygun seçilmemesi durumunda ise çıkış işaretinde kırpılmalar oluşmaktadır.
- Bu durum şekil-b ve c üzerinde gösterilmiştir.



a) Lineer Çalışma



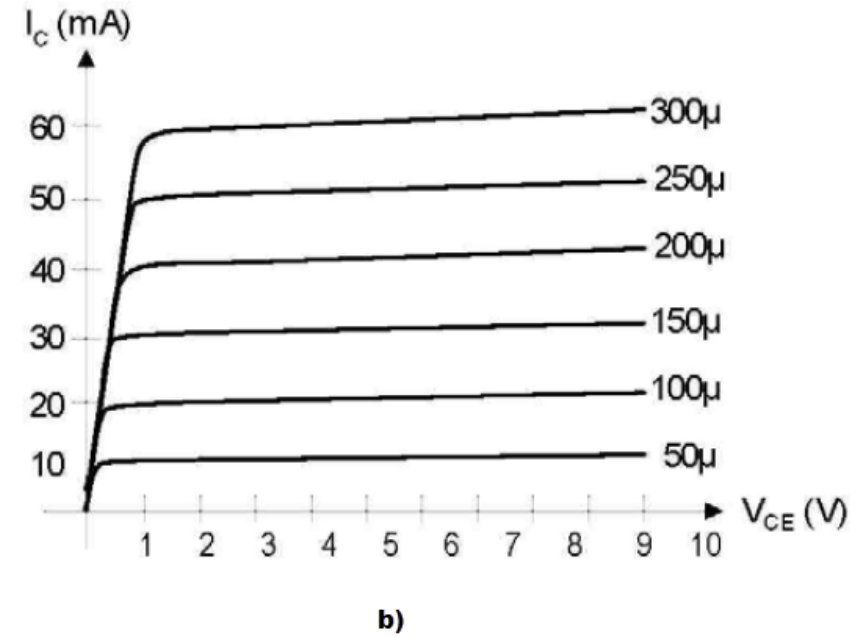
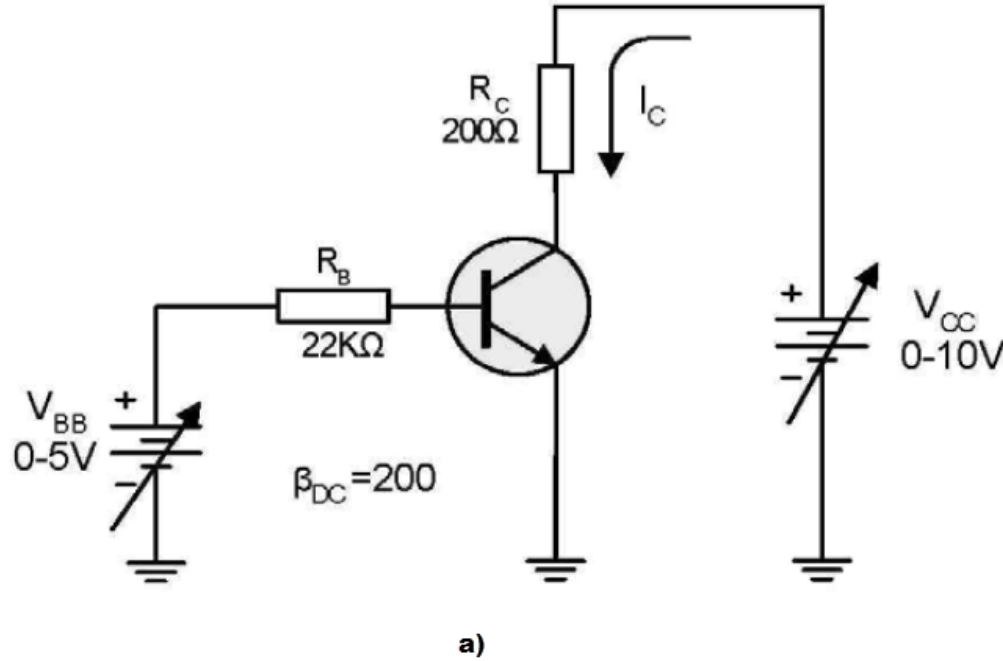
b) Çıkış gerilimi kesim sınırında kırılmış



c) Çıkış gerilimi doyum sınırında kırılmış

## DC Yük Hattı

- Transistörlü yükselteç devrelerinde çalışma noktasının ve DC yük hattının önemini göstermek amacı ile aşağıdaki şekil-a da görülen devreden yararlanılacaktır.
- Bu devrede transistörün polarma akım ve gerilimleri,  $V_{BB}$  ve  $V_{CC}$  kaynakları ile ayarlanabilmektedir.
- Devredeki transistör için kolektör karakteristik eğrileri ise şekil-b de verilmiştir.



*Ayarlanabilen kaynaklarla dc polarma ve transistörün karakteristik eğrisi*

## DC Yük Hattı

- **DC** polarmanın etkisini ve önemini anlamak amacı ile şekildeki devrede  **$I_B$**  akımının farklı değerlere ayarlayalım. Ayarladığımız her bir  **$I_B$**  akımı değerine karşılık transistörün  **$I_C$**  ve  **$V_{CE}$**  değerlerinin nasıl değiştiğini inceleyelim.
- İlk olarak  **$V_{BB}$**  kaynağını ayarlayarak  **$I_B$**  değerini  **$100\mu A$**  yapalım. Bu durumda transistörün kolektör akımı  **$I_C$** ;

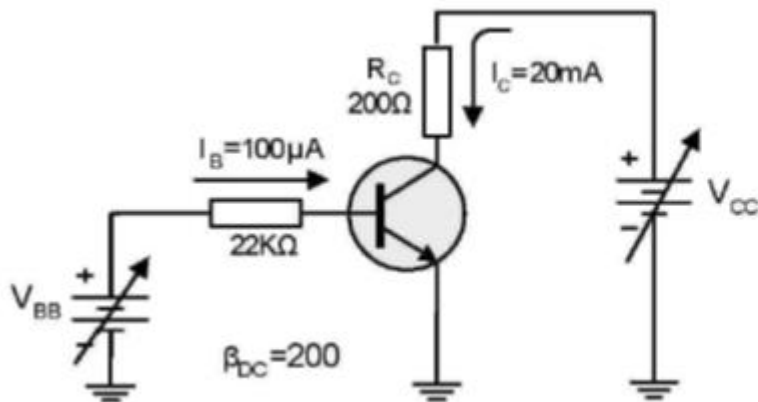
$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 100\mu A = 20mA$$

olacaktır.

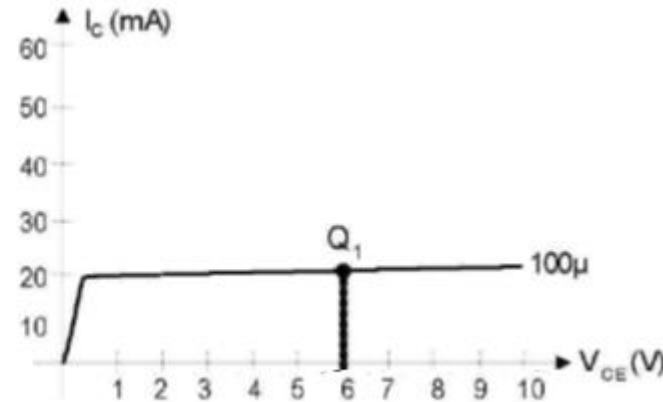
- Bu kolektör akımına karşılık transistörde oluşan kolektör-emiter gerilim düşümü  **$V_{CE}$** ;

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \cdot R_C) = 10V - (20mA \cdot 200\Omega) = 6V \quad \text{olacaktır.}$$

- Bulunan bu değerlere karşılık gelen transistörün çalışma noktası aşağıdaki şekilde transistör karakteristiğinde gösterildiği gibi  **$Q_1$**  olacaktır.

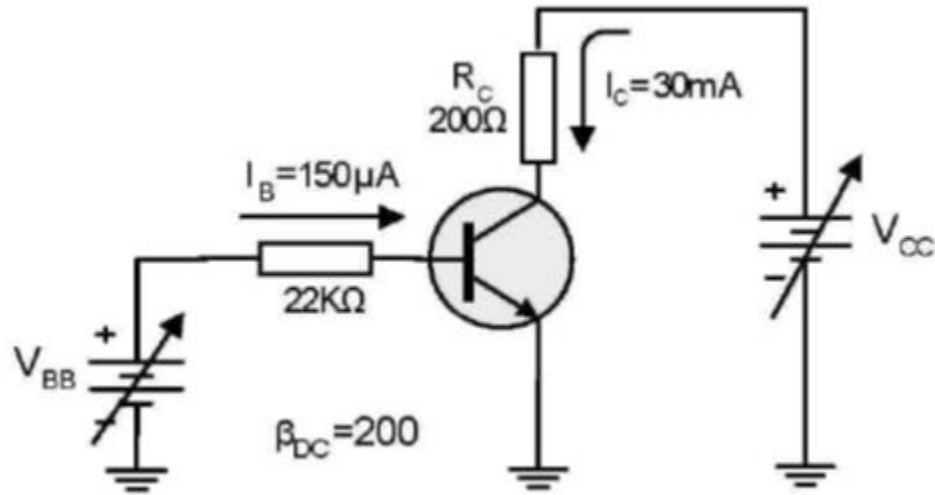


a)  $I_B = 100\mu A$  değeri için transistörün  $Q$  çalışma noktası

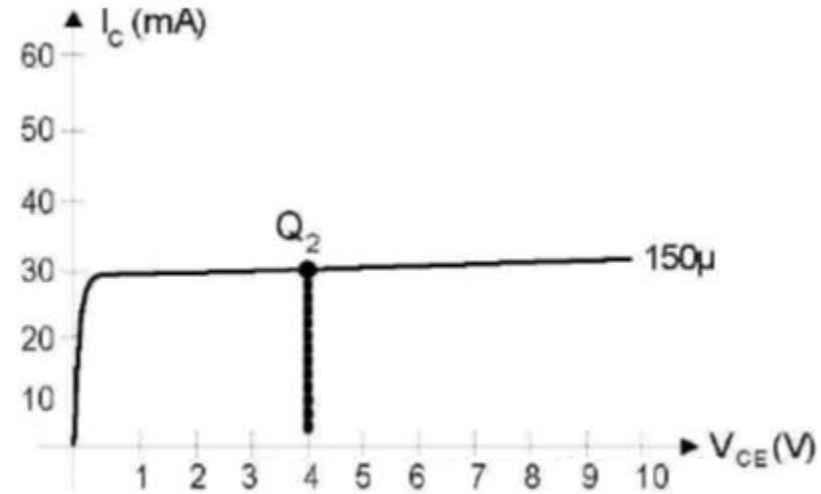


## DC Yük Hattı

- Transistörün beyz akımının  $I_B = 150\mu A$  yapılması durumunda ise kolektör akımı;  
$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 150\mu A = 30mA$$
 olacaktır.
- Bu kolektör akımına karşılık transistörde oluşan kolektör-emiter gerilim düşümü  $V_{CE}$ :  
$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \cdot R_C) = 10V - (30mA \cdot 200\Omega) = 4V$$
- olacaktır. Bulunan bu değerlere karşılık gelen transistörün çalışma noktası aşağıdaki şekilde transistör karakteristiğinde gösterildiği gibi  $Q_2$  olacaktır.



b)  $I_B = 150\mu A$  değeri için transistörün  $Q_2$  çalışma noktası





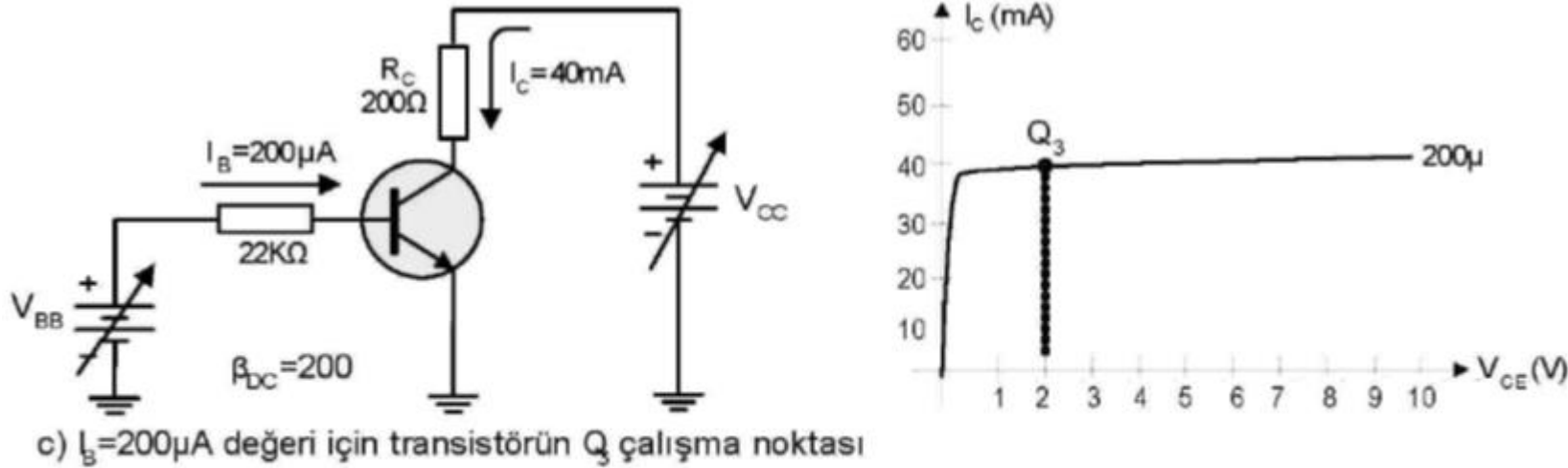
## DC Yük Hattı

- Son olarak  $I_B$  akımını  $200\mu A$  yapalım bu durumda transistörün çalışma noktasını bulalım:

$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 200\mu A = 40mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \cdot R_C) = 10V - (40mA \cdot 200\Omega) = 2V$$

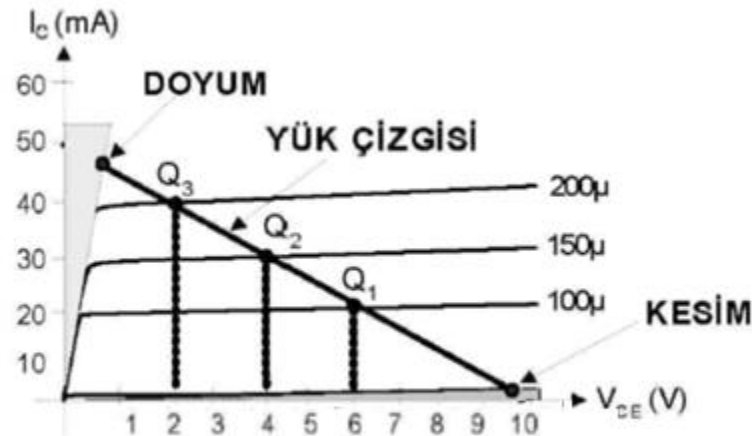
- olacaktır. Bulunan bu değerlere karşılık gelen transistörün çalışma noktası aşağıdaki şekilde transistör karakteristiğinde gösterildiği gibi  $Q_3$  olacaktır.



*Çeşitli  $I_B$  akımı değerlerinde transistörün çalışma noktasının değişimi*

# DC Yük Hattı

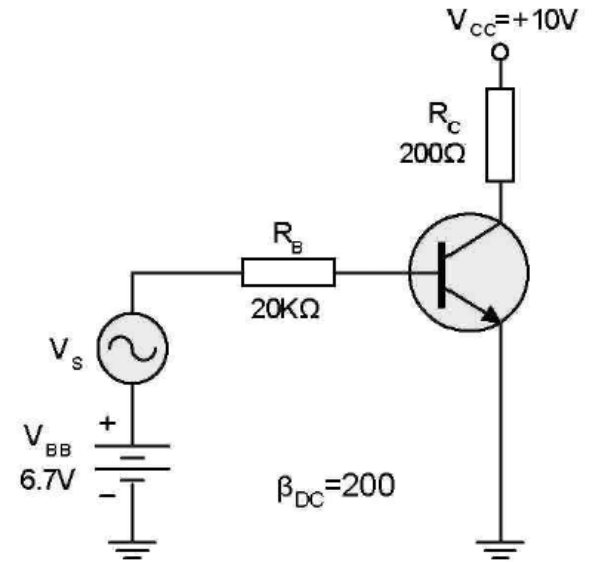
- Her ***IB*** akım değerine bağlı olarak transistörün çalışma bölgesindeki değişimler aşağıdaki şekil üzerinde toplu olarak verilmiştir.
- şekiller dikkatlice incelenirse transistörün beyz akımındaki değişim, kolektör akımını değiştirmekte dolayısıyla transistörün kolektör-emiter (***VCE***) gerilimi de değişmektedir.
- Örneğin ***IB*** akımındaki artma, ***IC*** akımını artırmaktadır.
- Buna bağlı olarak ***VCE*** gerilimi azaltmaktadır.
- Bu durumda ***VBB*** geriliminin ayarlanması ile ***IB*** değeri ayarlanmaktadır.
- ***IB*** nin ayarlanması ise transistörün ***DC*** alışma noktasını düzgün bir hat üzerinde hareket ettirmektedir.
- şekillerdeki transistör karakteristiği üzerinde gösterilen ve Q1, Q2 ve Q3 ile belirtilen çalışma noktalarının birleştirilmesi ile bir doğru elde edilir.
- Bu doğru “DC yük hattı” olarak adlandırılır.
- Aşağıdaki şekilde DC yük hattı karakteristik üzerinde gösterilmiştir.



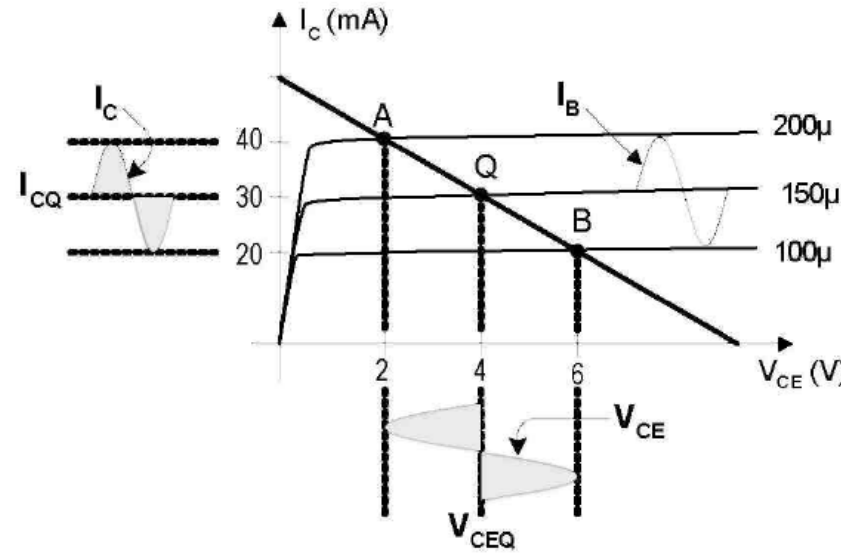
*Transistör karakteristiği üzerinde dc yük hattının gösterilişi*

# Lineer Çalışma

- Transistörün başlıca 3 çalışma bölgesi olduğu belirtilmişti.
- Bunlar; *kesim*, *doyum* ve *aktif* bölgelerdir.
- Transistör aktif bölgede çalışırken bütün çalışma noktaları kesim ve doyum bölgeleri arasındadır.
- Transistör eğer aktif bölgede çalışıyorsa girişine uygulanan işareti (sinyali) lineer olarak yükseltir.
- Lineer yükseltme işlemini incelemek amacıyla aşağıdaki şekil–a’ da verilen devreden yararlanılacaktır.
- Başlangıçta devre girişine  $V_S$  işaretinin uygulanmadığını düşünelim.
- Devrede beyz akımının  $I_B=150\mu A$  ve kolektör akımının ise  $I_C=30mA$  olduğunu kabul edelim.
- Bu durumda transistörün çalışma noktası  $V_{CE}=4V$  olacaktır.
- Bu nokta şekil–b’de transistör karakteristiği üzerinde gösterilen  $Q$  çalışma noktasıdır.



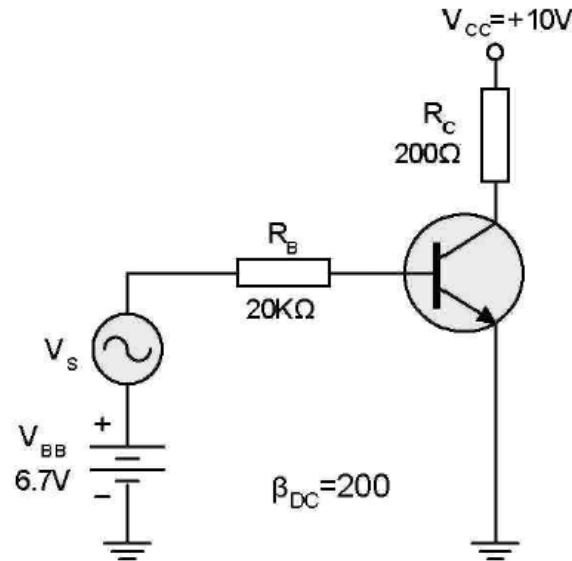
a) Ayarlı kaynaklarla transistörlü polarma devresi



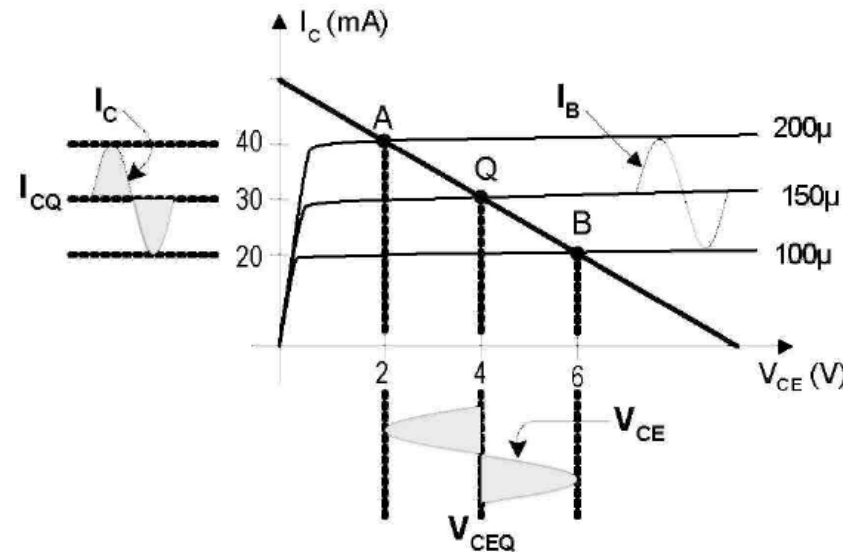
b) Yük hattı üzerinde sinyal davranışı

## Transistörlü yükselteç devresi ve yük hattı üzerinde sinyal davranışları

- Devre girişine  $V_S$  kaynağından tepe değeri  $50\mu A$  olan bir sinüs işareti uygulandığını varsayalım. Önce  $V_S$  işaretinin pozitif saykılı geldiğini kabul edelim.
- Bu işaret;  $V_{BB}$  kaynağı ile aynı yönde etki edecek ve beyz akımının yükselmesine neden olacaktır. Giriş işareti  $V_S$ , pozitif tepe değerine ulaştığında beyz akımında maksimum oranda yükselecektir.
- Bu anda  $I_B = 150 + 50 = 200\mu A$  olacaktır.
- Bu değer şekil-b’de karakteristikte “A” noktası olarak işaretlenmiştir.
- Buna karşılık kolektör akımı  $40mA$  değerine yükselecek, kolektör-emiter gerilimi ise  $2V$  değerine düşecektir.
- Bu aşamadaki çalışmaya dikkat edilirse transistörün çalışma noktası A noktasına kaymıştır. Burada giriş işaretinde toplam  $50\mu A$ ’lık bir değişim vardır.
- Çıkış kolektör akımında ise  $10mA$ ’lık bir değişim söz konusudur. Dolayısıyla giriş işaretinin pozitif saykılı **200** kat yükseltilmiştir.



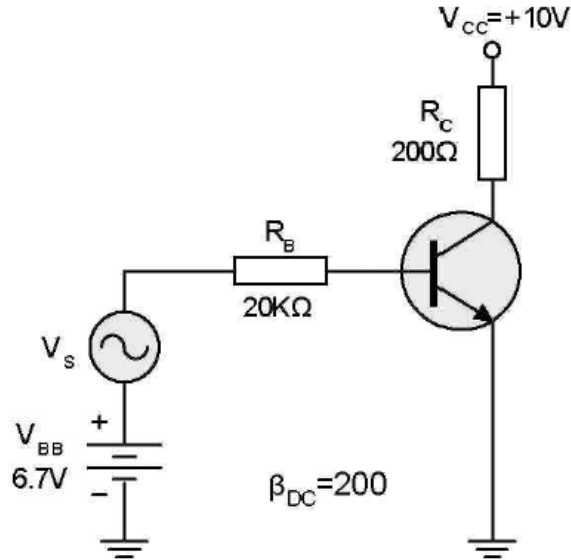
a) Ayarlı kaynaklarla transistörlü polarma devresi



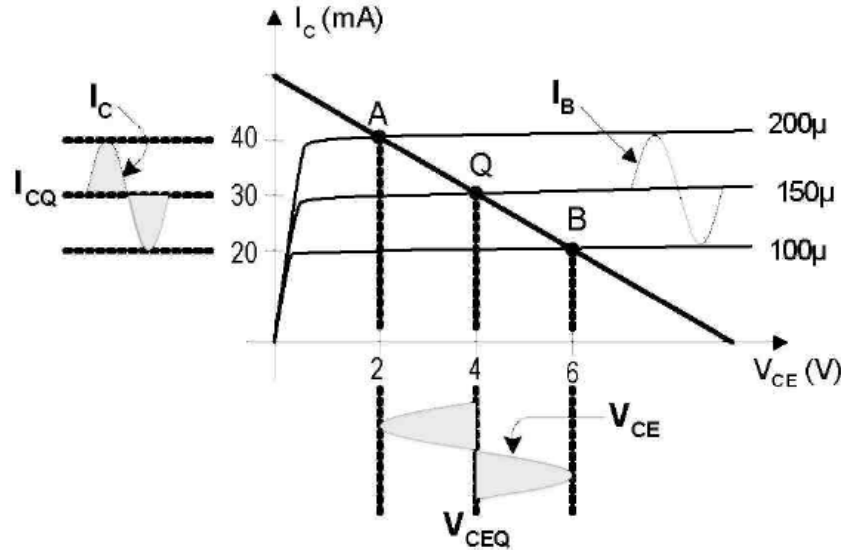
b) Yük hattı üzerinde sinyal davranışı

## Transistörlü yükselteç devresi ve yük hattı üzerinde sinyal davranışları

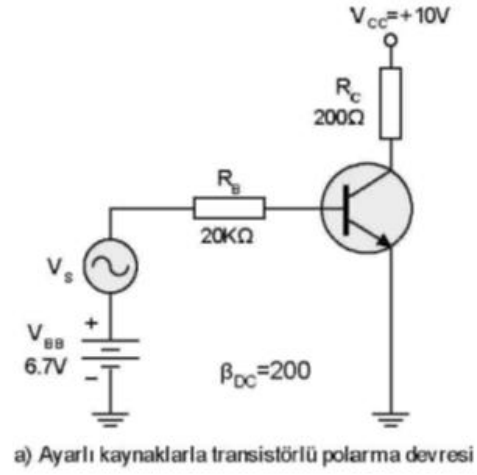
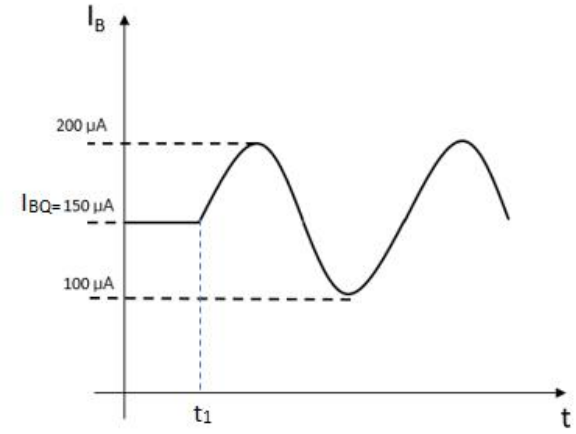
- Giriş işaretinin negatif saykılında ise; bu işaret beyz akımını dolayısıyla kolektör akımını azaltacaktır.
- Transistör şekil-b’de karakteristik üzerinde gösterilen ve “**B**” olarak adlandırılan çalışma noktasına kayacaktır.
- Bu çalışma noktasında;  **$I_B=100\mu A$ ,  $I_C=20mA$**  ve  **$V_{CE}=6V$**  değerine ulaşacaktır.
- Aynı şekilde dikkat edilirse giriş işaretinin **200** kat yükseltildiği görülecektir.
- Buraya kadar anlatılanlardan da anlaşılacağı gibi, **devre girişinde AC giriş işareti yokken, transistör Q çalışma noktasında kalmaktadır.**
- **Girişe bir sinyal gelmesi durumunda ise çalışma noktası bu sinyalin yönüne bağlı olarak aşağıya veya yukarıya kaymaktadır.**



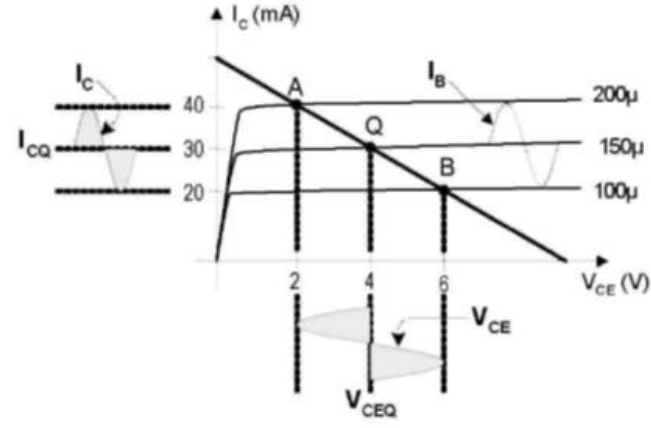
a) Ayarlı kaynaklarla transistörlü polarma devresi



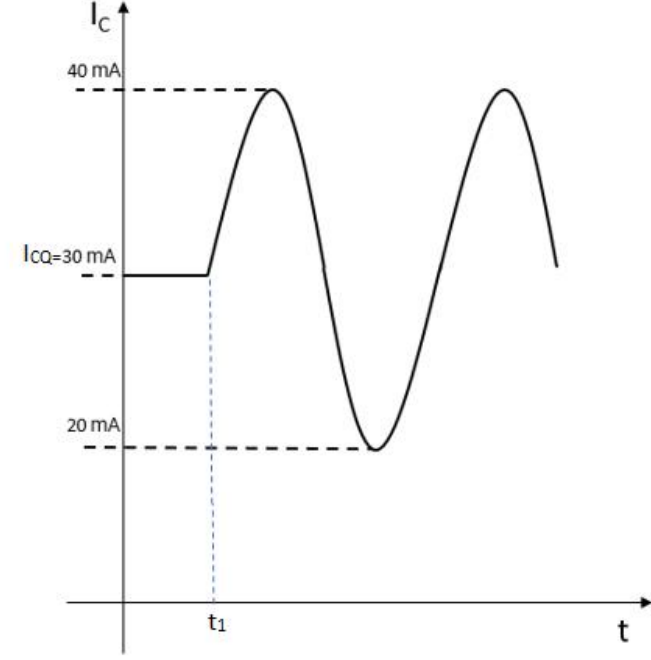
b) Yük hattı üzerinde sinyal davranışı



a) Ayarlı kaynaklarla transistörlü polarma devresi



b) Yük hattı üzerinde sinyal davranışı



## *Transistörlü yükselteç devresi ve yük hattı üzerinde sinyal davranışları*

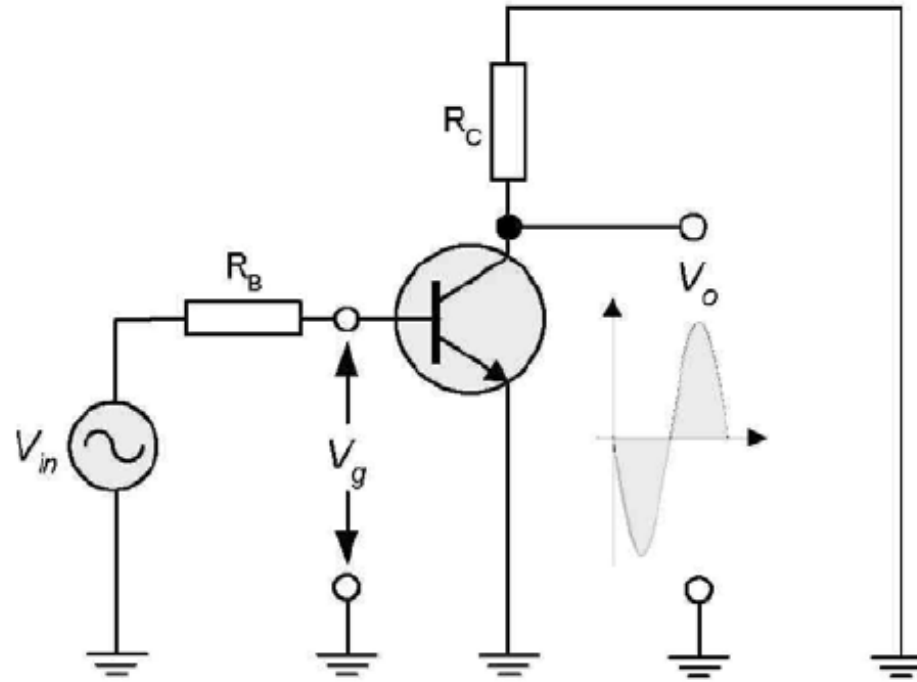
- Giriş işareti yükseltme işleminde  $Q$  noktasının etrafında salınmaktadır. Transistörün kesim veya doyum noktalarına ulaşmamaktadır.
- Çıkışta elde edilen işaret, giriş işaretinin yükseltilmiş bir formudur.
- Çıkış işaretinin dalga biçiminde herhangi bir bozulma yoktur.
- Bundan dolayı bu işleyişe “Lineer Çalışma” denir.

## AC Analiz

- Transistörlü yükselteç tasarımında ikinci evre, tasarlanan veya tasarlanacak yükselteç devresinin AC analizidir.
- Yükselteç devresinin AC analizini yapılırken eşdeğer devrelerden yararlanılır.
- Transistörlü temel bir yükselteç devresinin AC eşdeğeri devresi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



## AC Analiz



Transistörlü yükselteç devresinin ac eşdeğeri

## **AC Analiz**

- **Transistörlü bir yükselteç devresinin AC eşdeğer devresi çizilirken, DC kaynaklar kısa devre yapılır.**
- **Yükselteç devresi doğal olarak girişinden uygulanan AC işareti yükselterek çıkışına aktaracaktır.**
- **Dolayısıyla bir kazanç söz konusudur.**
- **Yükseltecin temel amacı da bu kazancı sağlamaktır.**
- **Bir yükselteç devresi; girişinden uygulanan işaretin genliğini, akımını veya gücünü yükseltebilir.**
- **Dolayısıyla bir akım, gerilim veya güç kazancı söz konusudur.**

## AC Analiz

- Yükselteçlerde kazanç ifadesi  $A$  ile sembolize edilir.
- Gerilim kazancı için  $\mathbf{A_V}$ , Akım kazancı için  $\mathbf{A_I}$  ve güç kazancı için  $\mathbf{A_P}$  sembolleri kullanılır.
- Örneğin yukarıdaki şekilde görülen yükselteç devresinin gerilim kazancı  $A_V$ ;

$$A_V = \frac{V_0}{V_g}$$

# ÖDEV

1. Yanda gösterilen devrede transistörde  $\beta=100$  ve  $V_{BE}=0.7\text{ V}$ 'dir.  
Transistör üzerindeki akım ve gerilimleri bulunuz.
2. Birinci soruda hesaplamalarınıza göre transistör hangi bölgede çalışıyordu?
3. Aktifteyse Doyuma nasıl geçirirsiniz hesaplayarak gösteriniz?
4. Doyumdaysa aktife nasıl geçirirsiniz hesaplayarak gösteriniz

## 5. Okul numaranızın son iki hanesini

$V_{CC}=10\text{ Volt}$  değeri ile değiştirin ve  $V_{BB} = V_{CC}/2$  olarak tüm çözümleri yeniden gerçekleştiriniz.

