

## 1. Aşağıdaki cümlelerdeki boşlukları doldurunuz.

- a. Bir diyota zener bölgesine girmeksizin uygulanabilecek en büyük tersine öngerilimleme potansiyeline **ters tepe gerilimi** adı verilir.
- b. Diyotun belli bir çalışma noktasındaki direncine **statik direnç** denir.
- c. Giriş geriliminin en yüksek ve en düşük değerleri ile belirlenen kesişim noktaları arasında çizilen düz bir çizgi tarafından belirlenen diyot direncine **ortalama direnç** adı verilir.
- d. Alternatif gerilimi doğru gerilime çeviren devrelere **doğrultucu devreler** adı verilir.
- e. Değişken dalga biçiminin geri kalan kısmını bozmaksızın, giriş sinyalinin bir bölümünü kesme özelliğine sahip olan devrelere **kırpıcı devreler** adı verilir.
- f. Öngerilimleme ve karşılaştırmaya yönelik sabit bir referans gerilimi sağlamak için **zener diyot** kullanılır.
- g. İki n- ve bir p- tipi malzeme tabakasından veya iki p- ve bir n- tipi malzeme tabakasından oluşan üç katmanlı yarıiletken bir devre elemanına **bipolar jonksiyonlu transistor** adı verilir.
- h. Ortak emetörlü devrenin yükseltme faktörü **beta** ile gösterilir.
- i. Bipolar Jonksiyonlu Transistor(BJT) **akım** kontrollü yarıiletken bir devre elemanıdır.
- j. Alan Etkili Transistor(FET) **gerilim** kontrollü yarıiletken bir devre elemanıdır.

### Cevap 2a.

Baz-emetör çevre denkleminde aşağıdaki denklem yazılır.

$$-V_{CC} + R_B \cdot I_B + V_{BE} + R_E \cdot I_E = 0$$

$$-V_{CC} + R_B \cdot I_B + V_{BE} + R_E \cdot (\beta + 1) \cdot I_B = 0$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_E \cdot (\beta + 1)} = \frac{12 - 0.7}{560 + 2.2 \times 101} = \frac{11.3}{560 + 222.2} = \frac{11.3}{782.2} = 0.014 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \times 0.014 \text{ mA} = 1.4 \text{ mA}$$

$$I_E = (\beta + 1) \cdot I_B = 101 \times 0.014 \text{ mA} = 1.414 \text{ mA}$$

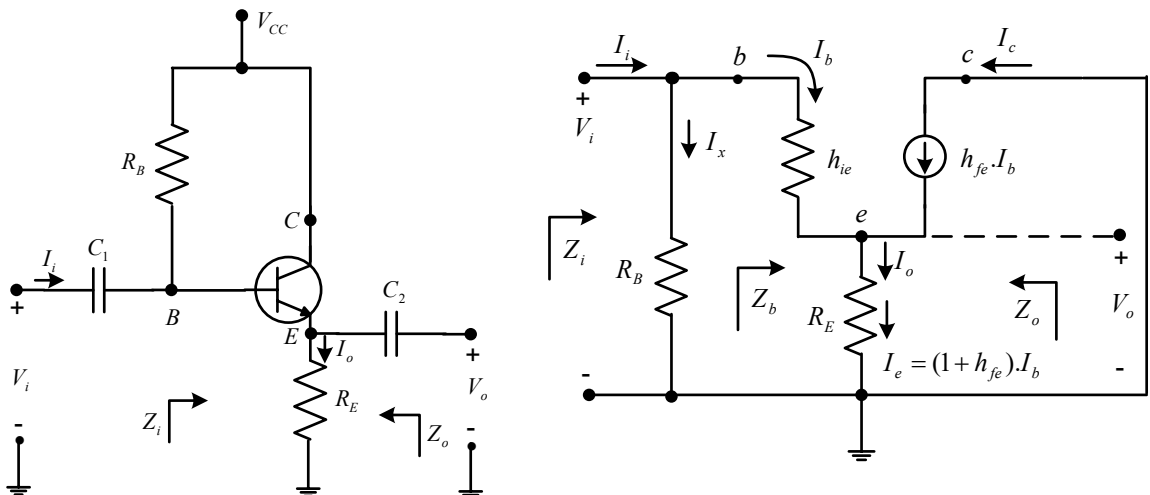
Kollektör-emetör çevre denkleminde aşağıdaki denklem yazılır.

$$-V_{CC} + V_{CE} + R_E \cdot I_E = 0$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_E \cdot I_E$$

$$V_{CE} = 12 - 2.2 \times 1.414 = 12 - 3.1108 = 8.8892 \text{ Volt}$$

### Cevap 2b.



$Z_i$  giriş empedansının bulunması;

$$r_e = \frac{26mV}{I_E} = \frac{26mV}{1.414mA} = 18.39 \Omega$$

$$Z_b = \beta \cdot r_e + (1 + h_{fe}) \cdot R_E = 100 \times 18.39 + 101 \times 2.2 = 1.839 + 222.2 = 224.039 \text{ k}\Omega$$

$$Z_i = R_B // Z_b = \frac{224.039 \times 560}{224.039 + 560} = \frac{125461.84}{784.039} = 160 \text{ k}\Omega$$

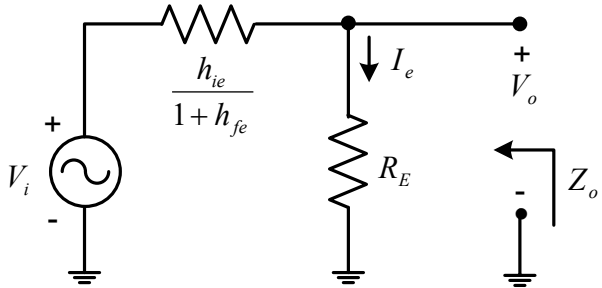
$Z_o$  çıkış empedansının bulunması;

$$I_b = \frac{V_i}{Z_b} \text{ idi.}$$

$$I_e = (1 + h_{fe}) \cdot I_b = (1 + h_{fe}) \cdot \frac{V_i}{Z_b} = \frac{(1 + h_{fe}) \cdot V_i}{h_{ie} + (1 + h_{fe}) \cdot R_E}$$

$$I_e = \frac{V_i}{\left[ \frac{h_{ie}}{(1 + h_{fe})} \right] + R_E} = I_o$$

Bu denklem ile tanımlanan devreyi kurarsak ve burada  $V_i = 0$  dersek;



$$V_i = 0 \Rightarrow Z_o = R_E // \frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}}$$

$$Z_o = \frac{\beta r_e}{(1 + h_{fe})} // R_E = \frac{\left[ \frac{\beta r_e}{(1 + h_{fe})} \right] \times R_E}{\left[ \frac{\beta r_e}{(1 + h_{fe})} \right] + R_E} = \frac{\frac{1.839}{101} \times 2.2}{\frac{1.839}{101} + 2.2} = \frac{0.040}{2.22} = 0.018 \text{ k}\Omega$$

$A_v$  nin bulunması;

$$V_i = I_b \cdot Z_b \text{ ve}$$

$$V_o = (1 + h_{fe}) \cdot I_b \cdot R_E \text{ idi. Bu durumda;}$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{(1 + h_{fe}) \cdot I_b \cdot R_E}{\left[ (1 + h_{fe}) \cdot R_E + h_{ie} \right] I_b} = \frac{R_E}{\frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}} + R_E} = \frac{R_E}{\frac{\beta r_e}{1 + h_{fe}} + R_E} = \frac{2.2}{\frac{1.839}{101} + 2.2} = \frac{2.2}{2.22} = 0.99 \text{ olur.}$$

$A_i$  nin bulunması;

Akım bölücü kuralı uygulandığında;

$$I_i = I_b \cdot \left( \frac{R_B + Z_b}{R_B} \right) \text{ bulunur. (Daha önce yapıldı)}$$

$$I_o = I_e = (1 + h_{fe}) \cdot I_b \text{ idi.}$$

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{(1 + h_{fe}) \cdot I_b}{\left( \frac{R_B + Z_b}{R_B} \right) \cdot I_b} = \frac{R_B \cdot (1 + h_{fe})}{R_B + Z_b} = \frac{560 \times 101}{560 + 224.039} = \frac{56560}{784.039} = 72.14$$

$h_{ie} = \beta \cdot r_e$  ve  $h_{fe} = \beta$  yerine konmak suretiyle,  $r_e$  eşdeğer devre modeline ait eşitlikler doğrudan yukarıdaki denklemlerden elde edilir.

$\beta \gg 1$  için;

$$Z_o = R_E // r_e$$

$$A_v = \frac{R_E}{R_E + r_e} \quad \text{ve} \quad A_i = \frac{\beta \cdot R_B}{R_B + Z_b} \quad \rightarrow \quad Z_b = \beta \cdot (r_e + R_E) \text{ dir.}$$

### Cevap 3.

Kapı-kaynak devre denkleminde aşağıdaki denklem yazılabilir.

$$-10 \text{ V} + I_D R_S + V_{SG} = 0 \quad \Rightarrow \quad -10 \text{ V} + I_D \times 2.4 = -V_{SG} \quad \Rightarrow \quad -10 \text{ V} + I_D \times 2.4 = V_{GS}$$

$$V_{GS} = -10 \text{ V} + I_D \times (2.4 \text{ k}\Omega)$$

$I_D (mA)$	$V_{GS} (V)$
0	-10
4.16	0

Aynı zamanda eleman denkleminde de aşağıdaki yazılabilir.

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2 = 20 \text{ mA} \times \left( 1 - \frac{V_{GS}}{8 \text{ V}} \right)^2$$

$V_{GS} (V)$	$I_D (mA)$
0	$20 [I_{DSS}]$
$[0.3V_p] 2.4$	$10 \left[ \frac{I_{DSS}}{2} \right]$
$[0.5V_p] 4$	$5 \left[ \frac{I_{DSS}}{4} \right]$
$[V_p] 8$	0

Yukarıda verilen iki denklem çiftinden yukarıdaki tablolar oluşturulur.

Bu iki karakteristiğin kesişme noktasından  $I_{DQ} = 5.7 \text{ mA}$  ve  $V_{GSQ} = 3.7 \text{ V}$  bulunur.

$$V_D = V_{DD} + I_D R_D = -20 \text{ V} + (5.7 \text{ mA}) \times (1.1 \text{ k}\Omega) = -13.73 \text{ V}$$

$$V_S = 10 \text{ V} - (5.7 \text{ mA}) \times (2.4 \text{ k}\Omega) = 10 - 13.68 = -3.68 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = -13.73 \text{ V} - (-3.68 \text{ V}) = -10.05 \text{ V}$$