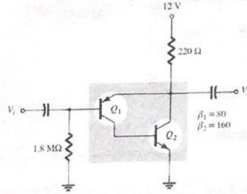


KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ELEKTRONİK-I (131515113-131525113) BÜTÜNLEME SINAVI

09.01.2019

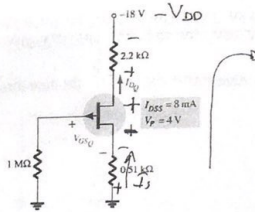
(1) Si Zener diyotlar kullanılan bir paralel kırpıcı devresinin girişine 20 Vp-p kare dalga işareti uygulanıyor. Kırpıcı devresinin çıkışında genliği ortalama +5V/-5V gerilim aralığında sınırlanan bir işaret elde edilmek isteniyor. Ayrıca çıkışa iki LED'li polarite sezici (+/- gerilimi algılayan) bir devre ile 1 kΩ değerinde yük direnci ekleniyor. Bu devrenin + polaritede kırmızı LED ($V_F=1.8V$, 20 mA akımla çalışan) ve - polaritede yeşil LED ($V_F=2.2V$, 20 mA akımla çalışan) yanacak şekilde çalışması gerekmektedir. Not: Ekteki standart eleman değerlerini kullanınız.

- a) Devre tasarımını yaparak tüm devre şemasını çiziniz (5p) ve devre elemanlarını bulunuz (5p).
b) Kırpıcı devresinin transfer karakteristiğini (5p) ve çıkış dalgasını (5p) çiziniz.
- (2) Geribesleme çifti (feedback pair) yükselteç devresi için
- a) Herbir transistörün I_{BQ} ve I_{CQ} akım değerlerini hesaplayınız. (10p)
b) Herbir transistörün V_{CEQ} değerlerini bulunuz. (10p)



(3) Şekildeki p-kanallı JFET için

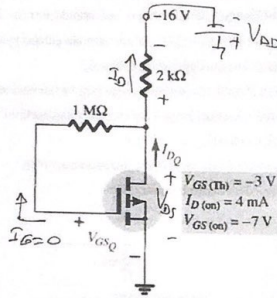
- a) Q çalışma noktası (I_{DQ} - V_{GSQ}) ile V_{DSQ} , V_{DQ} değerlerini hesaplayınız. (15p)
b) DC kaynaktan çekilen ve JFET'te harcanan gücü bulunuz. (5p)



(4) Gerilim bölücüli kutuplamaya sahip ve besleme gerilimi 24V olan bir NPN BJT li yükselteç devresi tasarlayınız. Tasarımda $I_{CQ}=4\text{ mA}$ ve $V_{CEQ}=8\text{ V}$ alınız. Ayrıca $V_E=\frac{1}{8}V_{CC}$ seçiniz. (20p)

Not: Standart direnç değerlerini kullanınız ve β değerini siz seçiniz.

(5) Şekildeki devrenin Q-çalışma noktası (I_{DQ}, V_{GSQ}) ve V_{DSQ}, V_{DQ} değerlerini hesaplayınız. (20p)



Sınav süresi 90 dakikadır. Başarılar....

Standart Direnç Değerleri:

1.0,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.2,2.4,2.7,3.0,3.3,3.6,3.9,4.3,4.7,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1 ve katları

Standart Kapasitör Değerleri:

1,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.2,2.7,3.0,3.3,3.6,3.9,4.3,4.7,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1 ve katları

Standart Zener Diyotlar:

2.4V, 2.7V, 3.0V, 3.3V, 3.6V, 3.9V, 4.3V, 4.7V, 5.1V, 5.6V, 6.2V, 6.8V, 7.5V, 8.2V, 9.1V, 10V, 11V, 12V, 13V, 15V, 16V, 18V, 20V, 22V, 24V, 27V, 30V, 33V, 36V, 39V, 43V, 47V.

Prof. Dr. Ahmet ALTUNCU

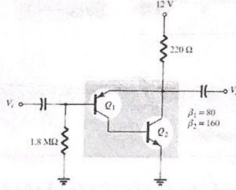
Dr. Fırat Ertaç DURAK

KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ELEKTRONİK-I (131515113-131525113) BÜTÜNLEME SINAVI

09.01.2019

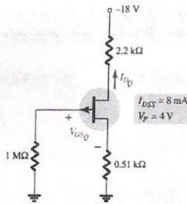
(1) Si Zener diyotlar kullanılan bir paralel kırpıcı devresinin girişine 20 Vp.p kare dalga işareti uygulanıyor. Kırpıcı devresinin çıkışında genliği ortalama +5V/-5V gerilim aralığında sınırlanan bir işaret elde edilmek isteniyor. Ayrıca çıkışa iki LED'li polarite sezici (+/- gerilimi algılayan) bir devre ile 1 kΩ değerinde yük direnci ekleniyor. Bu devrenin + polaritede kırmızı LED ($V_f=1.8V$, 20 mA akımla çalışan) ve - polaritede yeşil LED ($V_f=2.2V$, 20 mA akımla çalışan) yanacak şekilde çalışması gerekmektedir. Not: Ekteki standart eleman değerlerini kullanınız.

- a) Devre tasarımı yaparak tüm devre şemasını çiziniz (5p) ve devre elemanlarını bulunuz (5p).
 - b) Kırpıcı devresinin transfer karakteristiğini (5p) ve çıkış dalgasını (5p) çiziniz.
- (2) Geribesleme çifti (feedback pair) yükselteç devresi için
- a) Herbir transistörün I_{BQ} ve I_{CQ} akım değerlerini hesaplayınız. (10p)
 - b) Herbir transistörün V_{CEQ} değerlerini bulunuz. (10p)



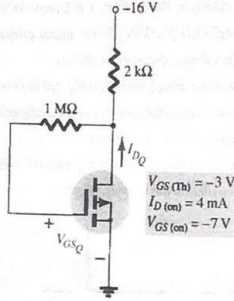
(3) Şekildeki p-kanallı JFET için

- a) Q çalışma noktası (I_{DQ} - V_{GSQ}) ile V_{DSQ} , V_{DQ} değerlerini hesaplayınız. (15p)
- b) DC kaynaktan çekilen ve JFET'te harcanan gücü bulunuz. (5p)



(4) Gerilim bölücülü kutuplamaya sahip ve besleme gerilimi 24V olan bir NPN BJT li yükselteç devresi tasarlayınız. Tasarımda $I_{CQ}=4 \text{ mA}$ ve $V_{CEQ}=8 \text{ V}$ alınız. Ayrıca $V_E=\frac{1}{8}V_{CC}$ seçiniz. (20p)
Not: Standart direnç değerlerini kullanınız ve β değerini siz seçiniz.

(5) Şekildeki devrenin Q-çalışma noktası (I_{DQ}, V_{GSQ}) ve V_{DSQ}, V_{DQ} değerlerini hesaplayınız. (20p)



Sınav süresi 90 dakikadır. Başarılar....

Standart Direnç Değerleri:

1.0,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.2,2.4,2.7,3.0,3.3,3.6,3.9,4.3,4.7,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1 ve katları

Standart Kapasitör Değerleri:

1,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.2,2.7,3.0,3.3,3.6,3.9,4.3,4.7,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1 ve katları

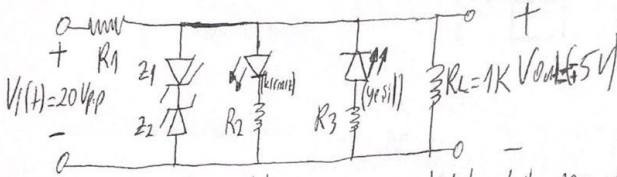
Standart Zener Diyotlar:

2.4V, 2.7V, 3.0V, 3.3V, 3.6V, 3.9V, 4.3V, 4.7V, 5.1V, 5.6V, 6.2V, 6.8V, 7.5V, 8.2V, 9.1V, 10V, 11V, 12V, 13V, 15V, 16V, 18V, 20V, 22V, 24V, 27V, 30V, 33V, 36V, 39V, 43V, 47V.

Prof. Dr. Ahmet ALTUNCU

Dr. Fırat Ertaç DURAK

① a) Tüm devre şeması: (5p)



Devre elemanlarının bulunması: Si Zener diyat kesiminde iken 0.7V göllüne sahiptir.

- $V_{out} = \pm 5V$ iken giriş işaretinin polaritesine göre gözüm yapılır.

$$V_i(t) = +10V \text{ için } Z_1 = \text{Kesim } Z_2 = \text{iletim } V_{out} = V_{Z1} + V_{Z2} = 0.7 + V_{Z2} = 5V \quad (2p)$$

$$V_{Z2} = 4.3V$$

$$V_i(t) = -10V \text{ için } Z_1 = \text{iletim } Z_2 = \text{Kesim } V_{out} = V_{Z1} + V_{Z2}$$

$$= V_{Z1} + 0.7V = 5V \quad V_{Z1} = 4.3V$$

- $V_{out} = 15V$ iken $R_2 = \frac{V_{out} - V_{F_{kucmet}}}{I_k} = \frac{5V - 1.8V}{20mA} = 160\Omega \rightarrow R_2(\text{std}) = 160\Omega$

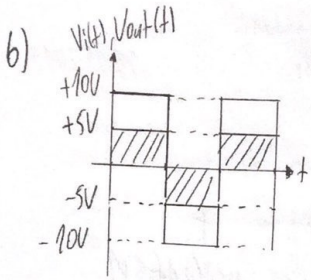
$$R_3 = \frac{V_{out} - V_{F_{yesil}}}{I_y} = \frac{5V - 2.2V}{20mA} = 140\Omega \rightarrow R_3(\text{std}) = 130\Omega \text{ veya } 150\Omega \quad (1p)$$

$$I_{R_L} = \frac{5V}{1K} = 5mA \text{ olacaktır. } R_1 \text{ üzerinde geçen maksimum akım:}$$

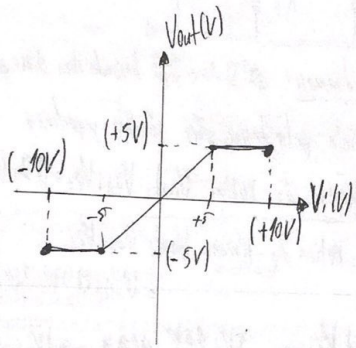
$$LED \text{ Akımı} + I_{R_L} = 20mA + 5mA = 25mA \quad (1p)$$

$$R_1 = \frac{V_i(t) - V_{out}}{25mA} = \frac{10V - 5V}{25mA} = 200\Omega \rightarrow R_1(\text{std}) = 200\Omega$$

sayfa-1

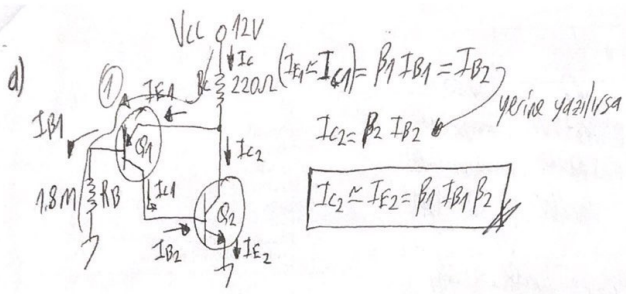


Kirpici Devresinin Giriş/Gıkıs İşareti
(5p)



Transfer Karakteristiđi
(5p)

10/11



$I_C = I_{E1} + (I_{C2} \approx I_{E2})$ iken $I_C = \beta_1 I_{B1} + \beta_1 \beta_2 I_{B1}$
 $I_C = \beta_1 (1 + \beta_2) I_{B1} \approx \beta_1 \beta_2 I_{B1}$

Yani; $I_C \approx I_{C2} = \beta_1 \beta_2 I_{B1}$ bulunur. (4p)

① Adını yola göre $V_{CC} - (I_C \times R_C) - V_{EB1} - (I_{B1} \times R_B) = 0$

$V_{CC} - (\beta_1 \beta_2 I_{B1} \times R_C) - V_{EB1} - (I_{B1} \times R_B) = 0$ (1p)

$I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{EB1}}{R_B + \beta_1 \beta_2 R_C} = \frac{12V - 0.7V}{1.8M + (90 \times 160 \times 0.22k)} = 2.45 \mu A$ $I_{C1} = \beta_1 I_{B1} = 196 \mu A$

$I_{B2} = I_{C1} = 196 \mu A$ (1p) $I_{C2} = \beta_2 I_{B2} = 160 \times 196 \mu A = 31.36 \mu A$ (1p)

b) $V_{B1} = I_{B1} \times R_B = (2.45 \mu A \times 1.8M) = 4.41V$

$V_{E2} = 0$
 $V_{B2} = V_{E2} = 0.7V$

$V_{E1} = V_{EB1} + V_{B1} = 0.7V + 4.41V = 5.11V$ (5p)

$V_{C1} = V_{B2} = 0.7V \Rightarrow V_{CE1} = 0.7V - 5.11V = -4.41V$ (5p)

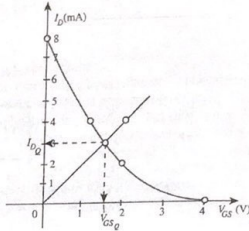
$V_{C2} = V_{E1} = 5.11V \Rightarrow V_{CE2} = 5.11V - 0V = 5.11V$

sayfa-3

3) a) • V_{GS} I_D

$0.3V_p = 1.2V$	$I_{DSS} = 8mA$
$0.5V_p = 2V$	$I_{DSS}/2 = 4mA$
$V_p = 4V$	$I_{DSS}/4 = 2mA$

0 (3p)



• $V_{GS} = I_D \times (R_S = 0.51k)$

→ $I_D = 0$ için $V_{GS} = 0V$ olur

→ $I_D = 4mA$ için $V_{GS} = 2.04V$
(Karakteristikten)

(0V, 0A) → (2.04V, 4mA)
doğrusu çizilir. (2p)

0-noktası $I_{DQ} = 3mA$ (5p)

$V_{GSQ} = 1.55V$

$$+V_{DD} - I_{DQ}R_D + V_{GS} - I_{DQ}R_S = 0$$

$$V_{GSQ} = +V_{DD} + I_{DQ}(R_S + R_D)$$

$$= -18V + (3mA)(0.51k + 2.2k) = -9.87V \quad (3p)$$

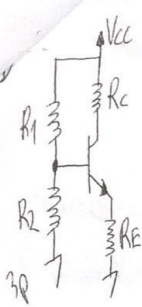
$$V_{DS} = -V_{DD} + I_{DQ} \times R_D$$

$$= -18V + (3mA)(2.2k) = -11.4V \quad (2p)$$

2) $P_{Source} = (+18V \times 3mA) = +54mW \quad (3p)$

$$P_{JFET} = V_{DSQ} \times I_{DQ} = (+9.87V \times 3mA) = 29.61mW \quad (2p)$$

sayfa-4



• Q-galıma noktası; $V_{CEQ} = 8V$, $I_{CQ} = 4mA$

• $V_{CC} = 24V$; $V_E = \frac{1}{8} V_{CC} = 3V$ olur.

• $\beta = 100$ seçelim.

$$V_{CEQ} = (I_{CQ} + I_{EQ}) \times R_E \Rightarrow 3V = (4mA \times R_E) \quad 2p$$

$$R_E = \frac{V_E}{I_{EQ}} \quad R_E(\text{std}) = 750\Omega$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - V_{CEQ} \Rightarrow 8V = V_{CC} - 3V; V_{CC} = 11V \quad 4p$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - (I_{CQ} \times R_C); 11V = 24V - (4mA \times R_C); R_C = 3.25k\Omega \rightarrow R_C(\text{std}) = 3.3k\Omega$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ} - V_E}{I_{CQ}} = \frac{24 - 8 - 3}{4mA} = \frac{13V}{4mA}$$

$$V_{BEQ} = V_{EBQ} + V_{BEQ} = 3V + 0.7V = 3.7V \Rightarrow V_{BEQ} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC} \quad (\text{Yaklaşık analiz ile hesaplıyoruz})$$

$3.7V = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 24V \right)$ 2 tane bilinmeyen mevcuttur. Bu noktada 3p yaklaşık analiz test koşullarına başlıyoruz.

$$\beta R_E \geq 10 R_2 \text{ ifadesinden } (100 \times 750\Omega) = 10 \times R_2 \text{ alınır.}$$

$$R_2 = 7.5k\Omega \rightarrow R_2(\text{std}) = 7.5k\Omega \quad 4p$$

$$3.7 R_1 + 3.7 R_2 = 24 R_2 \Rightarrow 3.7 R_1 = 20.3 R_2$$

$$V_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC}$$

$$R_1 = 4.17k\Omega \rightarrow R_1(\text{std}) = 4.3k\Omega \quad 4p$$

$$V_A (R_1 + R_2) = R_2 \cdot V_{CC}$$

$$V_A \cdot R_1 = R_2 (V_{CC} - V_A)$$

$$R_1 = R_2 \cdot \left(\frac{V_{CC} - V_A}{V_A} \right) = 7.5k \left(\frac{24 - 3.7}{3.7} \right) = 4.17k \quad R_1(\text{std}) = 4.3k \text{ Sayfa-5}$$

⑤ E-Mosfet için $I_{D(on)} = k (V_{GS(on)} - V_{GS(th)})^2$ olduğundan

$$k = \frac{I_{D(on)}}{[V_{GS(on)} - V_{GS(th)}]^2} = \frac{4 \text{ mA}}{[-7 \text{ V} - (-3 \text{ V})]^2} = 0.25 \times 10^3 \text{ A/V}^2 \text{ 2p}$$

V_{GS}	I_D
-3V	0 mA
-4V	0.25 mA
-5V	1 mA
-6V	2.25 mA
-7V	4 mA
-8V	6.25 mA

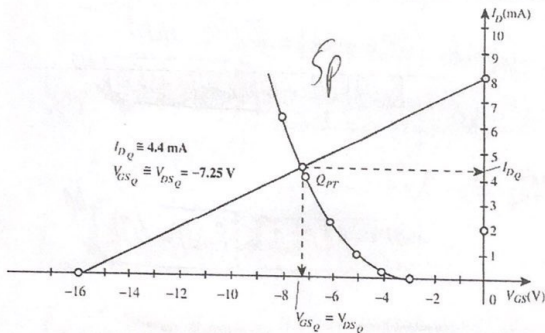
özellikle çizilir.

$$+V_{DS} - I_D R_D + V_{DD} = 0 \quad \left. \begin{array}{l} I_D = 0 \text{ mA} \\ V_{GS} = 0 \text{ V} \end{array} \right\} \text{SP}$$

① $V_{GS} \Big|_{I_D=0 \text{ mA}} = V_{DD} = -16 \text{ V}$

② $I_D = \frac{V_{DD}}{R_D} \Big|_{V_{GS}=0} = \frac{16 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = 8 \text{ mA}$

(-16V, 0) ile (0, 8mA) arasında doğru çizilir.



$V_{DS} = V_{GS}$ 3p veya

$$V_{DS} = V_{DD} + I_D R_D = (-16 \text{ V}) + (4.4 \text{ mA} \times 2 \text{ k}\Omega)$$

$V_{DS} = -7.2 \text{ V} = V_{DS_Q}$

sayfa-6