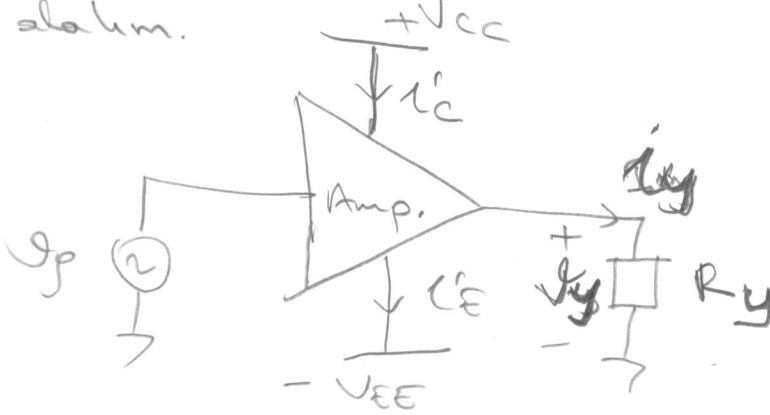


GÜÇ KUVVETLENDİRİCİLERİ

Küçük işaret kuvvetlendiricilerinden farklı olarak işaretin genliğini yükseltmek yerine gücünü arttırmayı sağlayan ~~kuvvetlendiriciler~~ yükselteç devreleridir. Amaç akısa mümkün olduğunca yüksek güç aktarımı olduğu için verimliliğin önemli olduğu kuvvetlendiricilerdir. Verimlilik η yüke aktarılan güç, besleme kaynağından gelen toplam güç oranıyla hesaplanır.

Beşleme kaynağından gelen güç, yüke aktarılan, varsa ön gerilimleme devresine verilen ve ısıya aktarılan güç bileşenlerine paylaştırılır. En genel güç ifadeleri için simetrik beslenmiş bir kuvvetlendiriciyi ele alalım.



$I'_{Cort} \rightarrow$ ortalama I'_C akımı
 $I'_{Eort} \rightarrow$ ortalama I'_E akımı

Kaynaktan gelen toplam güç P_{toplam} olsun,

$$P_{toplam} = V_{CC} \cdot I'_{Cort} + V_{EE} \cdot I'_{Eort}$$

$$I'_{Cort} = \frac{1}{T} \int_0^T I'_C \cdot dt$$

$$I'_{Eort} = \frac{1}{T} \int_0^T I'_E \cdot dt$$

$$P_{yems} = \frac{V_{y\max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{y\max}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} V_{y\max} I_{y\max}$$

$$V_y = R_y \cdot I_y \Rightarrow V_{y\max} = R_y \cdot I_{y\max}$$

$$P_{yems} = \frac{1}{2} \frac{V_{y\max}^2}{R_y} = \frac{1}{2} I_{y\max}^2 \cdot R_y$$

verimlilik (η) ise;

$$\eta = \frac{P_{yems}}{P_{topl\text{am}}} \quad \text{veya} \quad \% \eta = \frac{P_{yems}}{P_{topl\text{am}}} \times 100 \%$$

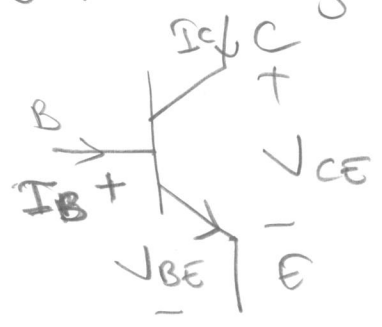
olarak hesaplanır.

Güç transistörleri!

Küçük işaret transistörlerine göre ^{yanıltke} geniş ^{farklı} alanlı, farklı geometrilili ve ^{farklı} katkı konsantrasyonlu cihazlardır. Güç BJT'leri! Küçük işaret yükseltme maksatlı kullanılan 2N2222 BJT ile güç kuvvetlendirme maksatlı kullanılan 2N3055 BJT'yi karşılaştırsak;

<u>Parametre</u>	<u>2N2222</u>	<u>2N3055</u>
$V_{CE} (max)$ V	40	60
$I_C (max)$ A	0,8	15
$P_D (max)$ W	1,2	115
β	35-100	5-20
f_T (MHz)	300	0,8

BJT 'de güç tüketimi:



Anlık güç tüketimi:

$$P_Q = V_{CE} \cdot I_C + V_{BE} \cdot I_B$$

çok küçük
ihmal edilebilir.

ortalama güç

$$P_{Q_{ort}} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{CE} \cdot I_C \cdot dt$$

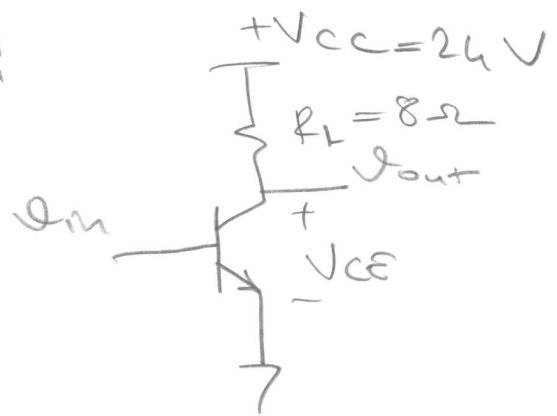
$P_Q \approx V_{CE} \cdot I_C$

BJT'nin ortalama gücü belirli bir değerin altında tutulmalıdır. Aksi halde cihaz fazla ısınır yanan.

Örnek kollektör akımı ve kollektör-emiter gerilimini DC büyüklükler kabul edersek, transistördeki maksimum güç;

$$P_T = V_{CE} \cdot I_C \text{ olur.}$$

Ör:



Bu devrede kullanılarak BJT'nin gerilim, akım ve güç sınırlarını hesaplayın

$$V_{CC} - R_L \cdot I_C - V_{CE} = 0 \text{ denkleminde}$$

$$V_{CE} = 0 \Rightarrow I_{C(max)} = \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{24}{8} = 3A$$

$$I_C = 0 \Rightarrow V_{CE(max)} = V_{CC} = 24V$$

transistörün güç tüketimi:

$$P_T = V_{CE} \cdot I_C = (V_{CC} - I_C \cdot R_L) I_C$$

$$P_T = V_{CC} \cdot I_C - I_C^2 \cdot R_L \quad \text{olur.}$$

maksimum güç $\frac{\partial P_T}{\partial I_C} = 0$ noktasından

$$\frac{\partial P_T}{\partial I_C} = V_{CC} - 2I_C \cdot R_L = 0$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{2R_L} = \frac{24}{2 \cdot 8} = 1,5A$$

bu noktada V_{CE} gerilimi:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_L = 24 - 1,5 \cdot 8 = 12V$$

$$P_T = V_{CE} \cdot I_C = 12 \cdot (1,5) = 18W \quad \text{olur.}$$

Güç MOSFET'leri:

Geniş sıcaklık dayanımları, stabiliteleri, ikinci kırılma olayı olmaması ve güç BJT'lerle göre daha hızlı anahtarlama ile daha avantajlıdır.

Güç MOSFET'leri dikey (VMOS) ~~vertical~~ MOS veya çift difüzyonlu (DMOS - double diffused MOS) proseslerle üretilir.

Güç MOSFET'lerinde drain-source arası dikeyte değer resistiviteye sahip olduğundan

banda

(16)

açılma direnci $r_{ds(on)}$, MOSFET'in güç tüketimi açısından önemli bir parametredir. ~~1000~~ $r_{ds(on)}$ direnci genellikle mili ohm'lar mertebesinde yer alır. Drain akımı ile artar, 1 Ω aharına kadar ulaşabilir.

Bir güç MOSFET'inin geçidi ~~10 A~~ basit lojik kapılarla sınırlı 10 A akım akıtılabılır. Ancak güç BJT'ler için $\beta=10$ ise, 10 A kollektör akımı akıtmak için 1 A baz akımı gerekir. Lojik bir devre çıkışı bu akımı genellikle veremez ve ilave sürücü devreye ihtiyaç duyulur.

~~İş ve Güç transistörleri~~

Ör: Aşağıdaki MOSFET devresi için $I_{Dmax}=4A$
 $V_{DSmax}=40V$ ve $P_T=30W$ 'dır.

a) $V_{DD}=24V$ ise, b) $V_{DD}=40V$ ise

$R_L=?$, ~~$P_{Dmax}=?$~~ , $P_{Dmax}=?$, $I_{Dmax}=?$

a) $V_{DD}=24V$ ise $V_{DSQ}=\frac{V_{DD}}{2}=12V$

$$V_{DD} - I_{DQ} R_L - V_{DSQ} = 0$$

$$P_T = V_{DSQ} \cdot I_{DQ}$$

~~$R_L = \frac{V_{DD} - V_{DSQ}}{I_{DQ}} = \frac{24 - 12}{2.5} = 4.8 \Omega$~~

~~$I_{DQ} = \frac{P_T}{V_{DSQ}} = \frac{30}{12} = 2.5A$~~

$$V_{DS}=0 \Rightarrow I_{Dmax} = \frac{V_{DD}}{R_L} = \frac{24}{6} = 4 \Rightarrow R_L = 6 \Omega$$

$$P_{Dmax} = V_{DSQ} \cdot I_{DQ} = 12 \cdot \frac{12}{6} = 24 W$$

Analizi detaylandıralım:

(7)

$$V_{DD} = 24V \quad V_{DSQ} = \frac{V_{DD}}{2} = 12V$$

Bu ^{maksimum} simetrik salınımı sağlayan en ideal periyot defteridir. Buna karşılık gelen akım

$$I_{DQ} = \frac{I_{Dmax}}{2} = \frac{4}{2} = 2A \text{ olmalıdır.}$$

Eğer transistörün güç sınırı izin verirse bu akım akar. ($P_{Dmax} \leq P_T$ olmalıdır.)

$$P_T = 30W \quad P_{Dmax} = V_{DSQ} \cdot I_{DQ}$$

$$P_{Dmax} = 12 \cdot 2 = 24W$$

$P_{Dmax} < P_T$ olduğundan;

$$I_{DQ} = 2A \quad I_{Dmax} = 4A$$

$$V_{DSQ} = 12V \quad P_{Dmax} = 24W$$

yük hattı denklemlerinden;

$$V_{DD} - R_L \cdot I_D - V_{DS} = 0$$

$$R_L = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{I_D} \xrightarrow{I_D \rightarrow I_{Dmax}} \xrightarrow{V_{DS} \rightarrow 0} \quad I_{Dmax} = 4A \text{ için } V_{DS} = 0V$$

$$R_L = \frac{24}{4} = 6\Omega \text{ olur.}$$

b) $V_{DSQ} = \frac{V_{DD}}{2} = \frac{40}{2} = 20V$ bulunur.

~~P_{Dmax}~~ $I_{DQ} = \frac{I_{Dmax}}{2} = 2A$ olsun.

$$P_T = 30W \quad P_{Dmax} = V_{DSQ} \cdot I_{DQ} = 20 \cdot 2 = 40W$$

$P_T < P_{Dmax}$ olduğundan bu I_{DQ} akımı akamaz.

0 halde akması gereken I_{DQ} akımı;

$$P_T = V_{DSQ} \cdot I_{DQ} \Rightarrow 30 = 20 \cdot I_{DQ}$$

$$I_{DQ} = 1,5 \text{ A olur.}$$

$$I_{Dmax} = 2 I_{DQ} = 3 \text{ A olur.}$$

$$P_{Dmax} = P_T = 30 \text{ W}$$

$$R_L = \frac{V_{DD}}{I_{Dmax}} = \frac{40}{3} = 13,33 \Omega$$



Yandaki BJT püç transistörün
için $I_{Cmax} = 5 \text{ A}$ $V_{CE(max)} = 30 \text{ V}$

$$P_T = 25 \text{ W 'tır.}$$

$$a) V_{CC} = 24 \text{ V} \quad b) V_{CC} = 12 \text{ V}$$

$$R_L, I_{Cmax}, P_{Qmax} = ?$$

$$a) V_{CC} = 24 \text{ için. } V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2} = 12 \text{ V ~~olur.~~ olur.}$$

$$\text{Akım } I_{CQ} = \frac{I_{Cmax}}{2} = 2,5 \text{ A kabul edilir.}$$

$$P_Q = V_{CEQ} \cdot I_{CQ} = 12 \cdot 2,5 = 30 \text{ W bulunur.}$$

$$P_Q > P_T \text{ olamayacağından;}$$

$$P_Q = P_T \text{ alınır. Akım yeniden hesaplanır.}$$

$$25 = 12 \cdot I_{CQ} \Rightarrow I_{CQ} = 2,085 \text{ A}$$

$$I_{Cmax} = 2 \cdot I_{CQ} = 4,17 \text{ A}$$

$$R_L = \frac{V_{CC}}{I_{Cmax}} = \frac{24}{4,17} = 5,76 \Omega$$

(9)

$$P_{Q,max} = P_T = 25 \text{ W olur.}$$

$$b) V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ V olur}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{Cmax}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ A olsun,}$$

$$P_{Q,max} = V_{CEQ} \cdot I_{CQ} = 6 * 2,5 = 15 \text{ W bulunur.}$$

$$P_{Q,max} < P_T \text{ oldugundan}$$

$$I_{CQ} = 2,5 \text{ A} \quad I_{Cmax} = 2 I_{CQ} = 5 \text{ A olur.}$$

$$R_L = \frac{V_{CC}}{I_{Cmax}} = \frac{12}{5} = 2,4 \Omega$$

$$P_{Q,max} = 6 * 2,5 = 15 \text{ W}$$