

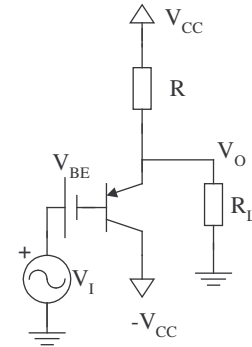
Problemes de Tècniques Analògiques. Full IV. Amplificadors de Potència. 2^{on} Curs d'Enginyeria Tècnica Industrial (esp. Electrònica Industrial)

1.- Segui l'amplificador en classe A següent. Es demana:

a) El rendiment màxim (en aquest cas determinau el valor de la resistència R , l'excursió del senyal de sortida i la potència dissipada al transistor).

b) En la situació de l'apartat anterior, si $R_L=10\Omega$, i el transistor com a màxim pot tenir una $T_J=80^\circ\text{C}$ ($\vartheta_{JA}=62.5^\circ\text{C/W}$, $\vartheta_{JC}=4.17^\circ\text{C/W}$, $\vartheta_{CS}=1^\circ\text{C/W}$), si ens trobam a una temperatura ambient de 25°C , i $V_{CC}=10\text{V}$ determinau si cal emprar un dissipador i quines característiques ha de presentar.

c) Si ara volem excursió del senyal de sortida fins a $3/4 V_{CC}$, determinau el valor de R , i el rendiment en aquest cas.

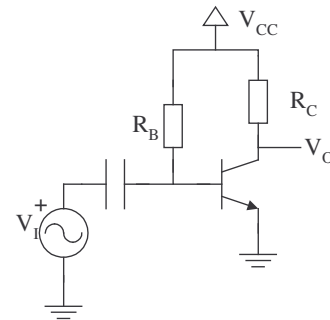


2.- Segui l'amplificador classe A de la figura, on ara la càrrega és la mateixa resistència R_C . Es demana:

a) Determinau quina relació han de complir les resistències si es vol tenir màxima excursió de sortida, i el valor d'aquesta excursió màxima.

b) Representau la intensitat que travessa la càrrega i la tensió de sortida V_O , si l'entrada és un senyal senoidal del tipus $A\sin(\omega t)$.

c) Calculau el rendiment (Nota: per això considereu que la potència entregada a la càrrega només es computa quan hi ha senyal de sortida, és a dir, si s'entrega potència a la càrrega en absència de senyal no computa a l'hora de calcular el rendiment). Resoleu en el cas de que $V_{CC}=15\text{V}$, $V_{CEsat}=0$ i en el cas $V_{CC}=15\text{V}$, $V_{CEsat}=0.2\text{V}$



3.- Segui l'amplificador de potència de la figura següent.

a) Si volem estar en classe A, quina condició ha de complir el paràmetre a ?

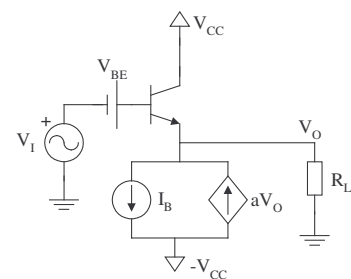
b) Determinau el rendiment màxim.

c) Si $a=1/R_L$, determinau el rendiment màxim i comprovau que pot ser molt superior a rendiments estàndar d'amplificadors en classe A (gràcies a la realimentació de V_O).

d) En la condició $a=1/(2R_L)$, si $R_L=8\Omega$, $V_{CC}=15\text{V}$, $I_B=1\text{ A}$ i el transistor com a màxim pot tenir una $T_J=80^\circ\text{C}$ ($\vartheta_{JA}=62.5^\circ\text{C/W}$, $\vartheta_{JC}=4.17^\circ\text{C/W}$), si ens trobam a una temperatura ambient de 25°C , determinau si cal emprar un dissipador i quina seria la ϑ_{JC} màxima possible.

Repetiu pel cas de $a=1/R_L$. Comentau els resultats obtinguts.

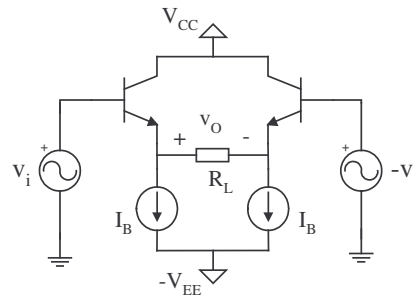
Considerau $\vartheta_{CS}=0.4^\circ\text{C/W}$ (resistència tèrmica caixa-dissipador)



4.- Per l'amplificador de la figura es demana:

- Valor mínim de I_B per tenir màxima excursió a la sortida v_O i valor d'aquesta excursió màxima.
- Potència màxima entregada a la càrrega R_L .
- Potència màxima dissipada als transistors.
- Potència màxima dissipada a les fonts I_B .

$$\begin{aligned} V_{CC} &= 20V \\ V_{EE} &= 30V \\ V_{CE,sat} &= 1V \\ V_{BE,on} &= 1V \\ R_L &= 10\Omega \end{aligned}$$



5- Els transistors de potència de l'amplificador de la figura presenten una relació I-V en el seu estat de saturació donada per:

$$i_{DN} = g_N (v_{GS} - V_{TN}) \quad i_{DP} = g_P (v_{SG} - |V_{TP}|)$$

amb $g_N = g_P = 500 \text{ mA/V}$, $V_{TN} = 2.5V$ i $V_{TP} = -3V$.

Es demana:

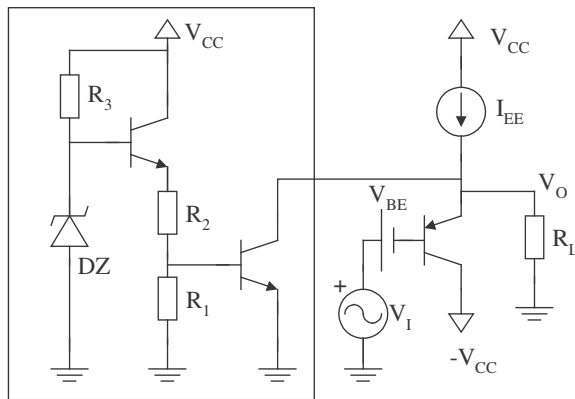
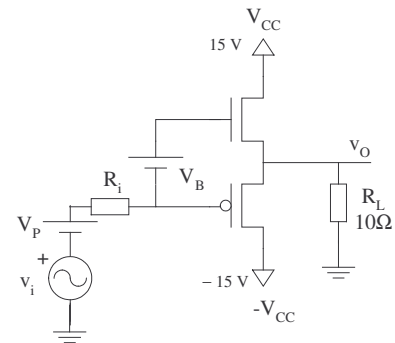
(a) Determinau el valor de les fonts de polarització V_B i V_P si es vol que per $V_i = 0$, llavors $V_o = 0$ i el corrent de polarització valgui $I_{DQ} = 0.5 \text{ A}$.

(b) Demostrau que si el circuit funciona en classe A, la sortida ve donada per l'expressió:

$$V_o = V_i \left[1 + \frac{1}{2gR_L} \right]^{-1} \quad \text{amb } g \equiv g_N = g_P$$

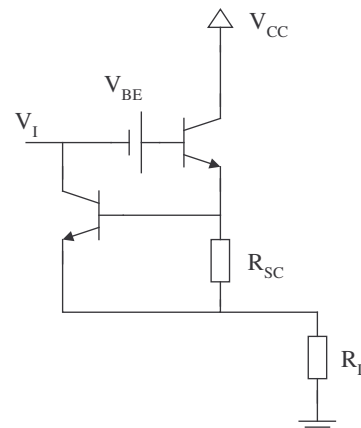
(c) Per quina amplitud d'entrada el circuit surt de classe A?

(d) Si l'entrada presenta una amplitud màx. $|V_i|_{\max} = 10V$, determinau l'eficiència màxima de l'amplificador.



Circuit de protecció tèrmica

Circuit pel problema 6



Circuit pel problema 7

6.- Sigui el següent amplificador en classe A, al qual se li ha afegit el circuit enquadrat amb la funció de protegir l'amplificador en front d'escalfaments (circuit de protecció tèrmica).

En aquest circuit de protecció, la variació en temperatura implica una variació a les tensions V_Z del Zener (ja que presenta un coeficient de temperatura de $+2\text{mV/}^\circ\text{C}$) i V_{BEon} dels transistors que componen el circuit de protecció (ja que presenten un coeficient de temperatura de $-1.5 \text{ mV/}^\circ\text{C}$).

a) Explicau qualitativament el funcionament del circuit.

b) Si $V_Z = 5V$ a 25°C i $V_{BEon} = 0.7V$ a la mateixa temperatura, dimensionau R_1 i R_2 per tal que el circuit de protecció actuï a partir de 100°C .

c) Representau la intensitat de col·lector del transistor amb base connectada entre R_1 i R_2 en funció de la temperatura.

d) Quina funció fa R_3 ?

Imposau condicions a R_3 en funció del corrent mínim necessari per tenir polaritzat el Zener i la Potència màxima que pot dissipar.

7.- Considerau la part d'amplificador en classe B que condueix per valors positius de l'entrada V_i que es mostra a la figura, on s'han afegit un transistor bipolar i una resistència R_{SC} . Aquest circuit afegit representa un bloc de protecció de curtcircuit, això és, quan es té un amplificador de potència un perill que apareix consisteix en que si es curtcircuita accidentalment la càrrega (per exemple a 0V en aquest cas), el corrent augmenta considerablement i es podria arribar a cremar el transistor de potència degut a un augment de temperatura per sobre dels valors permesos.

a) Explicau el funcionament qualitatiu del circuit representat.

b) Demostrau que efectivament el circuit fa la funció desitjada mitjançant ara una anàlisi quantitativa.

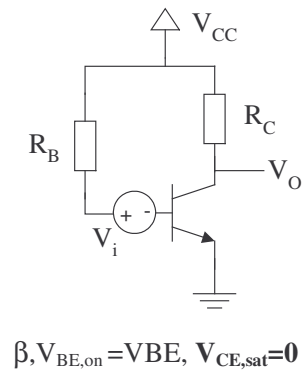
c) Determinau R_{SC} pel cas d'un amplificador d'àudio de 50W que alimenta un altaveu de 8Ω .

8- Sigui l'amplificador classe A de la següent figura, on la càrrega és la mateixa resistència R_C . Es demana:

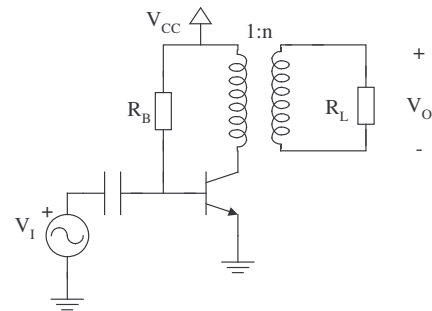
a) Determinau quina ha de ser la relació entre les resistències i els paràmetres del transistor per tal de tenir màxima excursió de sortida, i el valor d'aquesta excursió màxima.

b) Representau la intensitat que travessa la càrrega i la tensió de sortida V_o , si l'entrada V_i és un senyal senoïdal de freqüència angular ω i es compleixen les condicions de màxima excursió de sortida.

c) Calculau la potència mitja dissipada al transistor, (1) quan $V_i = 0$, i (2) quan tenim la màxima excursió a la sortida.



9.- El següent circuit representa un amplificador en classe A amb la càrrega acoblada per transformador. Demostrau que en aquest cas el rendiment del sistema millora, calculant el rendiment màxim que podem obtenir amb aquest esquema. (Suposau evidentment que es vol excursió màxima a la sortida)



10.- Sigui el següent circuit amplificador basat en transistors MOSFET.

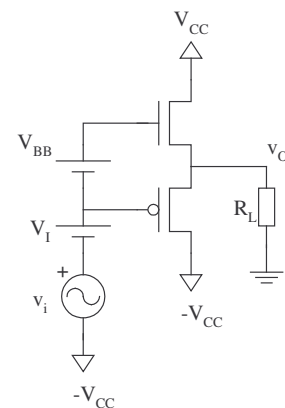
a) Calculau V_i si es vol que $V_{OQ}=0$

b) Calculau el corrent de polarització en estàtica pels dos transistors.

c) Determinau la funció de transferència $v_o(v_i)$ (considerau que V_i és prou petita per tal que els dos transistors estiguin saturats)

d) Determinau l'excursió màxima per v_o

e) Calcula el rendiment màxim i dissipació màxima dels transistors.



Considerau: $V_{TN}=-V_{TP}=3V$, $V_{CC}=20V$, $\beta_n=\beta_p=100\mu A/V^2$, $V_{BB}=9V$ i $R_L=10\Omega$

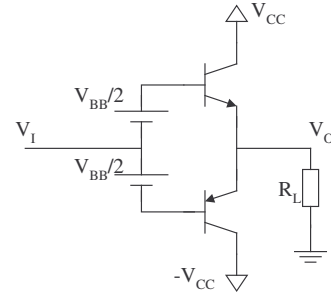
11.- Sigui el següent amplificador en classe AB.

a) Considerant que per un transistor bipolar $I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T}$ demostra que a l'amplificador en qüestió la funció de transferència ve donada per :

$$V_I = V_O + V_T \ln \left(\frac{V_O}{2R_L I_Q} + \sqrt{\left(\frac{V_O}{2R_L I_Q} \right)^2 + 1} \right)$$

a on I_Q és el corrent que travessa els transistors quan $V_I = V_O = 0$, donat per $I_Q = I_S e^{V_{BB}/2V_T}$.

b) Si $I_S = 0.5 \text{ pA}$, $V_T = 26 \text{ mV}$, que ha de valer $V_{BB}/2$ per tenir $I_Q = 10 \text{ mA}$?



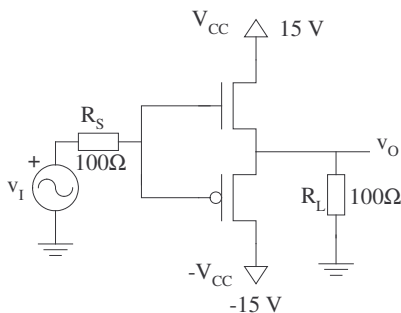
12.

(a) Discutiu qualitativament el funcionament de l'amplificador. Es tracta d'un classe A, B, o AB?

(b) Determinau la funció de transferència estàtica $v_O = v_O(v_I)$. Quina és la màxima excursió de la sortida per tal que l'amplificador no surti de la zona lineal?

(c) Calculau el rendiment de l'amplificador per una entrada $v_I = 10 \sin(\omega t)$.

(d) Calculau la potència dissipada a cada transistor per una entrada $v_I = 10 \sin(\omega t)$.



$$I_{DN} = \begin{cases} g_N (V_{GS} - V_{TN}) & \text{si } V_{GS} > V_{TN} \text{ i } V_{DS} > V_{GS} - V_{TN} \\ 0 & \text{si } V_{GS} < V_{TN} \end{cases}$$

$$I_{DP} = \begin{cases} g_P (V_{SG} - |V_{TP}|) & \text{si } V_{SG} > |V_{TP}| \text{ i } V_{SD} > V_{SG} - |V_{TP}| \\ 0 & \text{si } V_{SG} < |V_{TP}| \end{cases}$$

$$g_N = g_P = 100 \text{ mA/V}$$

$$V_{TN} = |V_{TP}| = 1.5 \text{ V}$$

$$\left| \begin{aligned} \int_0^T \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right) dt &= \frac{T}{2} \\ \int_0^{T/2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right) dt &= \frac{T}{4} \end{aligned} \right|$$