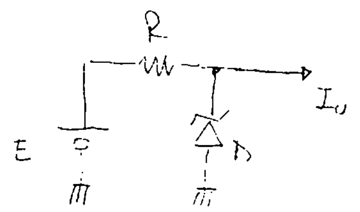
SCHEDA N°A_07_01 11/01/2007	Nome: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

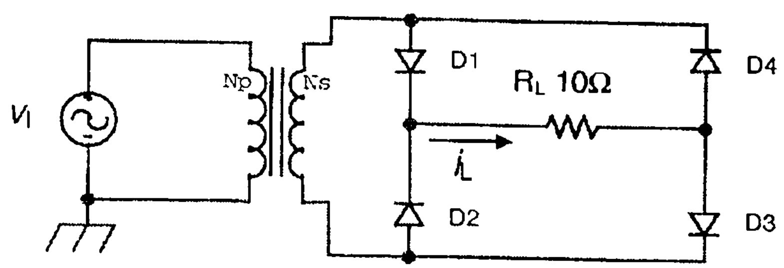
ESERCIZIO N°1
7 punti

Nel seguente regolatore, R = 5 Ω e il diodo Zener ha tensione $V_{ZT} = 9$ V @ $I_{ZT} = 2$ A con $r_{ZT} = 0.1$ Ω e $r_{ZK} = 20$ Ω @ $I_{ZK} = 100$ mA. La tensione di ingresso E può assumere un valore compreso tra 20 e 30 V. Determinare la massima potenza P_R che la resistenza deve essere in grado di dissipare se la massima corrente di uscita prevista è quella per cui è garantito ancora il corretto funzionamento ($I_Z > 4\ I_{ZK}$) in tutto l'intervallo di variazione di E.



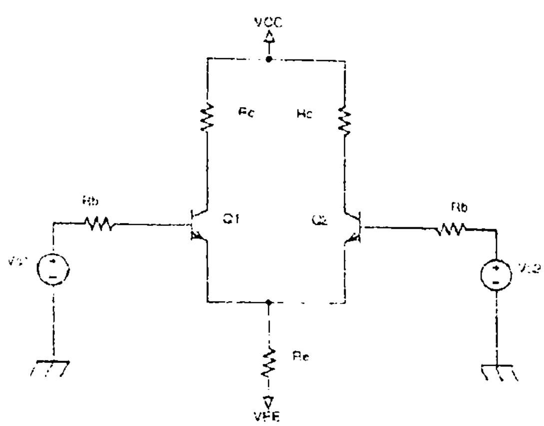
ESERCIZIO N°2
6 punti

Il generatore di tensione di ingresso V_I è triangolare con valore efficace 200 V e frequenza 50 Hz. Determinare il rapporto spire N_p/N_s in modo tale che la corrente media sul carico R_L sia uguale a $I_L = 10$ A. Si assumano il trasformatore e i diodi ideali. Indicare la minima tensione di breakdown e la massima corrente (ripetitiva) che devono sopportare i diodi.



ESERCIZIO N°3
6 punti

Determinare il punto di riposo del seguente circuito con transistori identici ($h_{FE} = 100$, $h_{fe} = 200$, $r_{bb'} = 200$ Ω) e valutare i parametri dei modelli per piccoli segnali a temperatura ambiente.



$V_{CC} = 12$ V
$V_{EE} = -12$ V
$R_C = 500$ Ω
$R_E = 1$ kΩ
$R_b = 50$ kΩ

ESERCIZIO N°4

7 punti

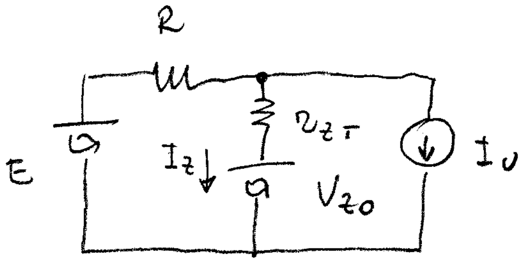
Determinare l'amplificazione differenziale e di modo comune del circuito proposto nell'esercizio precedente (in questo caso si ponga hie = 1 kΩ. Determinare il valore in dB del rapporto di reiezione del modo comune.

ESERCIZIO N°5

7 punti

Progettare un filtro passa-basso del secondo ordine con poli complessi coniugati pari a $\omega_0(-1 \pm j\,0.5)$, con $\omega_0 = 1$ krad/s. Aggiungere al filtro progettato uno stadio amplificatore non invertente in modo tale che il guadagno complessivo in banda sia pari a 10.

(1)



$V_{Z0} = V_{ZT} - r_{ZT} \cdot I_{ZT} = 8.8V$

Per prima cosa occorre determinare I_{UMAXG}

Condizioni: $E = E_{min}$; $I_Z = 4 I_{ZK}$

$$E_{min} = R(I_{UMAXG} + 4 I_{ZK}) + r_{ZT} 4 I_{ZK} + V_{OZO}$$

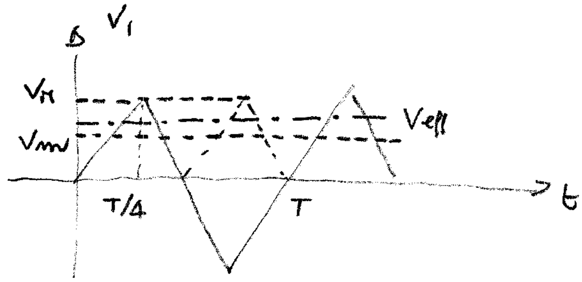
da cui $$I_{UMAXG} = \frac{E_{min} - 4 I_{ZK} r_{ZT} - V_{Z0}}{R} - 4 I_{ZK} = 1.832A$$

Si può ora determinare P_R nelle condizioni critiche

Condizioni: $E = E_{max}$; $I_U = I_{UMAXG}$

$$P_R = R \cdot \left(I_{UMAXG} \frac{r_{ZT}}{r_{ZT}+R} + \frac{E_{max} - V_{Z0}}{r_{ZT}+R} \right)^2 = 87.9\ W$$

(2)



Per un'onda triangolare (raddr.)

$V_{mv} = V_M/2$

$$V_{eff}^2 = \frac{4}{T}\int_0^{T/4} (4V_M t/T)^2 dt =$$

$$= \frac{4}{T}\cdot\left(\frac{4V_M}{T}\right)^2\cdot\frac{1}{3}\left(\frac{T}{4}\right)^3 = \frac{V_M^2}{3}$$

$V_{eff} = V_M/\sqrt{3}$

Quindi

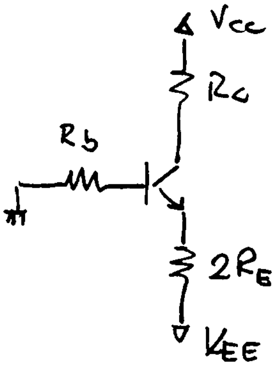
$$I_{Lm} = 10\,A = \frac{V_{Lm}}{R} \quad ; \quad V_{Lm} = 100V \quad ; \quad V_{SM} = 200V \quad \text{(secondario)}$$

$$V_{PM} = V_{Peff}\sqrt{3} = 200\sqrt{3} = 346.4\ V$$

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_{PM}}{V_{SM}} = \frac{200\sqrt{3}}{200} = \sqrt{3}$$

la tensione di breakdown in un ponte di Graetz deve essere pari almeno a V_{SM} cioè $V_{BD} > 200\,V$.

(3) Circuito simmetrico. (con alim. simmetrica)
Una parte equivale a



Maglia di ingresso (è la stessa per entrambe le metà)

$$R_b I_B + V_{BEon} + 2R_E (h_{FE}+1) I_B = -V_{EE}$$

$$I_B = \frac{-V_{EE} - V_{BEon}}{R_b + 2R_E (h_{FE}+1)} = 44.84\ \mu A$$

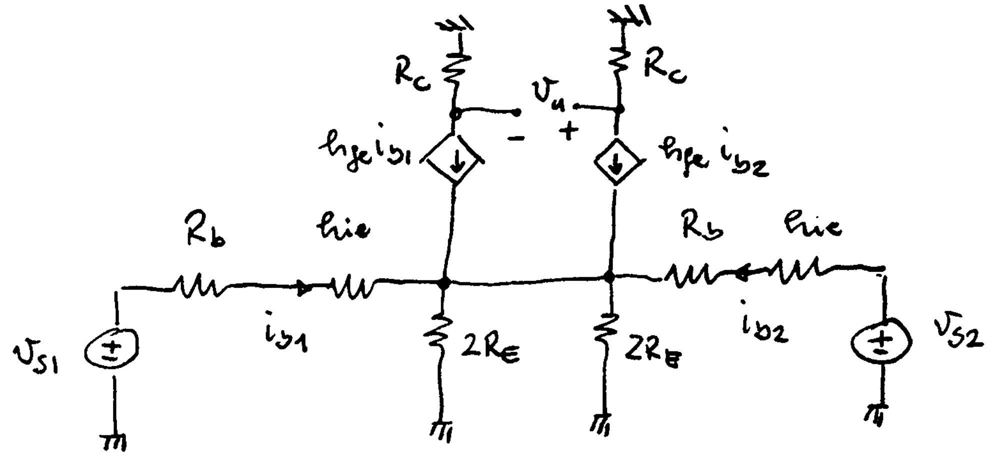
$$I_C = h_{FE} I_B = 4.484\ mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - 2R_E I_E - V_{EE} = 12{,}7V$$

(compatibile con l'ipotesi zona Attiva diretta)

$$h_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} h_{fe} = 1360\ \Omega$$

4) Circuito per piccoli segnali



Siccome viene chiesto A_c (modo comune) e A_d (modo differenza) conviene scomporre v_{s1} e v_{s2} nelle due componenti

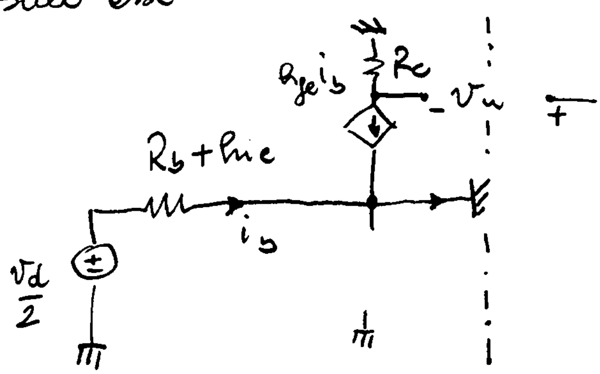
$$\begin{cases} v_{s1} = v_c + v_d/2 \\ v_{s2} = v_c - v_d/2 \end{cases} \quad \text{con} \quad \begin{cases} v_c = (v_{s1} + v_{s2})/2 \\ v_d = v_{s1} - v_{s2} \end{cases}$$

Si applica la sovrapposizione degli effetti facendo agire seperatamente v_c e v_d.

Con v_c il circuito è simmetrico con segnale simmetrico.

Si ha $\quad v_u^+ = v_u^- \quad$ quindi $\quad v_u = 0 \quad$ e $\quad A_c = 0$

Con v_d il circuito è simmetrico con segnale antisimmetrico sull'asse di simmetria la tensione è nulla



in R_E non scorre corrente

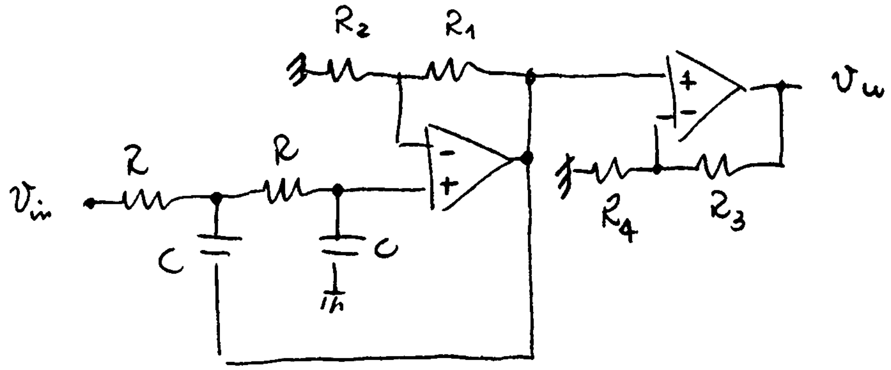
$$v_u^- = -\frac{R_c h_{fe}}{h_{ie} + R_b} \cdot \frac{v_d}{2}$$

$$v_u = v_u^+ - v_u^- = \frac{R_c h_{fe}}{h_{ie} + R_b} v_d$$

$$A_d = \frac{R_c h_{fe}}{h_{ie} + R_b} = 1{,}96$$

$$CMRR = \frac{A_d}{A_c} = \infty$$

(5) Il circuito che soddisfa le richieste è costituito da una cella di Sallen key e un amplificatore non invertente



Dalla teoria sappiamo che la risposta di questo circuito è

$$v_u = \left(1+\frac{R_3}{R_4}\right)\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)\cdot\frac{\omega_a^2}{s^2+\frac{\omega_a s}{Q}+\omega_a^2}$$

$$\text{con} \quad \omega_a=\frac{1}{RC} \quad \text{e} \quad Q=\frac{1}{3-K} \quad \text{con } K=\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

la richiesta è invece

$$v_u = A_o\cdot\frac{p_1p_2}{s+(p_1+p_2)s+p_1p_2} \quad \text{con} \quad \begin{aligned} &A_o=10\\ &p_1=\omega_o(1+j0.5)\\ &p_2=\omega_o(1-j0.5)\end{aligned}$$

quindi $p_1p_2=\omega_o^2(1+0.5^2)=\omega_a^2$ da cui $\omega_a=894\ \text{rad/s}$

$p_1+p_2=2\omega_o=\frac{\omega_a}{Q}$ da cui $Q=\frac{\omega_a}{2\omega_o}=0.447$

$k=0.764\ ;\ 1/k=1.31$

$RC=\frac{1}{\omega_a}=1.118\ ms$ posso scegliere $C=1\mu F$ $R=1.118\ k\Omega$

posso scegliere $R_1=3.1\ k\Omega$ $R_2=10\ k\Omega$

Per avere $A_o=10$ scelgo $R_3=66.4K$ $R_4=10k\Omega$ in modo che

$$\left(1+\frac{R_3}{R_4}\right)\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)=10.$$

$$(7.64)\cdot(1.31)$$