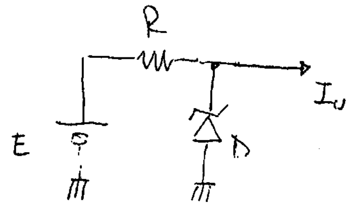
SCHEDA N°A_06_09 11/11/2006	Nome:______________________

ESERCIZIO N°1

7 punti

Nel seguente regolatore, il diodo Zener ha tensione $V_{ZT} = 6$ V @ $I_{ZT} = 1$ A con $r_{ZT} = 0.2\ \Omega$ e $r_{ZK} = 20\ \Omega$ @ $I_{ZK} = 50$ mA ed è in grado di dissipare, come pure la resistenza, una potenza massima di 10 W. Il regolatore deve poter fornire in tutte le condizioni di funzionamento la massima corrente di uscita prevista, $I_U = 1$ A, con un buon fattore di regolazione ($I_Z > 4\ I_{ZK}$). Determinare R in modo da avere il più ampio intervallo di valori accettabili per E.



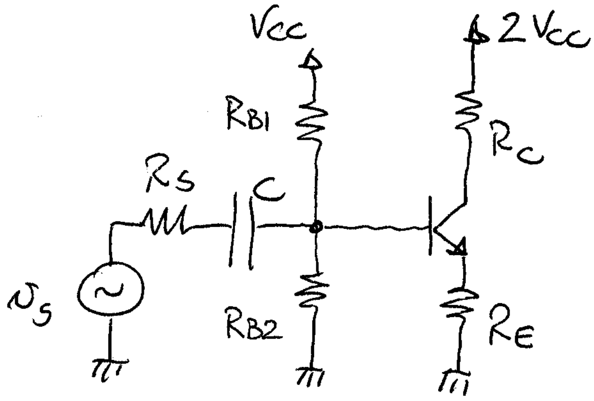
valori possibili per R

1 Ω
2 Ω
4 Ω
8 Ω

ESERCIZIO N°2

6 punti

Determinare il punto di riposo e disegnare lo schema per piccoli segnali del circuito seguente.

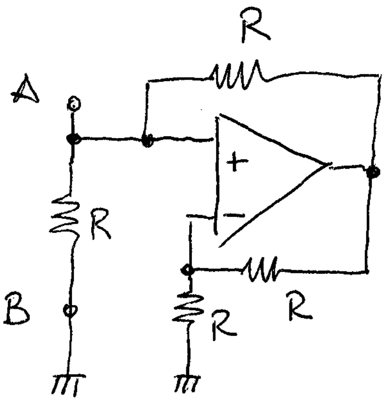


$V_{CC} = 12$ V
$R_S = 10$ kΩ
$R_{B1} = 1.3$ kΩ
$R_{B2} = 10.7$ kΩ
$R_C = 0.7$ kΩ
$R_E = 1$ kΩ
$C = 1\ \mu F$
$h_{FE} = 200 = h_{fe}$
$r_{bb'} = 0$

ESERCIZIO N°3

6 punti

Determinare l'impedenza vista tra i punti A e B del circuito in figura.

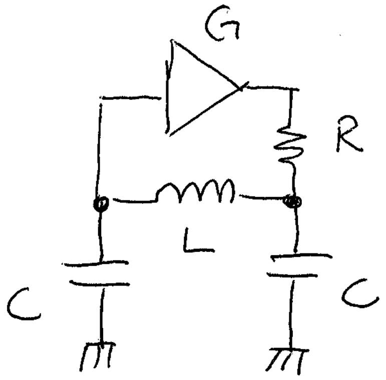


ESERCIZIO N°4
7 punti

Mostrare lo schema a blocchi di un amplificatore transconduttivo unidirezionale, reazionato con un blocco β ideale in modo da migliorarne le caratteristiche rendendole più vicine a quelle ideali. Determinare l'espressione della transconduttanza e della resistenza di uscita del circuito individuato.

ESERCIZIO N°5
7 punti

Determinare frequenza e ampiezza dell'uscita a regime nel seguente oscillatore.



$R = 1\,k\Omega$

$L = 100\,\mu H$

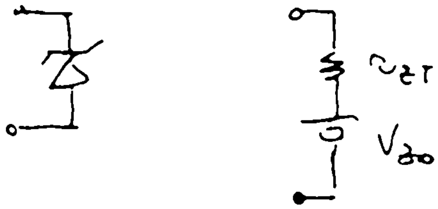
$C = 100\,nF$

G ampl. tensione ideale

$$G = -10\left(1 - \frac{v_{uMAX}}{V_0}\right)$$

$V_0 = 5V$

1) modello dello zener (nella regione utile)



$$V_{Z0} = V_{ZT} - I_{ZT}\, r_{ZT} = 5.8\,V$$

La regione utile va da $I_{ZMIN} = 4 I_{ZK} = 0.2A$ a I_{ZMAX} per cui si ha P_{ZMAX}

$$P_{ZMAX} = V_{Z0} I_{ZMAX} + r_{ZT} I_{ZMAX}^2 \quad \text{da cui risolvendo}$$

$$I_{ZMAX} = -\frac{V_{Z0}}{2R_{ZT}} + \sqrt{\frac{V_{Z0}^2}{4r_{ZT}^2} + \frac{P_d}{r_{ZT}}} = 1.632\,A$$

(l'altra soluzione è negativa, non accettabile)

La massima corrente nella resistenza si ha invece per

$$P_{RMAX} = R I_{RMAX}^2 \quad \text{da cui} \quad I_{RMAX} = \sqrt{\frac{P_{RMAX}}{R}}$$

Determino il range utile per E.
E_{min} crea problemi alla I_{UMAX}, quindi

$$E_{min} = V_{Z0} + r_{ZT} \cdot 4I_K + R\,(I_{UMAX} + 4I_{ZK})$$

E_{max} crea problemi di potenza dissipata, sullo zener (con $I_U = 0$) e sulla resistenza (con $I_U = I_{UMAX}$).
Esaminando indipendentemente i due fenomeni si ottiene

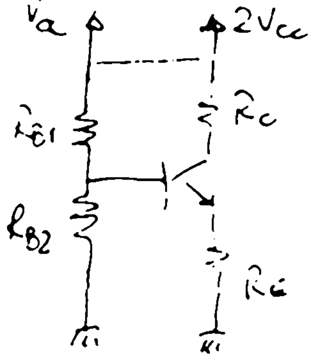
$$E_{max1} = V_{Z0} + r_{ZT} I_{ZMAX} + R I_{ZMAX}$$

$$E_{max2} = R I_{RMAX} + V_{Z0} + r_{ZT}\,(I_{RMAX} - I_{UMAX})$$

Facendo una tabellina con E_{min}, E_{max1}, E_{max2} per i quattro valori di R si ottiene la soluzione che dà il massimo intervallo (considerando la MINORE tra E_{max1} e E_{max2})

R(Ω)	E_{min}	E_{max1}	E_{max2}	ΔE	note
1	7.04	7.759*	9.395	0.719	
2	8.24	9.391*	10.519	1.151	
4	10.64	12.656*	12.241	2,016	OK
8	15.44	19.185	14.768*	/	Non può andare

2) circuito per il punto di riposo



maglia di ingresso

$$V_{cc}\frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}} = I_B\left[\frac{R_{B2}R_{B1}}{R_{B1}+R_{B2}} + (h_{FE}+1)R_E\right] + V_{BEon}$$

da cui

$$I_B = \left(\frac{V_{cc}R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}} - V_{BEon}\right)\cdot\frac{1}{R_{B2}\parallel R_{B1} + R_E(h_{FE}+1)}$$

$$I_B = 49.467\ \mu A$$

$$I_C = h_{FE}\, I_B = 9.893\ mA$$

$$I_E = (h_{FE}+1)\, I_B = 9.943$$

Verifica

$$V_{CE} = 2V_{cc} - R_C I_C - R_E I_E = 7.132\ V$$

Il problema poteva essere risolto immediatamente con la semplificazione del partitore pesante; $R_{B1}\parallel R_{B2} \ll R_E(h_{FE}+1)$

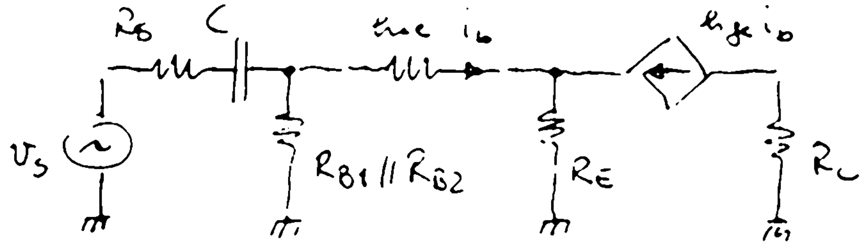
$$V_B \simeq V_{cc}\frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}} = 10.7\ V$$

$$V_E = V_B - V_{BEon} = 10\ V$$

$$I_E = 10\ mA \simeq I_C$$ (errore < 5%)

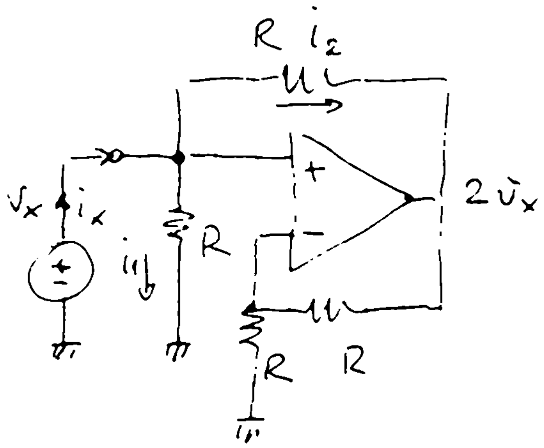
$$V_{CE} = 2V_{cc} - R_C I_C - R_E I_E = 7\ V$$

Piccolo segnale



$$h_{ie} = \frac{V_T}{I_C}h_{fe} + r_{bb'} \simeq 520\ \Omega$$

(3)

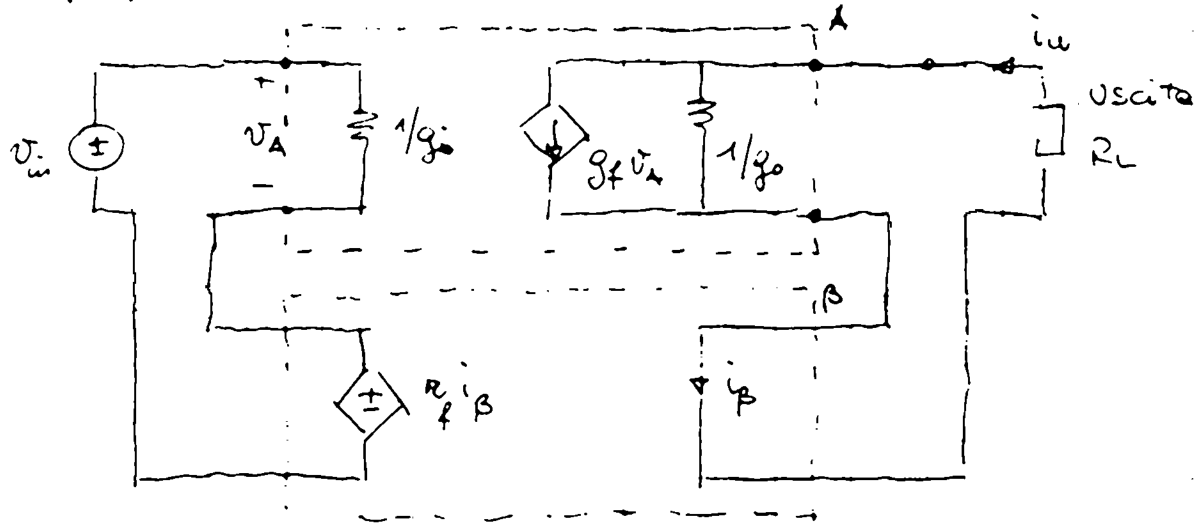


$$i_x = i_1 + i_2 = \frac{v_x}{R} + \frac{v_x - 2v_x}{R} = 0$$

$$R_{AB} = \infty$$

Serve una reazione di corrente-serie NEGATIVA ottenuta con un amplificatore TRANSRESISTIVO

(4)



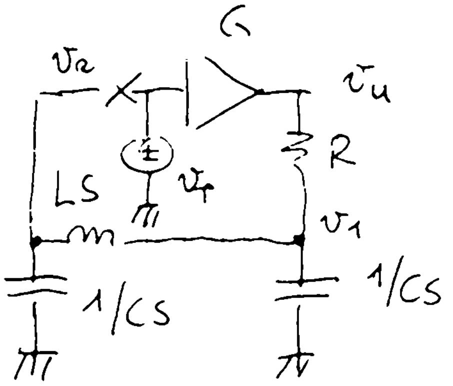
Transconduttanza totale ($R_L = 0$)

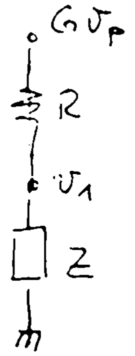
$$g_{ftot} = \frac{i_u}{v_{in}} = -g_f \frac{(v_{in} - r_f i_u)}{v_{in}} = \frac{-g_f}{1 + g_f r_f}$$

Resistenza di uscita ($v_{in} = 0$)

$$1/g_{otot} = \frac{v_u}{i_u} = 1/g_o \frac{(i_u + g_f r_f i_u)}{i_u} = 1/g_o (1 + g_f r_f)$$

(5)





$$v_r = v_1 \cdot \frac{1/CS}{1/CS + LS} = \frac{1}{LCS^2+1}$$

$$Z = 1/CS \,//\, (LS + 1/CS) = \frac{LCS^2+1}{(LCS^2+2)CS}$$

$$bA = G \cdot \frac{Z}{R+Z} \cdot \frac{1}{LCS^2+1} = G \cdot \frac{1}{RCS(LCS^2+2) + LCS^2+1}$$

Condizioni all'innesco. Trovo dove si annulla la parte immaginaria del denominatore

$j\omega RC(2-\omega^2 LC) = 0$ per $\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{LC}}$; $f_0 = 7.118$ kHz

$bA(\omega_0) = 10$ all'innesco OK

A regime G deve ridursi in modulo fino al valore unitario quindi

$$-10\left(1 - \frac{v_{uMAX}}{V_0}\right) = -1$$

$$v_{uMAX} = 0.9\,V_0 = 4.5\,V$$