ERFS 7/07/09

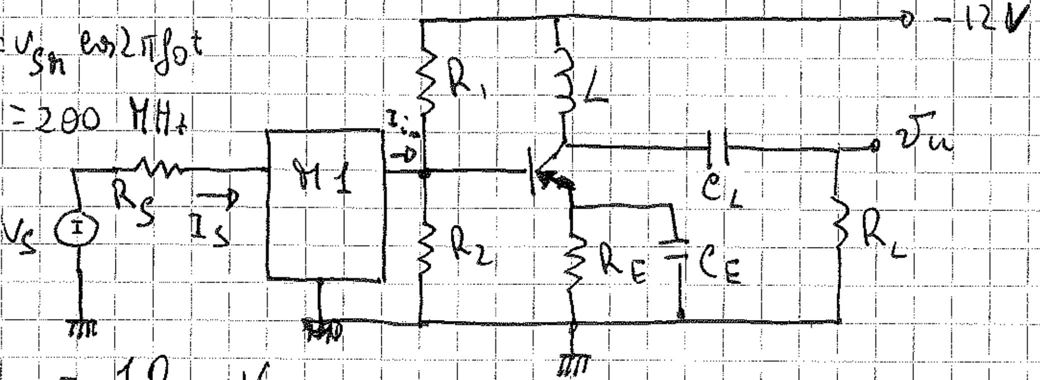
A] Con riferimento all'amplificatore in figura, dopo averne studiato la stabilità a $f = f_0$,

1] Progettare M1 in modo da ottenere la massima potenza in uscita e calcolare il modulo di V_u, I_s e I_{in}.

2] Progettare M1 in modo da ottenere la minima cifra di rumore e calcolare la potenza di rumore in uscita su una banda di 100 KHz centrata su f_0.

$v_s = v_{sm} \cos 2\pi f_0 t$

$f_0 = 200$ MHz



$V_{sm} = 10$ mV

Q = 2N4957

$R_s = 50\,\Omega$

$R_L = 500\,\Omega$

$R_1 = 27.9\,K\Omega$

$R_2 = 8.2\,K\Omega$

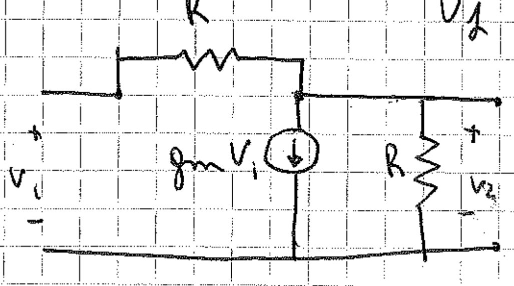
$R_E = 1\,K\Omega$

$L = 10\,\mu H$

$C_L = 470\,pF$

$C_E = 10\,nF$

B] Con riferimento al circuito in figura dire, studiando separatamente i 3 casi $g_m \lesseqgtr \frac{1}{R}$, se è possibile utilizzando opportuni valori delle impedenze sull'ingresso V_1 e sull'uscita V_2, realizzare un oscillatore.



ERFS 7/07/09

Soluzione

Soluzione schematica da non prendersi ad esempio per la presentazione dell'elaborato scritto.

A] Utilizzando l'ipotesi del partitore pesante si ricava il P.d.R. $V_{CE} = -10\,V$ $I_C = -2\,mA$

L'ipotesi si verifica controllando che risulti

$$V_{BC} \gg R_B I_{BQ}$$

Si traccia il circuito per le variazioni cortocircuitando i condensatori e aprendo RFC, dopo aver verificato che sia possibile farlo

Si ricavano dalle caratteristiche i parametri y

$Y_{IE} = 2.8 + 6.7j$ mS $\quad Y_{OE} = 0.2 + 1.5j$ mS

$Y_{FE} = 54 - 23j$ mS $\quad Y_{RE} = -0.5j$ mS

Si calcola il fattore di Stern

$$K = \frac{2(g_i + g_{SV})(g_o + g_{LV})}{R_E\{Y_R Y_F\} + |Y_R Y_F|}$$

Infatti dalle caratteristiche, oppure calcolando il fattore di Linvill, si vede che Q è potenzialmente instabile. La stabilità, o, meglio, la possibilità di innesco di oscillazioni a $f = f_0$ dipende dalle impedenze Y_{SV} e Y_{LV}

Nel caso in esame, se M1 è tale da massimizzare la potenza di uscita, allora deve essere $Y_{SV} = Y_{IN}^*$

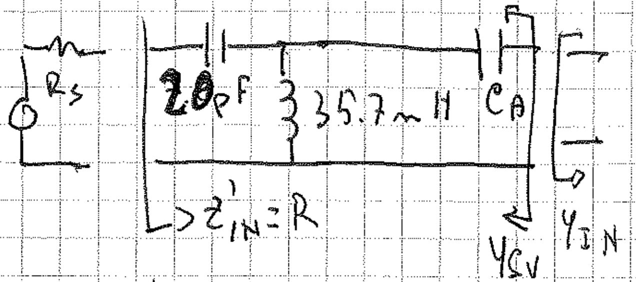
$$Y_{IN} = Y_{IE} - \frac{Y_R Y_F}{Y_O + Y_{LV}} = 12 + 12.6\,j \text{ mS}$$

quindi $g_{SV} = 12$ mS e $K = 3.6 > 1$

Pertanto, qualunque sia il valore di B_{SV} e B_{LV} non è possibile che si verifichino le condizioni di Barkhausen all'innesco per $f = f_0$.

Per ottenere la massima potenza di uscita M1 deve trasformare Y_S in $Y_{SV} = 12 - 12.5j$ mS

Con le tecniche ben note si ricava M1



C_A è una capacità di accoppiamento per evitare che la base veda a massa in continua.

Si ottiene, in corrispondenza

$$G_T = \frac{4 g_{SV} g_{LV} |Y_{FE}|^2}{|(Y_{IE}+Y_{SV})(Y_{OE}+Y_{LV}) - Y_{RE} Y_{FE}|^2} = 80.5 \qquad P_L = G_T P_{AIN} = 20\,\mu W$$

$$P_L = \frac{V_{UM}^2}{2R_L} \Rightarrow V_{UM} = \sqrt{P_L \cdot 2R_L} = 44.7\text{ mV}$$

Poiché M_1 realizza l'adattamento c.c. in uscita, allora lo realizza anche in ingresso. Pertanto $Z'_{IN} = R_S = 50\,\Omega$ e

$$P_{IN} = P_{AIN} = \frac{I_{SM}^2}{2} R'_{IN} \Rightarrow I_{SM} = \sqrt{\frac{2P_{AIN}}{R'_{IN}}} = 0.1\text{ mA} \quad \boxed{R'_{IN} = 50\,\Omega}$$

Poiché M1 è non dissipativo la potenza in uscita coincide con quella in ingresso.

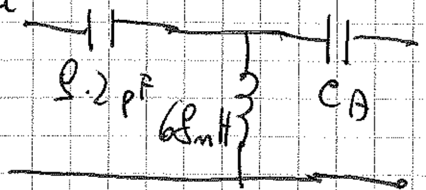
Pertanto la potenza entrante in base è $P_{INB} = P_{IN} = P_{AIN} = \frac{V_{SM}^2}{8R_S} = 250\text{ nW}$

$$Z_{INB} = \frac{1}{Y_{IN}} = 38.6 + 42.6j \Rightarrow I_{INB} = \sqrt{\frac{2P_{INB}}{38.6}} = 0.112\text{ mA}$$

Dalla fig. 6 si ricava che la minima cifra di rumore per $I_C = -2$ mA si ottiene per $R_{SON} = 200\,\Omega$

Si riprogetta M1 in modo da trasformare R_S in R_{SON}

si ottiene



Il nuovo valore di G_T è

$G_T = 43$ (è cambiato $Y_{SV} = 5$ mS)

$$N_U = KT G_T \Delta f\, NF = 28.2\text{ fW}$$

dove $NF|_{dB} \simeq 2$

$NF = 1.58$

Es. B]

Si ricavano i parametri Y

$Y_I = \frac{1}{R}$ $\qquad Y_O = \frac{2}{R}$

$Y_F = g_m - \frac{1}{R}$ $\qquad Y_R = -\frac{1}{R}$

Si calcola il fattore di Linvill

$$C = \frac{|Y_R Y_F|}{2 g_i g_o - Re\{Y_R Y_F\}} = \frac{\left| -\frac{g_m}{R} + \frac{1}{R^2} \right|}{\frac{4}{R^2} + \frac{g_m}{R} - \frac{1}{R^2}} = \frac{\left| -g_m + \frac{1}{R} \right|}{\frac{3}{R} + g_m}$$

Con $R > 0$ e $g_m > 0$ C è sempre positivo.

Perché si possa ottenere un oscillatore è necessario che il quadripolo sia potenzialmente instabile, ovvero $C > 1$ (poiché non può essere $C < 0$).

I° caso $\quad g_m > \frac{1}{R} \quad C = \frac{\frac{1}{R} - g_m}{\frac{3}{R} + g_m} > 1 \Rightarrow$

$\frac{1}{R} - g_m > \frac{3}{R} + g_m \qquad 2 g_m < -\frac{2}{R}$

non è possibile.

II° caso $\quad g_m < \frac{1}{R} \quad C = \frac{g_m - \frac{1}{R}}{\frac{3}{R} + g_m} > 1 \Rightarrow$

$\cancel{g_m} - \frac{1}{R} > \frac{3}{R} + \cancel{g_m}$ non è possibile

III° caso $\quad g_m = \frac{1}{R} \Rightarrow Y_F = 0 \Rightarrow Q$ unilaterale

poiché $g_i = \frac{1}{R} > 0$ e $g_o = \frac{2}{R} > 0$

il quadripolo è incondizionatamente stabile

Conclusione il quadripolo è sempre incondizionatamente stabile, quindi non è possibile realizzare un oscillatore aggiungendo impedenze opportune in ingresso e in uscita.