

ESERCIZIO N°1

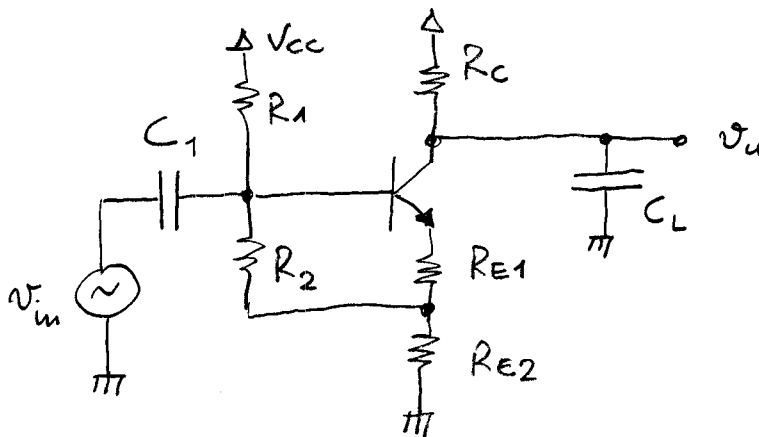
7 punti (4)

Disegnare lo schema elettrico e determinare la tensione media di uscita, la massima tensione inversa e la massima corrente ripetitiva nei diodi di un raddrizzatore a trasformatore con presa centrale e filtro capacitivo ($C = 30 \text{ mF}$) con ingresso sinusoidale di valore efficace a 240 V e frequenza di rete, rapporto spire di 200, uguale per entrambi i secondari, nel caso in cui il carico sia costituito da una corrente costante pari a 500 mA.

ESERCIZIO N°2

6 punti (4)

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e, dopo aver trovato h_{ie} , disegnare il circuito per piccoli segnali ($h_{fe} = h_{FE} = 100$; $r_{bb'} = 300 \Omega$).



- $V_{cc} = 20V$
- $C_1 = 1 \mu F$
- $C_L = 100 \text{ pF}$
- $R_C = 1 \text{ k}\Omega$
- $R_{E1} = 500 \Omega$
- $R_{E2} = 500 \Omega$
- $R_1 = 953 \text{ k}\Omega$
- $R_2 = 32 \text{ k}\Omega$

ESERCIZIO N°3

6 punti (4)

Determinare la risposta in frequenza e tracciare i relativi diagrammi asintotici di Bode del circuito dell'esercizio precedente. (Si consideri qui $h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega$).

ESERCIZIO N°4

7 punti (3)

Determinare l'effetto sul parametro f_r di un amplificatore di tensione non unidirezionale prodotto da una reazione negativa di tensione-serie realizzata con un amplificatore di tensione ideale di guadagno β .

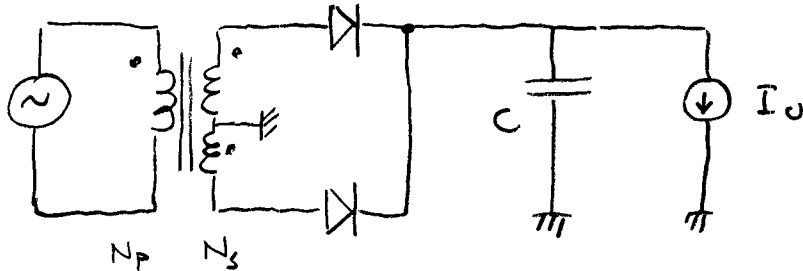
ESERCIZIO N°5

7 punti (4)

Disegnare lo schema di un oscillatore a ponte di Wien e determinare il valore dei componenti in modo che la frequenza di oscillazione valga 1 kHz e l'ampiezza di uscita sia 1 V. Per la stabilizzazione dell'ampiezza si ha a disposizione una resistenza non lineare il cui valore vale 1 kΩ all'innesco e si riduce linearmente all'aumentare dell'ampiezza della tensione ai suoi capi, fino ad annullarsi per una ampiezza di 2 V.

①

Schema.



Tensione media di uscita

$$V_M = V_{eff} \sqrt{2} \cdot \frac{N_s}{N_p} = 1,697 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{1}{C} I_o \frac{T}{2} = 83 \text{ mV}$$

$$V_m = V_M - \frac{\Delta V}{2} = 1,655 \text{ V} \quad V_{min} = V_M - \Delta V$$

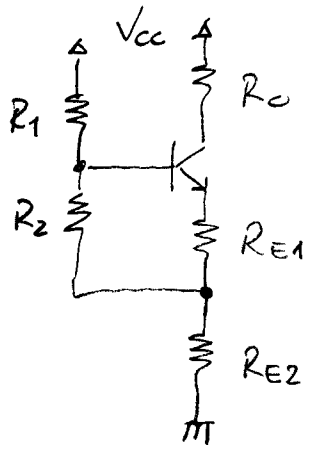
Max tensione inversa sui diodi

$$V_{rev} = 2V_M = 3,394 \text{ V}$$

Max corrente ripetitiva

$$I_{Dmax} = I_o + C \frac{dV_u}{dt} = I_o + \omega C V_M \cos \omega t^* =$$
$$\approx I_o + 2\pi f C V_M \sqrt{1 - \left(\frac{V_{min}}{V_M}\right)^2} = 4,950 \text{ A}$$

2

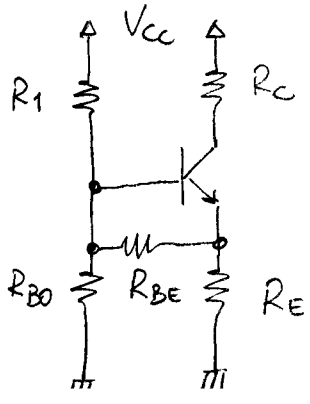


• Si può tenere una certa semplificazione trasformando la "stella" R_2, R_{E1} e R_{E2} in triangolo.

$$R_E = R_{E1} + R_{E2} + \frac{R_{E1}R_{E2}}{R_2} = 1,01 \text{ k}\Omega$$

$$R_{BE} = R_{B0} \text{ (in quanto } R_{E1} = R_{E2})$$

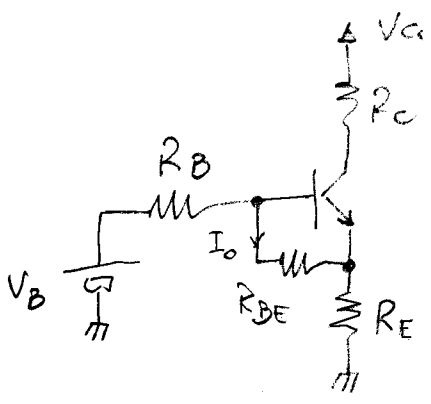
$$= R_2 + R_{E1} + \frac{R_2 R_{E1}}{R_{E2}} = 64,5 \text{ k}\Omega$$



• Si può applicare il teorema di Thevenin al partitore composto da R_1 e R_{B0}

$$R_B = R_1 \parallel R_{B0} = 38,47 \text{ k}\Omega$$

$$V_B = V_{cc} \cdot \frac{R_{B0}}{R_1 + R_{B0}} = 8,073 \text{ V}$$



• In zona attiva diretta

$$I_0 = \frac{V_{BEac}}{R_{BE}} = 10,85 \mu\text{A}$$

Equazione della maglia di ingresso

$$V_B = R_B (I_B + I_0) + V_{BE0ac} + R_E [(\beta_{FE} + 1)I_B + I_0] \text{ da cui}$$

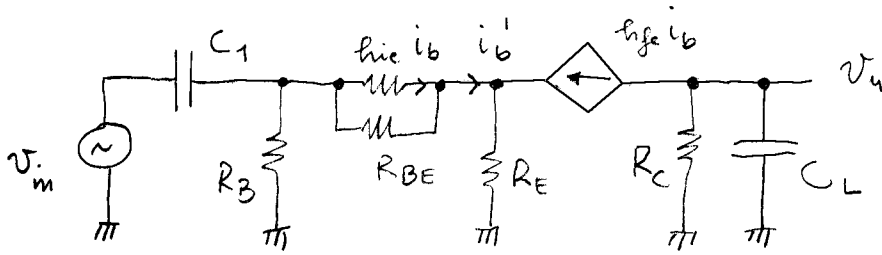
$$I_B = \frac{V_B - V_{BE0ac} - (R_B + R_E)I_0}{R_B + R_E (\beta_{FE} + 1)} = 49,43 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta_{FE} I_B = 4,94 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{cc} - R_C I_C - R_E [(\beta_{FE} + 1)I_B + I_0] = 10,0 \text{ V} \quad (\text{OK ZAD})$$

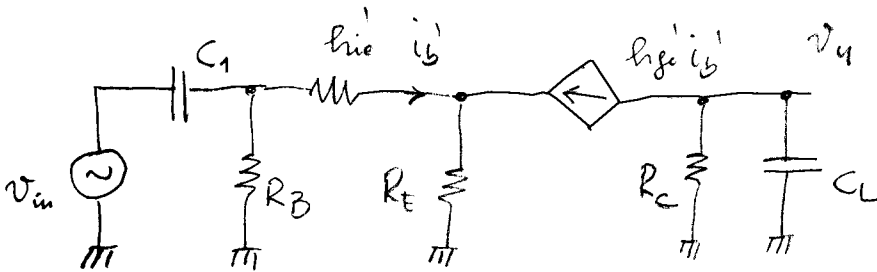
$$r_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} \beta_{fe} = 826 \Omega \quad \text{Per il circuito per piccoli segnali vedi } \textcircled{3}$$

③ Circuito per piccoli segnali. ($h_{ie} = 1k\Omega$)
 Accolgo le trasformazioni equivalenti del ②.



$$i_b' = i_b \left(1 + \frac{h_{ie}}{R_{BE}} \right)$$

circuito equivalente



$$h_{ie}' = h_{ie} // R_{BE} = 985 \Omega$$

$$h_{fe}' = \frac{h_{fe}}{1 + \frac{h_{ie}}{R_{BE}}} = 98,5$$

Il circuito ha due poli e uno zero nell'origine.
 Il circuito è invertente

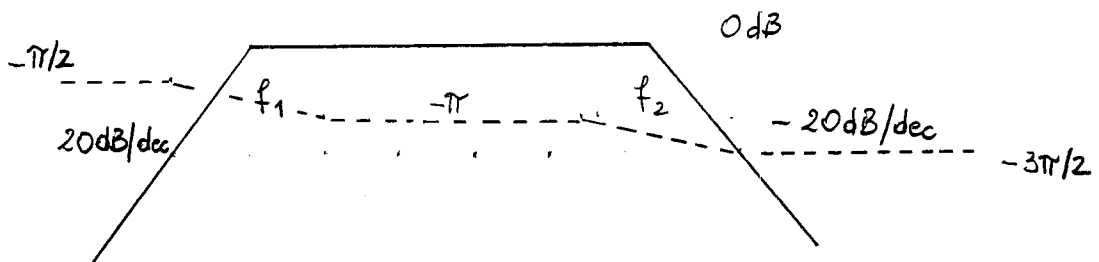
$$A(s) = -A_{CB} \cdot \frac{s P_2}{(s + P_1)(s + P_2)}$$

$$P_1 = \frac{1}{C_1 R_{V1}} = 35,8 \text{ rad/s} \quad (5,7 \text{ Hz})$$

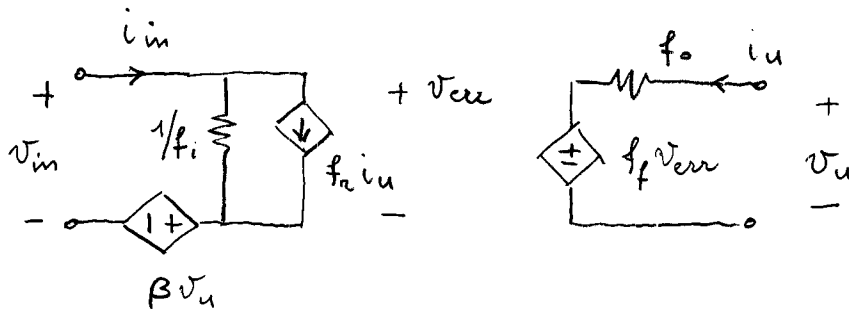
$$R_{V1} = R_B // [h_{ie}' + R_E (h_{fe}' + 1)] = 27,9 k\Omega$$

$$P_2 = \frac{1}{R_C C_L} = 10 \text{ Mrad/s} \quad (1,59 \text{ MHz})$$

$$A_{CB} = \frac{h_{fe}' R_C}{h_{ie}' + R_E (h_{fe}' + 1)} = 0,97 \quad (\sim 0 \text{ dB})$$



④ Amplificatore di tensione con reazione tensione-serie.



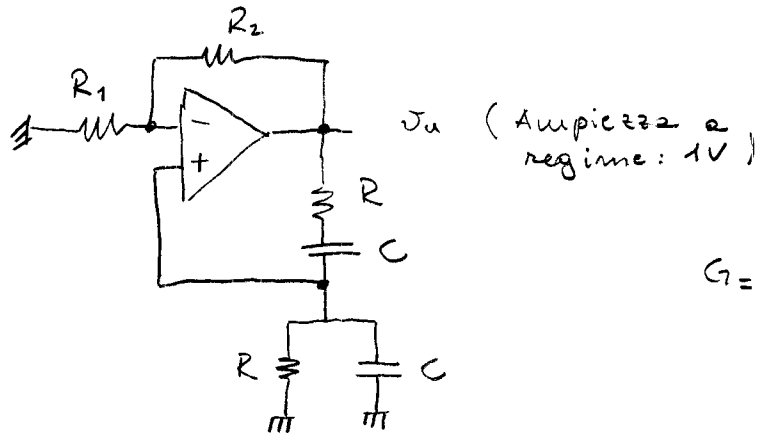
$$f_r' = \frac{i_{in}}{i_u} \Big|_{v_{in}=0} = f_r - \frac{f_o f_i}{1 + \beta f_f} \quad \text{in quanto}$$

$$v_{err} = -\beta v_u \quad ; \quad v_u = -\beta f_f v_u + f_o i_u$$

$$v_u = \frac{f_o i_u}{1 + \beta f_f}$$

5

lo schema è il seguente



È noto che, in questo oscillatore, $f_0 = 1/(2\pi RC)$

Inoltre all'ingresso deve essere $G > 3$, mentre a regime $G = 3$
Si ponga la resistenza non lineare al posto di R_2
(diminuisce al crescere dell'ampiezza)

$$R_2 = R_0 (1 - V_2/V_0)$$

$$R_0 = 1\text{ k}\Omega \quad \text{e} \quad V_0 = 2\text{ V}$$

V_2 ampiezza della tensione su R_2

Si può porre

$$R = 15,9\text{ k}\Omega ; \quad C = 10\text{ nF}$$

Inoltre a regime, con $G = 3$ si ha

$$1 + \frac{R_{2r}}{R_1} = 3 ; \quad R_{2r} = 2R_1 \quad \text{e pertanto} \quad V_{2r} = 667\text{ mV} \quad (\text{partitore})$$

$$\text{da cui} \quad R_{2r} = 667\ \Omega \quad \text{e} \quad R_1 = 333\ \Omega$$