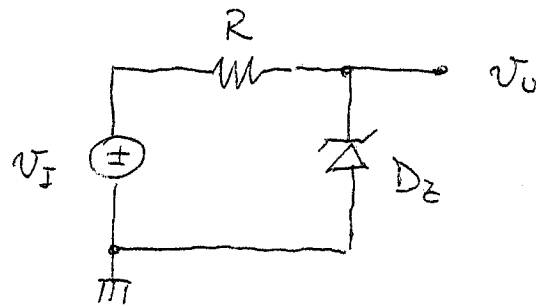


|   |  |             |             |
|---|--|-------------|-------------|
| <b>SCHEDA N°A_04_04</b>   |  | Data: _____ |             |
| Cognome _____   |  | Posizione   | Valutazione |
| Nome _____  |  |             |             |
| Tempo disponibile:..... 1ora<br>Durante la prova:..... NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi esclusi i data sheet<br>NON usare il colore rosso<br>Riconsegnare tutti i fogli ricevuti. I risultati devono essere motivati chiaramente. |  |             |             |

### ESERCIZIO N°1

7 punti

Si consideri il circuito seguente, dove il segnale di ingresso  $v_I$  è un'onda triangolare simmetrica di frequenza 1 kHz e ampiezza picco-picco di 20 V. Determinare il valore medio della tensione di uscita  $v_U$  e la potenza media dissipata sul diodo zener ( $V_Z = 5.3$  V,  $V_{D(on)} = 0.7$  V,  $r_d = r_z = 0$ ).

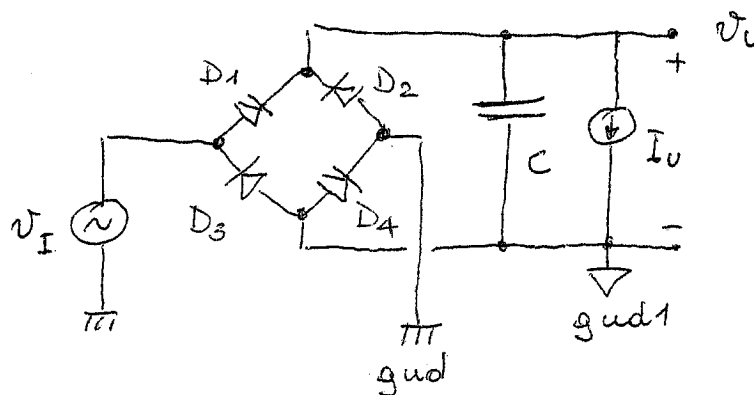


$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

### ESERCIZIO N°2

7 punti

Nel circuito seguente, con  $v_I = V_M \sin(2\pi ft)$ ,  $V_M = 12$  V e  $f = 50$  Hz, determinare la minima tensione di uscita per  $I_U = 100$  mA. Tracciare inoltre il grafico della differenza di potenziale tra i due riferimenti per  $I_U = 0$ . Si considerino i diodi ideali.

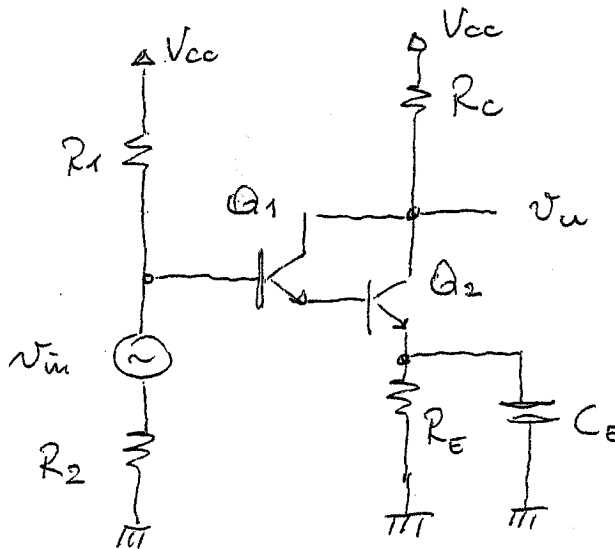


$$C = 2200 \mu\text{F}$$

### ESERCIZIO N°3

7 punti

Nel circuito seguente determinare il punto di riposo e il valore del parametro  $h_{ie1}$  e  $h_{ie2}$  nei due transistori  $Q_1$  e  $Q_2$  ( $h_{FE1} = 200$ ;  $h_{fe1} = 150$ ;  $r_{bb'1} = 100 \Omega$ ;  $h_{oe1} = h_{re1} = 0$ ;  $h_{FE2} = 120$ ;  $h_{fe2} = 100$ ;  $r_{bb'2} = 200 \Omega$ ;  $h_{oe2} = h_{re2} = 0$ ).



$$V_{CC} = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 5.6 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 6.4 \text{ k}\Omega$$

$$R_E = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_C = 2 \text{ k}\Omega$$

$$C_E = 20 \mu\text{F}$$

$$V_T = 26 \text{ mV}$$

### ESERCIZIO N°4

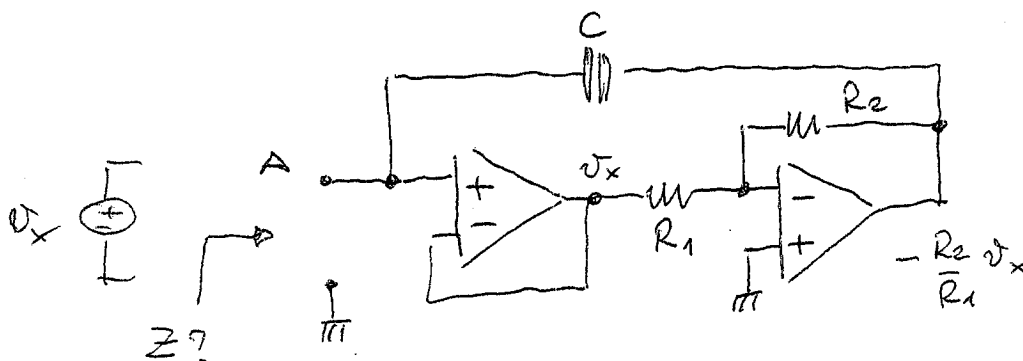
7 punti

Nel circuito dell'esercizio 3 si consideri ora  $h_{ie1} = h_{ie2} = 1 \text{ k}\Omega$ . Determinare amplificazione a centro banda e singolarità della risposta in frequenza.

### ESERCIZIO N°5

5 punti

Nel circuito seguente, determinare l'impedenza vista tra il punto A e riferimento.



$$C = 10 \mu\text{F}$$

$$R_1 = 100 \Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

# 1) Circuito tagliatore (asimmetrico)

In alto a  $+5.3V$  e in basso a  $-0.7V$ .  $V_M = 10V$ .

Tensione medie di uscite (area dei due "trapezi")

$$V_{out} = \frac{1}{T} \cdot \frac{V_z}{2} \left( \frac{T}{2} + \frac{T}{2} \frac{V_M - V_z}{V_M} \right) - \frac{1}{T} \frac{V_{Dout}}{2} \left( \frac{T}{2} + \frac{T}{2} \frac{V_M - V_{Dout}}{V_M} \right) =$$

$$= \frac{V_z}{2} \left( \frac{2V_M - V_z}{2V_M} \right) - \frac{V_{Dout}}{2} \left( \frac{2V_M - V_{Dout}}{2V_M} \right) = 1.61V$$

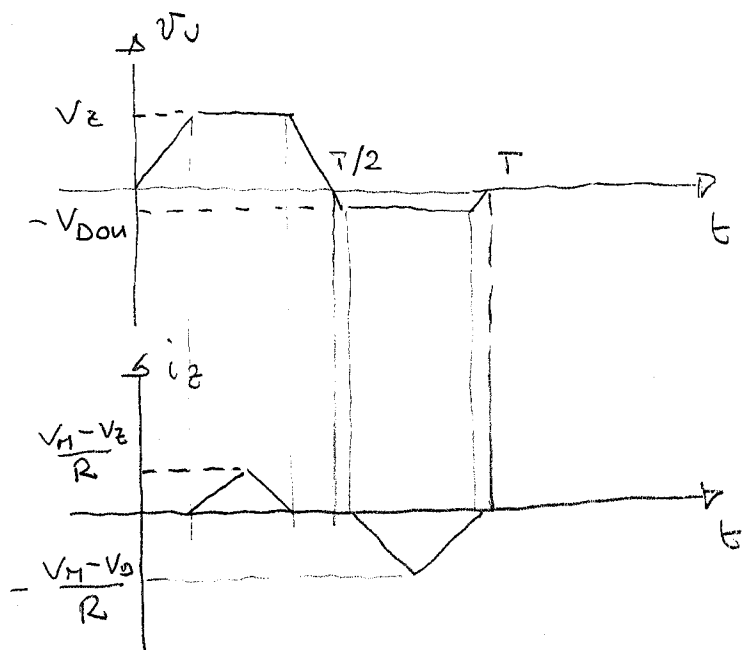
La potenza media si trova determinando le medie nel periodo delle potenze istantanee

$$v_o \cdot i_z = v_o \cdot \frac{(V_I - v_o)}{R} \quad (\text{triangoli})$$

Si ha

$$P_z = \frac{1}{T} V_z \frac{(V_M - V_z)}{2R} \cdot \frac{T}{2} \frac{(V_M - V_z)}{V_M} + \frac{1}{T} V_{Dout} \frac{(V_M - V_{Dout})}{2R} \frac{T}{2} \frac{(V_M - V_{Dout})}{V_M} =$$

$$= \frac{V_z (V_M - V_z)^2}{4V_M R} + \frac{V_{Dout} (V_M - V_{Dout})^2}{4V_M R} = 4.441 \text{ mW}$$

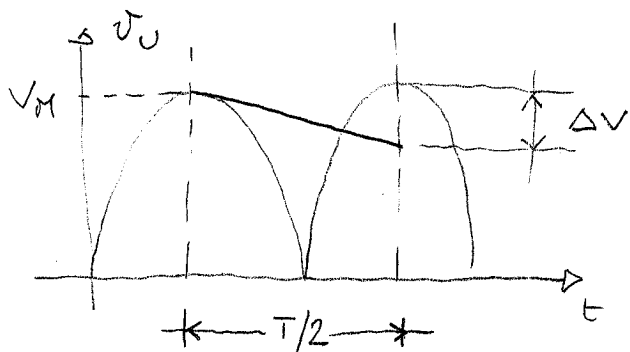


② In uscita si può adottare la classica approx di scarica per i e tutta una semionda.

Si ha

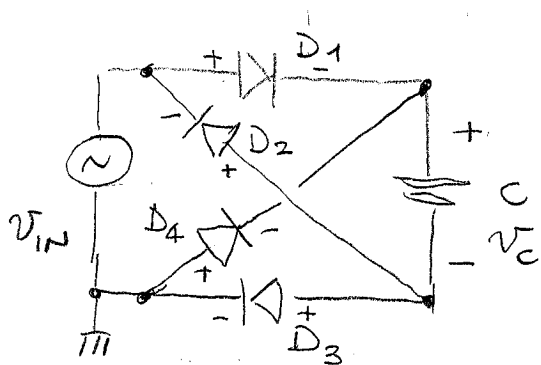
$$T = 1/f = 20 \text{ms}$$

$$\Delta V = \frac{1}{C} I_U \cdot \frac{T}{2}$$



Quindi  $V_{\text{min}} = V_M - \Delta V = 12 - \frac{100 \text{m} \cdot 10 \text{ms}}{2200 \mu} = 11.545 \text{V}$

Per il calcolo della forma d'onda di  $v_{\text{gud1}}$ , si può osservare che, per  $I_U = 0$  il condensatore resta carico alla tensione  $V_M$  e i diodi restano praticamente sempre INTERDETTI, tranne che in corrispondenza dei max e min della  $v_{\text{IN}}$ , per cui, a coppie, possono considerarsi al limite di conduzione.



Nella situazione proposta, per l'uguaglianza dei diodi, è ragionevole pensare (SIMMETRIA) a uguali cadute su  $D_1$  e  $D_3$  e su  $D_2$  e  $D_4$ . Quindi

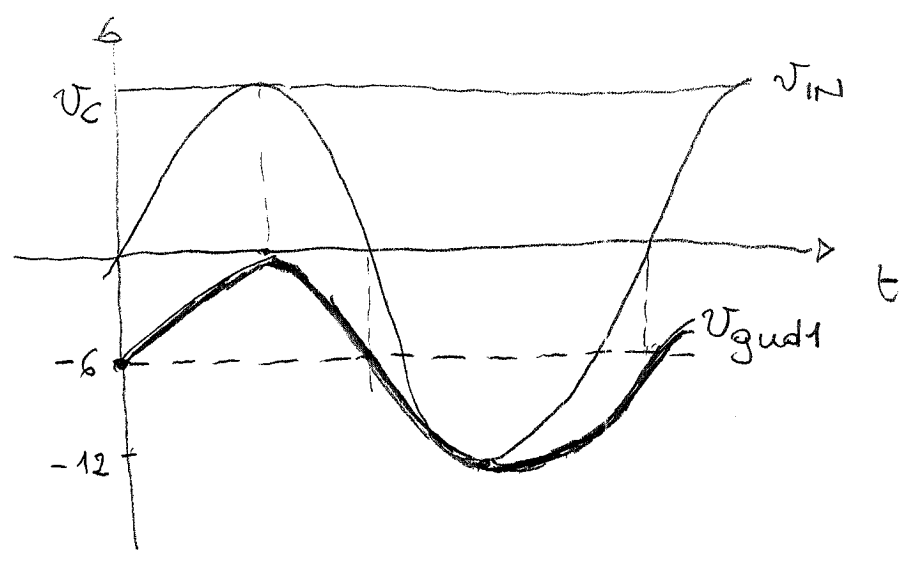
$$V_{\text{gud1}} = V_{D3}$$

con

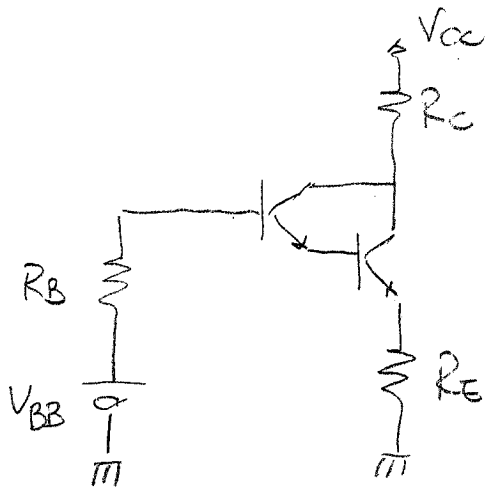
$$v_{\text{IN}} = V_{D1} + V_C + V_{D3} = V_C + 2V_{D3}$$

da cui  $V_{\text{gud1}} = \frac{v_{\text{IN}} - V_C}{2}$

# Concours



③ Determinino il pto di riposo



$$R_B = R_1 \parallel R_2 = 2.987 \text{ k}\Omega$$

$$V_{BB} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 6.4 \text{ V}$$

Osservazione: i due BJT si comportano come un unico transistor con

$$h_{FE} = \frac{I_{C1} + I_{C2}}{I_{B1}} = h_{FE1} + (h_{FE1} + 1) h_{FE2}$$

Nel nostro caso  $h_{FE} = 24320$ .

$$V_{BB} = 2 V_{BE0U} + \overset{\text{Traso.}}{[R_B + R_E (h_{FE} + 1)]} I_{B1}$$

$$I_{B1} = \frac{V_{BB} - 2 V_{BE0U}}{R_B + R_E (h_{FE} + 1)} = 41.1 \text{ }\mu\text{A} \quad ; \quad I_{C1} = 8.22 \text{ }\mu\text{A}$$

$$I_{B2} = (h_{FE1} + 1) I_{B1} = 8.26 \text{ }\mu\text{A} \quad ; \quad I_{C2} = 0.992 \text{ }\mu\text{A}$$

$$I_C = 1 \text{ mA}$$

$$I_E \approx 1 \text{ mA}$$

$$V_{CE2} \approx V_{CC} - (R_C + R_E) I_C = 5 \text{ V}$$

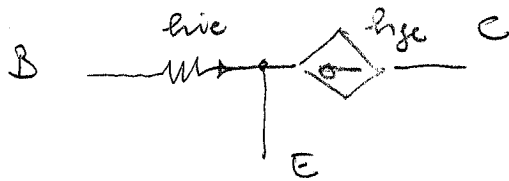
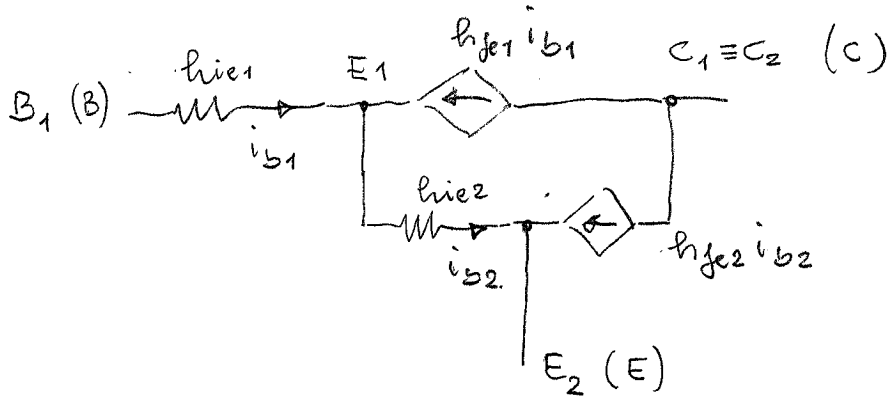
$$V_{CE1} = V_{CE2} - V_{BE0U} = 4.3 \text{ V}$$

} Zona attiva ok

$$r_{ie1} = r_{bb1} + h_{fe1} \frac{V_T}{I_{c1}} = 475 \text{ k}\Omega$$

$$r_{ie2} = r_{bb2} + h_{fe2} \frac{V_T}{I_{c2}} = 2.82 \text{ k}\Omega$$

④ Per risolvere questo esercizio osserviamo il circuito costituito dai due BJT e lo modelliamo con un unico amplificatore di corrente

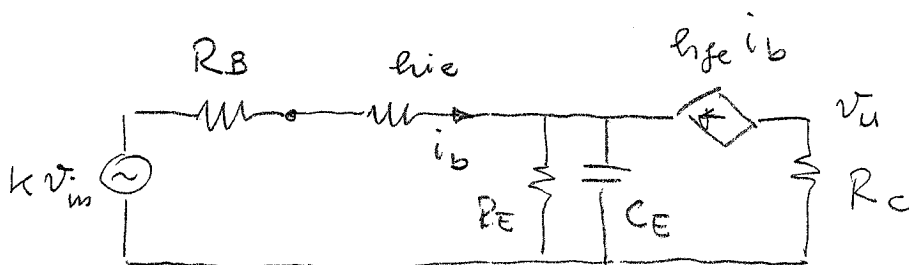


Per l'equivalenza dei due circuiti ( $h_{oe}=0$ ;  $h_{ce}=0$ ) deve pure essere

$$h_{fe} = \left. \frac{i_c}{i_b} \right|_{v_{ce}=0} = h_{fe1} + h_{fe2} (h_{fe1} + 1) = 15250$$

$$h_{ie} = \left. \frac{v_{be}}{i_b} \right|_{v_{ce}=0} = h_{ie1} + h_{ie2} (h_{fe1} + 1) = 152 \text{ k}\Omega$$

Ora il circuito è, applicando il t. di Thevenin,



$$\kappa = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0.467$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2.987 \text{ k}\Omega$$



A centro bande

$$A_{CB} = - \frac{k R_c h_{fe}}{R_B + h_{ie}} = - 91.84$$

Polo

$$p = \frac{1}{R_{vc} C} = 4.93 \text{ krad/s} \quad (785 \text{ Hz})$$

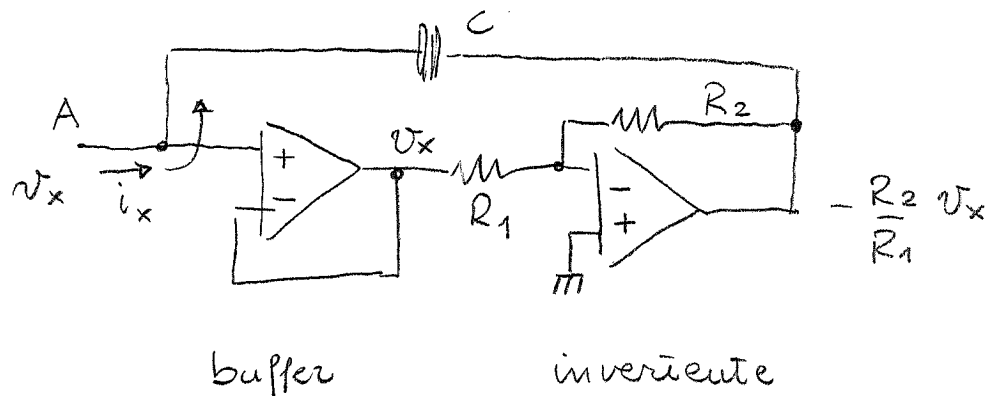
resendo

$$R_{vc} = R_E \parallel \left( \frac{h_{ie} + R_B}{h_{fe} + 1} \right) = 10.14 \Omega$$

zero

$$z = \frac{1}{R_E C_E} = 10 \text{ rad/s} \quad (1.59 \text{ Hz})$$

5



Si ha, ricordando le funzioni del buffer e dell'ampl. invertente

$$i_x = v_x \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) C s \quad \text{quindi}$$

$$Z = \frac{v_x}{i_x} = \frac{1}{C s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

Cioè da A si vede un'impedenza pari a quella di un condensatore il cui valore è

$$C' = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) C = 10.01 \text{ mF}$$