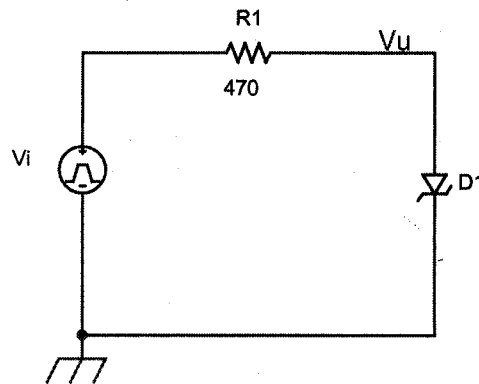


SCHEMA N°A004	Data: 18/06/2002
Nome _____	Valutazione:
Tempo disponibile: 1ora	
Durante la prova: NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi.	

ESERCIZIO N°1

6 punti

Si consideri il circuito di figura dove il segnale d'ingresso v_i è un'onda quadra simmetrica con periodo $T = 1 \text{ ms}$ e valore picco-picco $V_{pp} = 10 \text{ V}$. Determinare il valore medio della tensione di uscita V_U e la potenza media P_Z dissipata sul diodo zener D_1 . Si assuma per il diodo zener D_1 $V_Z = 4.7 \text{ V}$ e $V_F = 0.7 \text{ V}$.

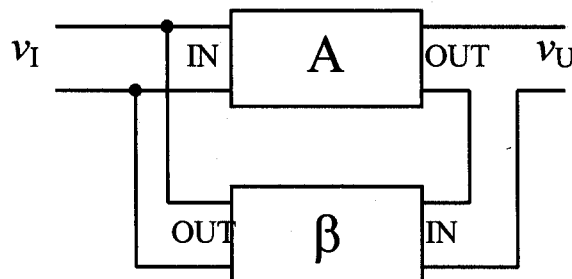


V_U	P_Z

ESERCIZIO N°2

5 punti

Determinare il tipo di reazione del circuito di figura.

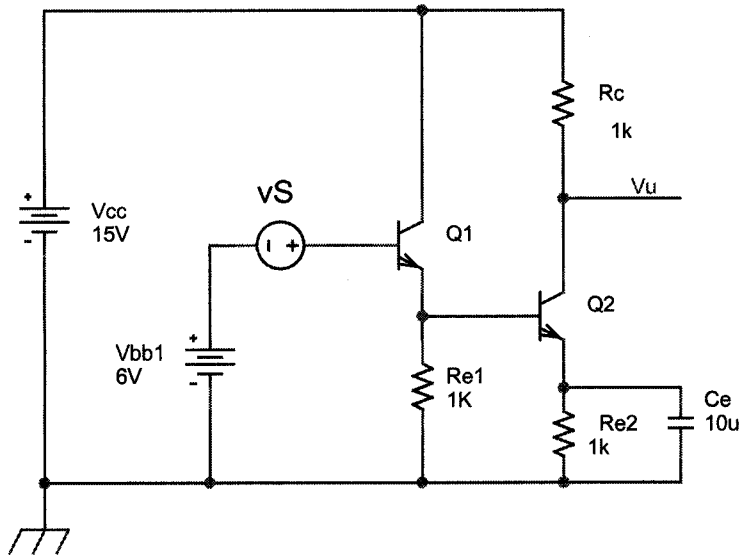


Corrente serie	Corrente parallelo	Tensione serie	Tensione parallelo

ESERCIZIO N°3

7 punti

Determinare il punto di riposo ed il parametro h_{ie} del circuito equivalente per piccoli segnali dei transistori Q_1 e Q_2 .



	Q_1	Q_2
h_{FE}	250	250
h_{fe}	200	200
h_{re}	0	0
h_{oe}	0 S	0 S
$r_{bb'}$	10 Ω	10 Ω

	Q_1	Q_2
I_C		
V_{CE}		
h_{ie}		

ESERCIZIO N°4

7 punti

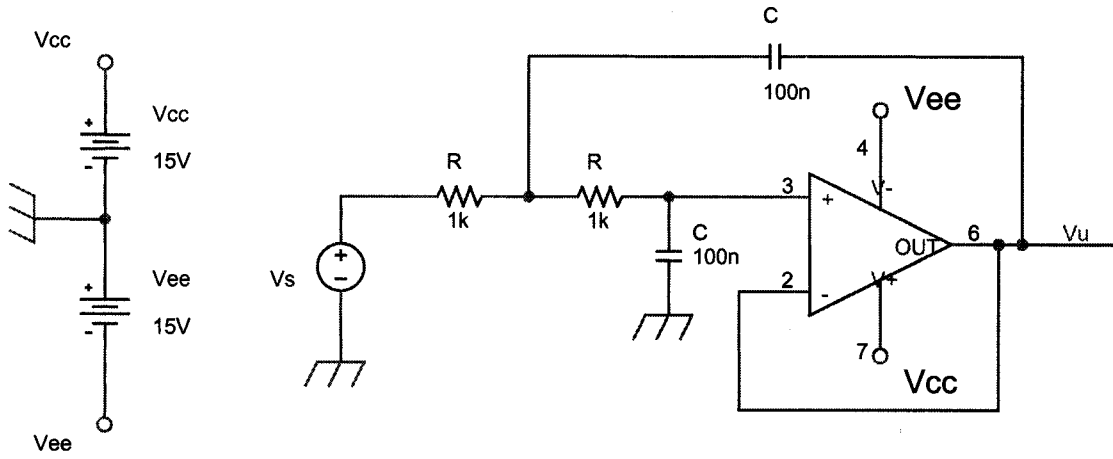
Si consideri il circuito riportato nell'esercizio 3 e si assuma $h_{ie1} = h_{ie2} = 1 \text{ k}\Omega$. Determinare l'amplificazione a centro banda A_{VCB} ed il limite inferiore di banda f_L .

A_{VCB}	f_L

ESERCIZIO N°5

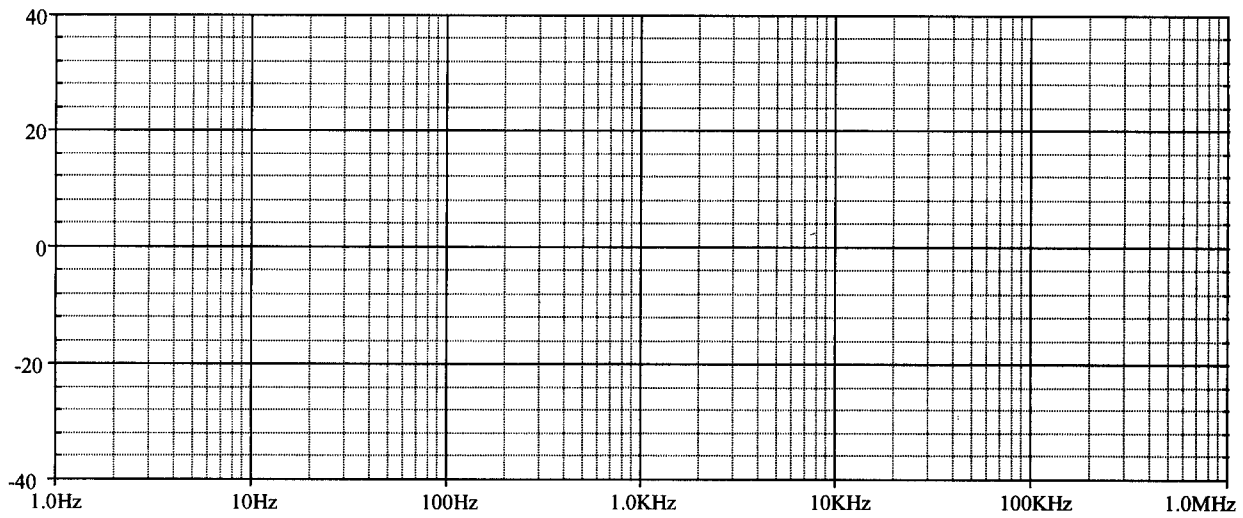
8 punti

Si consideri il filtro attivo di figura. Calcolare la risposta in frequenza del circuito e disegnare i diagrammi di Bode del modulo e della fase. Si assuma l'amplificatore operazionale ideale.

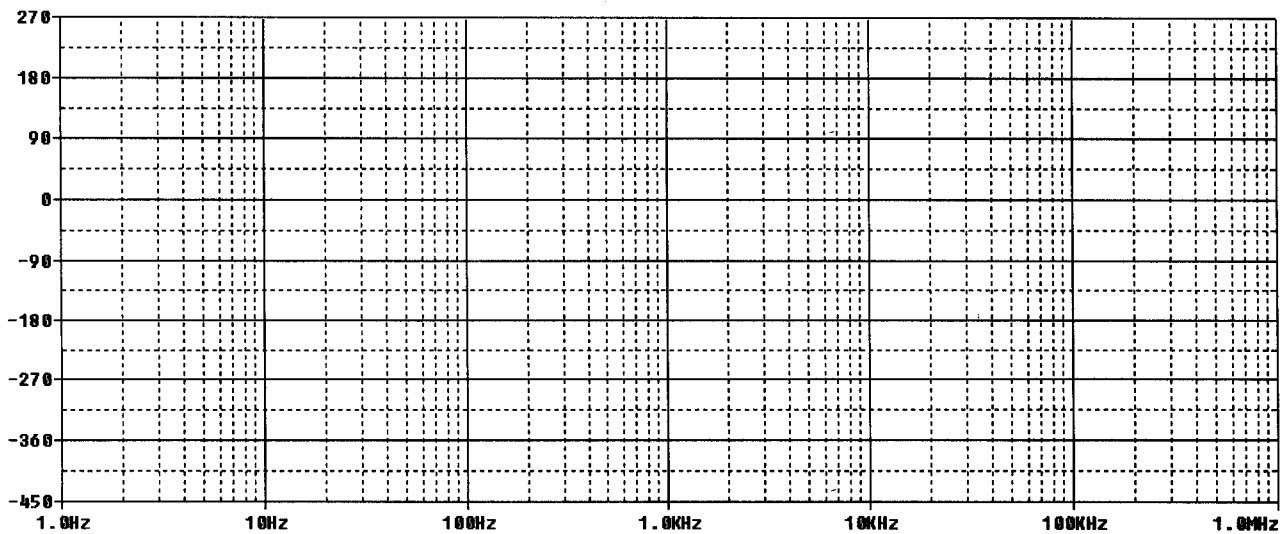


Diagrammi di Bode

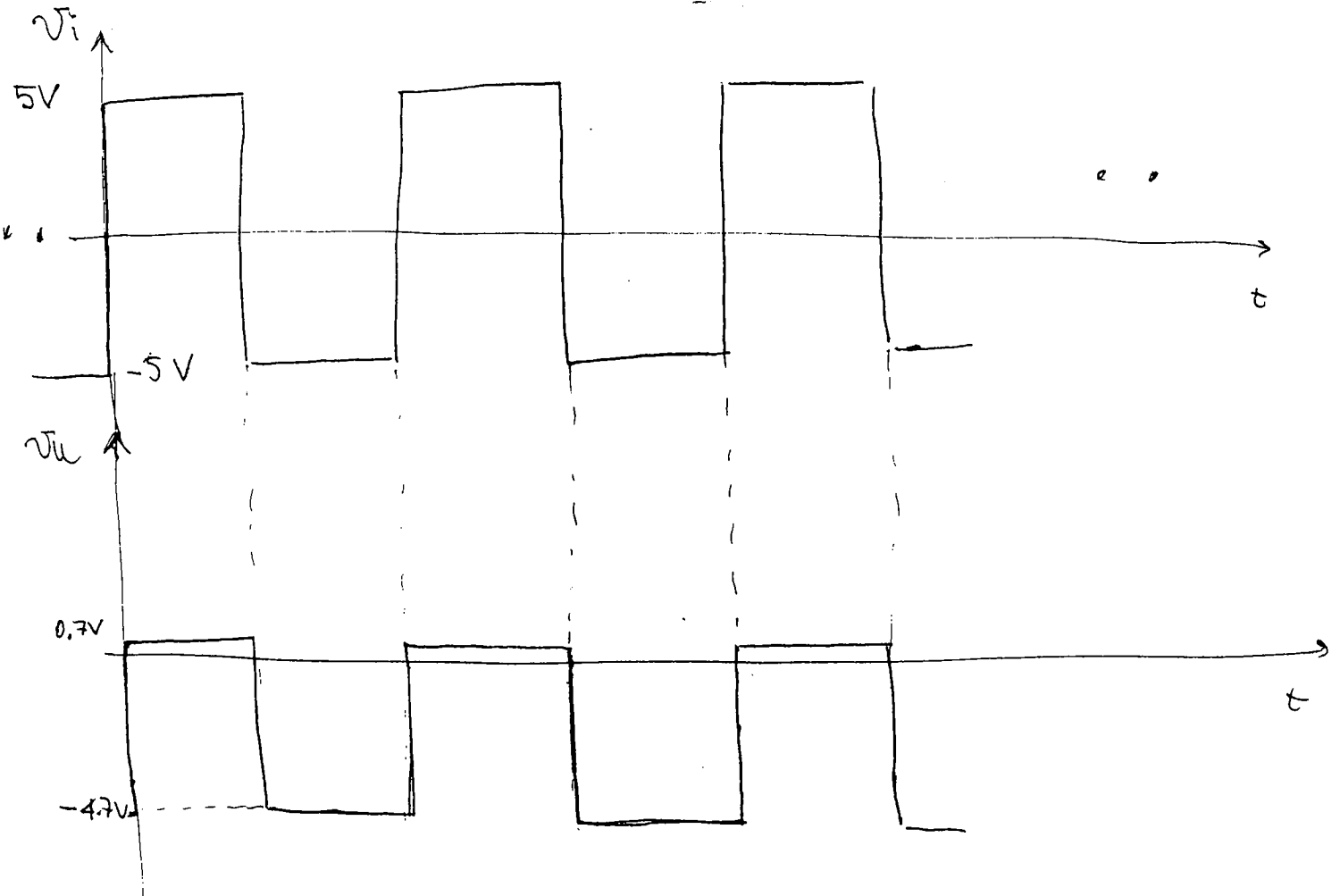
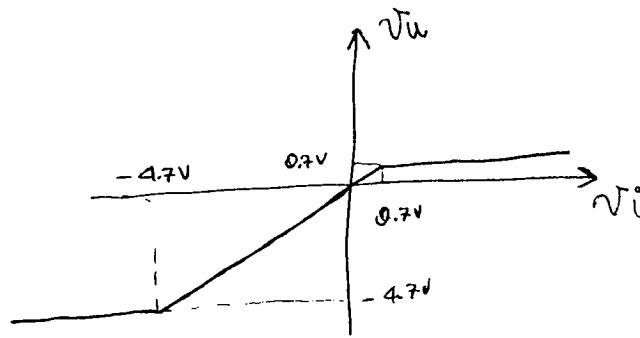
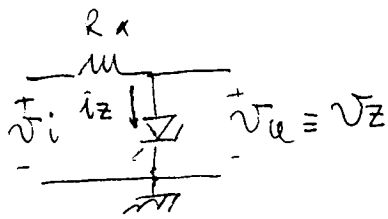
Modulo



Fase



ESERCIZIO 1



$$V_u = \frac{1}{T} \int_T v_u(t) dt = \frac{1}{T} \left(0.7 \cdot \frac{T}{2} - 4.7 \cdot \frac{T}{2} \right) V = -2V$$

$$P_z = \frac{1}{T} \int_T v_z(t) i_z(t) dt = \frac{1}{T} \int_T \frac{v_u \cdot (v_i - v_u)}{R} dt =$$

$$= \frac{1}{T} \left[\frac{T}{2} 0.7 \cdot (5 - 0.7) + \frac{T}{2} (-4.7) \cdot (-5 + 4.7) \right] \frac{1}{R} = 4.7 \text{ mW}$$

Reazione di tipo corrente parallelo

ESERCIZIO 3

P.T.O di riposo Q_1 e Q_2

ip. $I_{b2} \ll I_{e1}$

$$V_{bb1} = V_{be1} + R_{e1} \cdot I_{e1}$$

$$I_{e1} = \frac{V_{bb1} - V_{be1}}{R_{e1}} = 5.3 \text{ mA}$$

$$I_{c1} = \frac{h_{FE1}}{h_{FE1} + 1} I_{e1} = 5.28 \text{ mA}$$

$$V_{bb1} - V_{be1} = V_{be2} + R_{e2} \cdot I_{e2}$$

$$I_{e2} = \frac{V_{bb1} - V_{be1} - V_{be2}}{R_{e2}} = 4.6 \text{ mA}$$

$$I_{b2} = \frac{I_{e2}}{h_{FE2} + 1} = 18.33 \text{ } \mu\text{A} ; I_{c2} = \frac{h_{FE2}}{h_{FE2} + 1} I_{e2} = 4.58 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_{b2} \ll I_{e1}$$

$$V_{ce1} = V_{cc} - (V_{bb1} - V_{be1}) = 9.7 \text{ V}$$

$$V_{ce2} = V_{cc} - R_c I_{c2} - R_{e2} I_{e2} = 5.82 \text{ V}$$

	Q_1	Q_2
I_c	5.28 mA	4.58 mA
V_{ce}	9.7 V	5.82 V

$$h_{ie1} = r_{bb1}' + \frac{V_T}{I_{b1}} = 1.24 \text{ k}\Omega$$

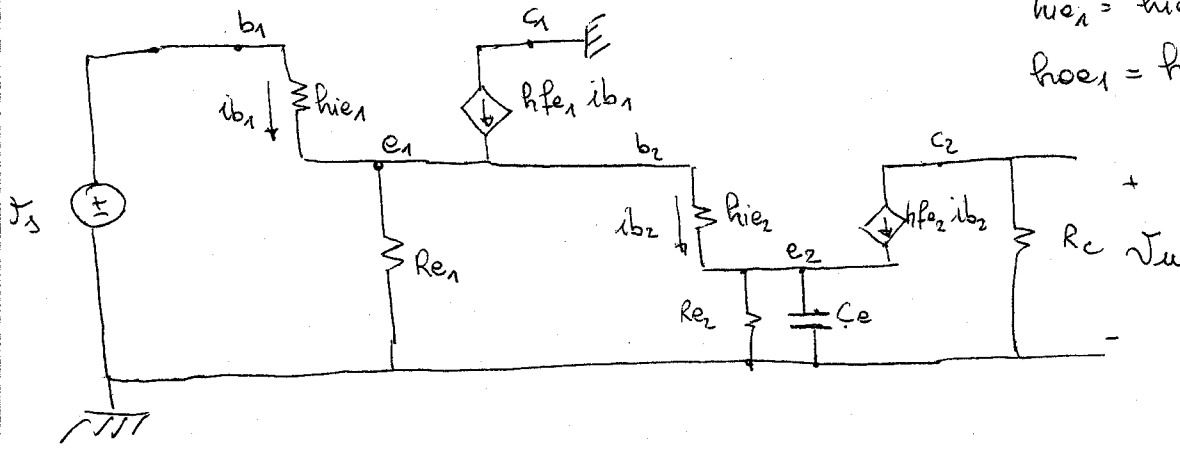
$$h_{ie2} = r_{bb2}' + \frac{V_T}{I_{b2}} = 1.42 \text{ k}\Omega$$

Circuito per piccoli segnali:

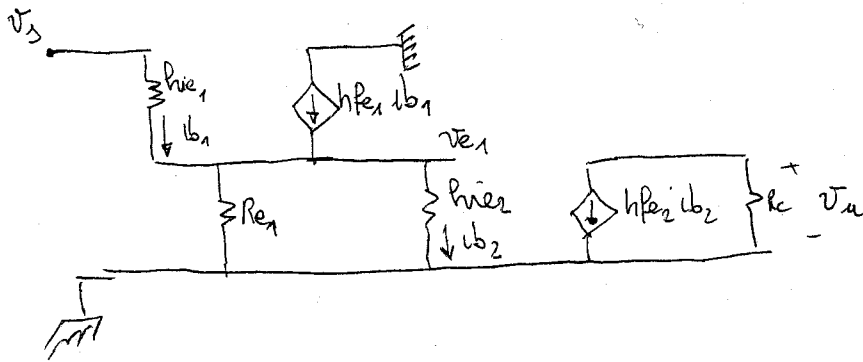
$$\beta_1 = \beta_2 = 200$$

$$h_{ie1} = h_{ie2} = 1\text{ k}\Omega$$

$$h_{oe1} = h_{oe2} = 0\text{ S}$$



A centro banda la capacità C_e è in corto circuito.



$$v_s = h_{ie1} i_{b1} + (R_{e1} \parallel h_{ie2}) (h_{fe1} + 1) i_{b1}$$

$$v_{e1} = (R_{e1} \parallel h_{ie2}) (h_{fe1} + 1) i_{b1} = \frac{(R_{e1} \parallel h_{ie2}) (h_{fe1} + 1)}{h_{ie1} + (R_{e1} \parallel h_{ie2}) (h_{fe1} + 1)} v_s$$

$$\frac{v_{e1}}{v_s} = 0.99$$

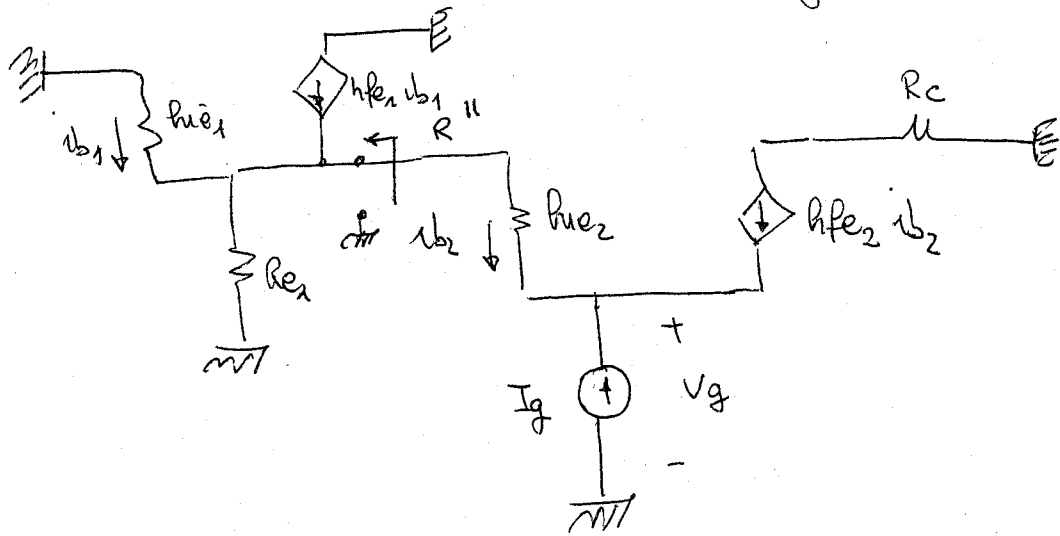
$$v_u = -R_c \beta_2 i_{b2} = -\frac{R_c \beta_2}{h_{ie2}} v_{e1}$$

$$A_{vCB} = \frac{v_u}{v_s} = -\frac{R_c \cdot h_{fe2}}{h_{ie2}} \left(\frac{v_{e1}}{v_s} \right) = -198$$

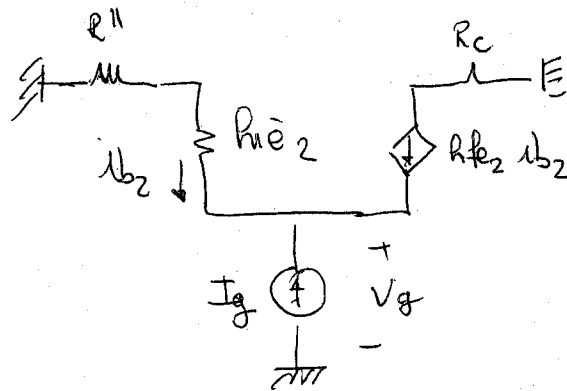
La capacità C_e introduce un polo a frequenza f_L e uno zero a frequenza $f_0 = f_L \cdot \frac{A_{V0}}{A_{VCB}}$ dove A_{V0} è il guadagno in continua.

$$f_L = \frac{1}{2\pi C_e R_{Vce}}$$

$$R_{Vce} = R_{e2} \parallel R' \quad \text{dove} \quad R' = \frac{V_g}{I_g}$$



~~R'~~



$$I_g = - (h\beta_2 + 1) i_{b2}$$

$$V_g = - (h i_{e2} \parallel R'') i_{b2}$$

$$R' = \frac{h i_{e2} + R''}{h\beta_2 + 1}$$

Analogamente $R'' = R_{e1} \parallel \frac{h i_{e1}}{h\beta_1 + 1} = 4.95 \Omega$

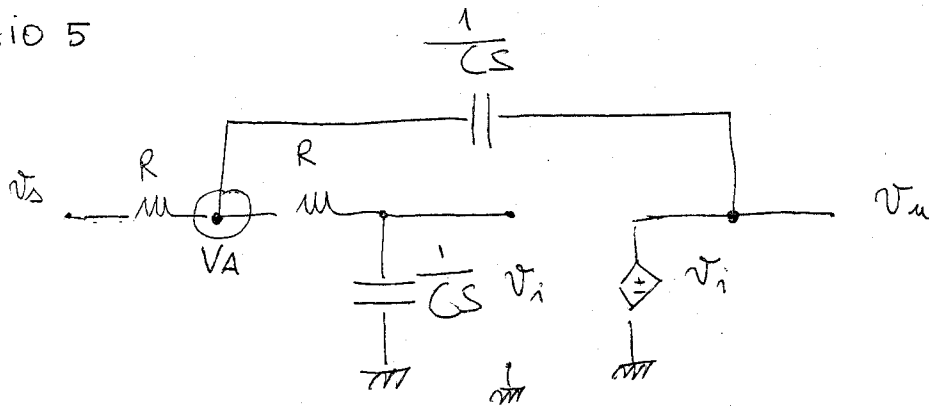
$$R' = 5 \Omega$$

$$R_{Vce} = 4.97 \Omega$$

A004/5

$$f_L = \frac{1}{2\pi R_{Vce} C_e} = 3.2 \text{ kHz}$$

ESERCIZIO 5



$$C_1 = C_2 = C$$

$$R_1 = R_2 = R$$

$v_u = v_i$; l'amplificatore operazionale è montato a buffer

$$v_A = (RCs + 1) v_u$$

$$\frac{v_s - v_A}{R} = v_u cs + (v_A - v_u) cs$$

$$\frac{v_s - v_A}{R} = v_A cs$$

$$v_A = \frac{v_s}{1 + RCS}$$

$$\frac{v_u}{v_s} = \frac{1}{(1 + RCS)^2}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{RC}, \quad f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

$$H(f) = \frac{1}{(1 + j f/f_0)^2}$$

ho due poli reali e coincidenti

$$f_0 = 1.6 \text{ kHz}$$

