

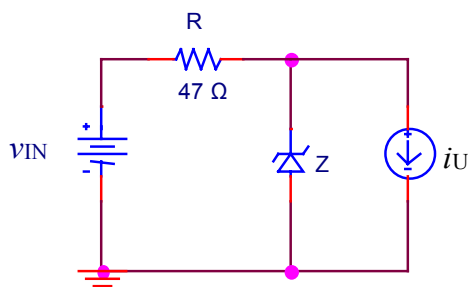
SCHEDA N°A007	Data: <u>28/01/2003</u>
Nome _____	Valutazione:
Tempo disponibile: 1 ora	
Durante la prova: NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi.	

ESERCIZIO N°1

6 punti

Si consideri il regolatore parallelo di figura, nel quale il diodo zener Z è caratterizzato da $V_{ZT} = 4.7\text{ V}$ e $r_{ZT} = 8\ \Omega @ I_{ZT} = 53\text{ mA}$ e $r_{ZK} = 500\ \Omega @ I_{ZK} = 1\text{ mA}$.

La tensione d'ingresso v_{IN} può assumere un valore compreso tra 10 V e 15 V . Determinare la massima potenza P_R che la resistenza R deve essere in grado di dissipare e la massima corrente di uscita i_{Umax} per cui è garantito ancora il corretto funzionamento in tutto l'intervallo di variazione di v_{IN} . (Si assuma che il diodo zener funzioni in modo accettabile quando è attraversato da una corrente pari a quattro volte quella di ginocchio I_{ZK} .)

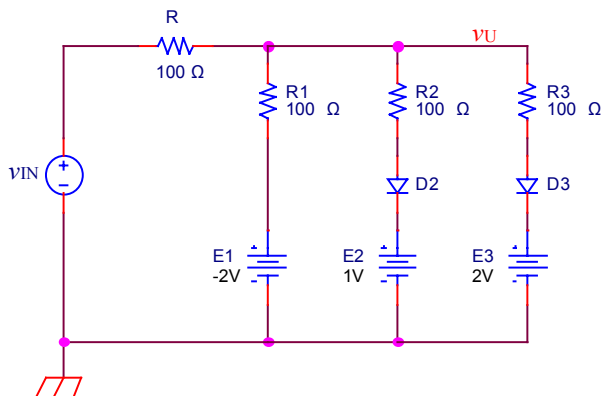


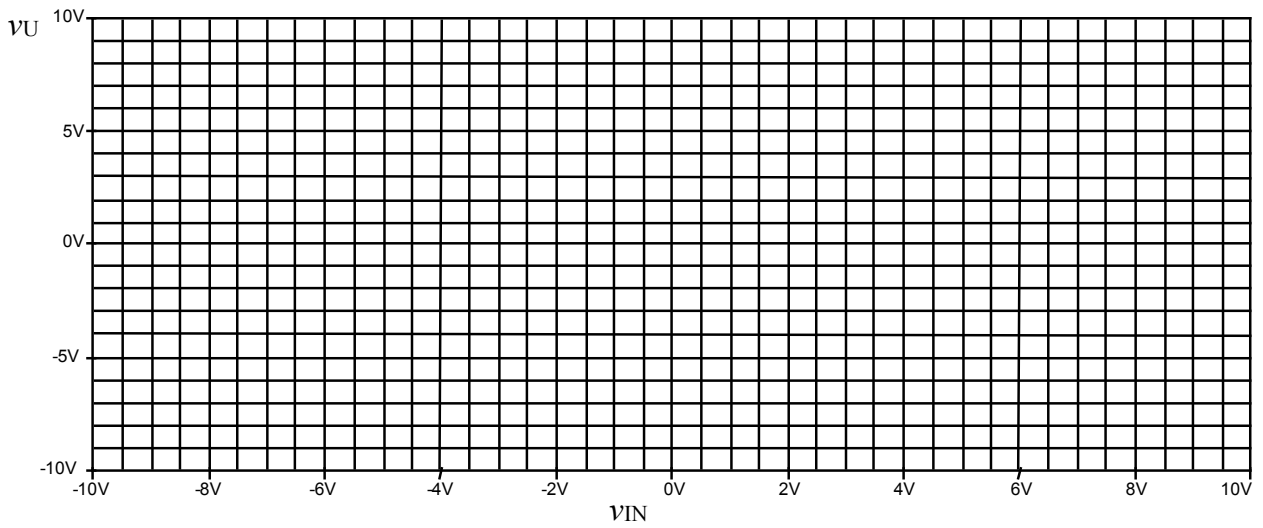
P_R	i_{Umax}

ESERCIZIO N°2

6 punti

Disegnare la caratteristica ingresso-uscita del circuito di figura. Si assumano i diodi ideali.

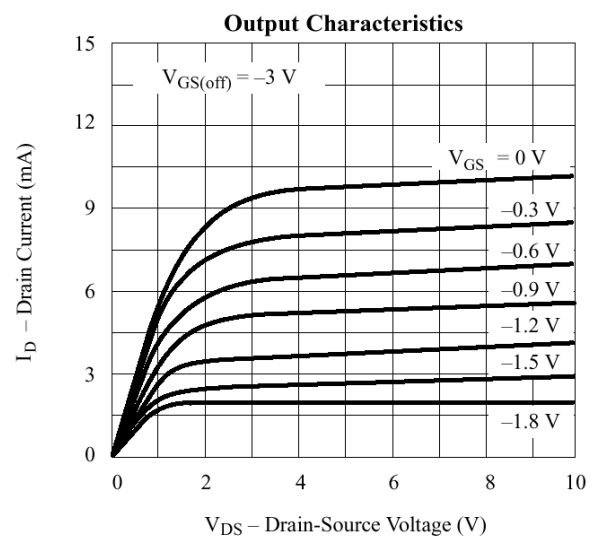
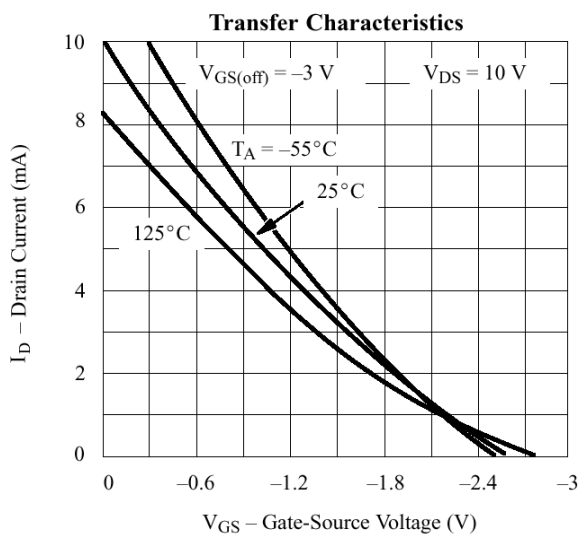
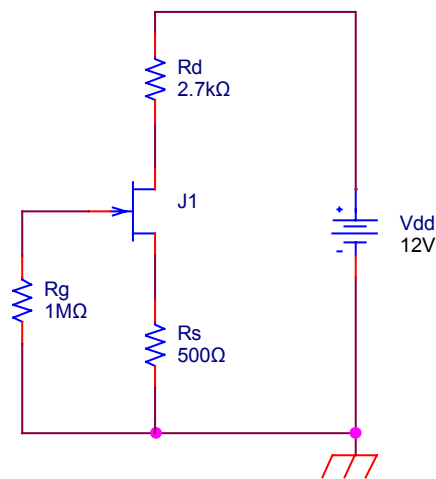




ESERCIZIO N°3

7 punti

Determinare il punto di riposo a 25°C del transistor JFET J1, del quale sono riportate di seguito le caratteristiche.

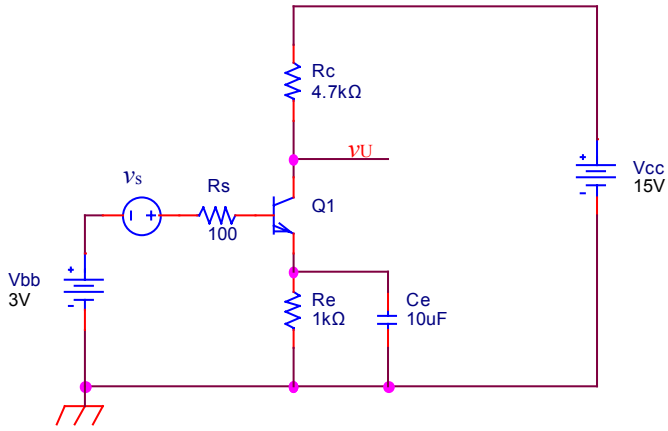


V_{GSQ}	V_{DSQ}	I_{DSQ}

ESERCIZIO N°4

8 punti

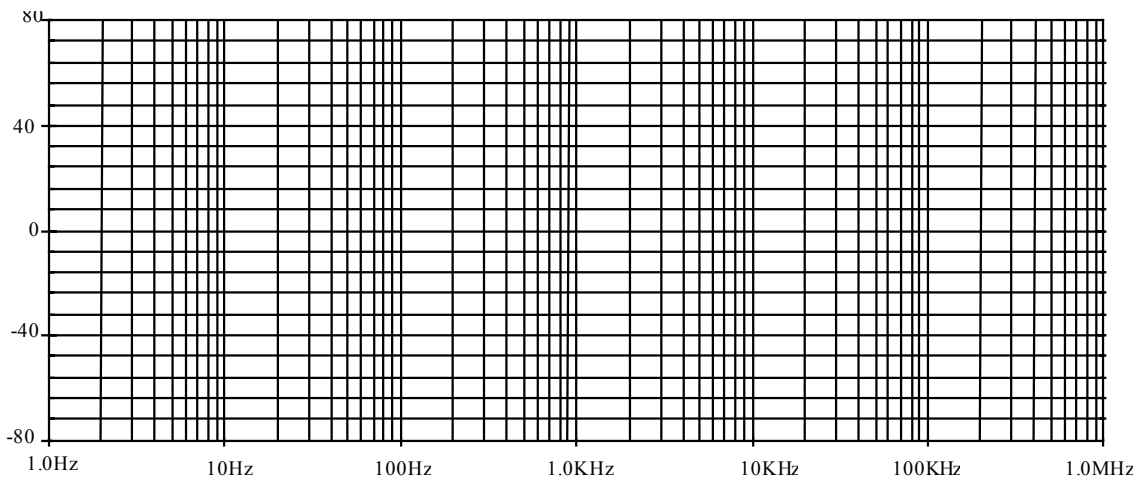
Determinare il parametro h_{ie} del modello per piccoli segnali del transistor Q_1 e disegnare i diagrammi di Bode della risposta in frequenza $A_f = v_u/v_s$.



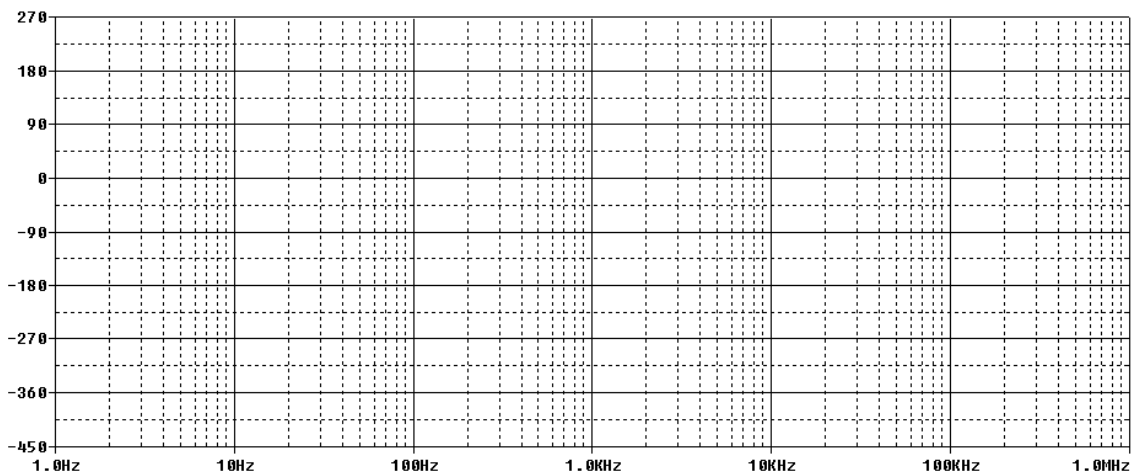
Q1	
h_{FE}	160
h_{re}	0
h_{fe}	175
h_{oe}	0 S
$r_{bb'}$	10 Ω

h_{ie}

MODULO



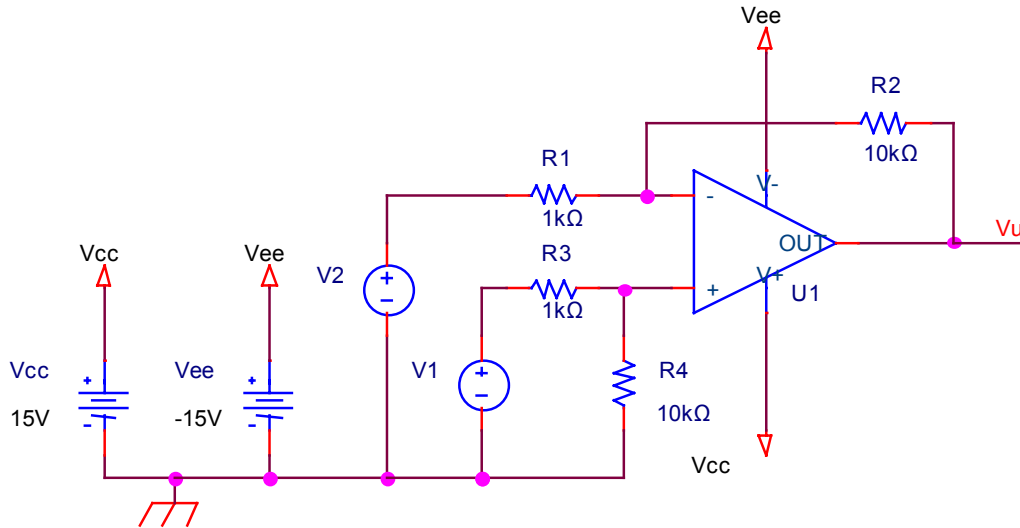
FASE



ESERCIZIO N°5

8 punti

Si consideri l'amplificatore differenziale di figura. Determinare il massimo modulo dello sbilanciamento dell'uscita V_{U0} . In tabella sono riportati i parametri statici dell'amplificatore operazionale.

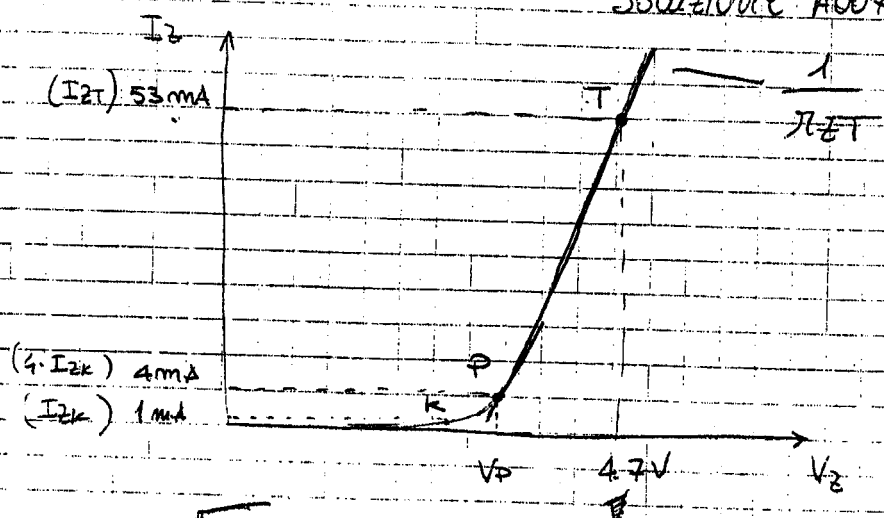
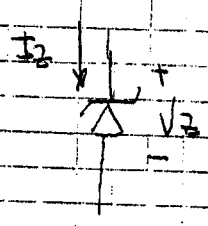


$ V_{io} $	100 μ V
$ I_{io} $	75 nA
I_B	80 nA

V_{U0}

SOLUZIONE A007

ES.1



$$V_F = (4.7 - 49 \cdot 10^{-3}) \text{ V} = 4.31 \text{ V}$$

Il p.to P individua il limite inferiore di validità del modello lineare dello zener.

La massima potenza \$P_R\$ che la resistenza \$R\$ deve essere in grado di dissipare, si ha quando la tensione d'ingresso \$V_{IN}\$ è massima e quando lo zener si trova a lavorare nel p.to P; da cui

$$I_R = \frac{15 - 4.31}{47} \text{ A} = 227.45 \text{ mA}$$

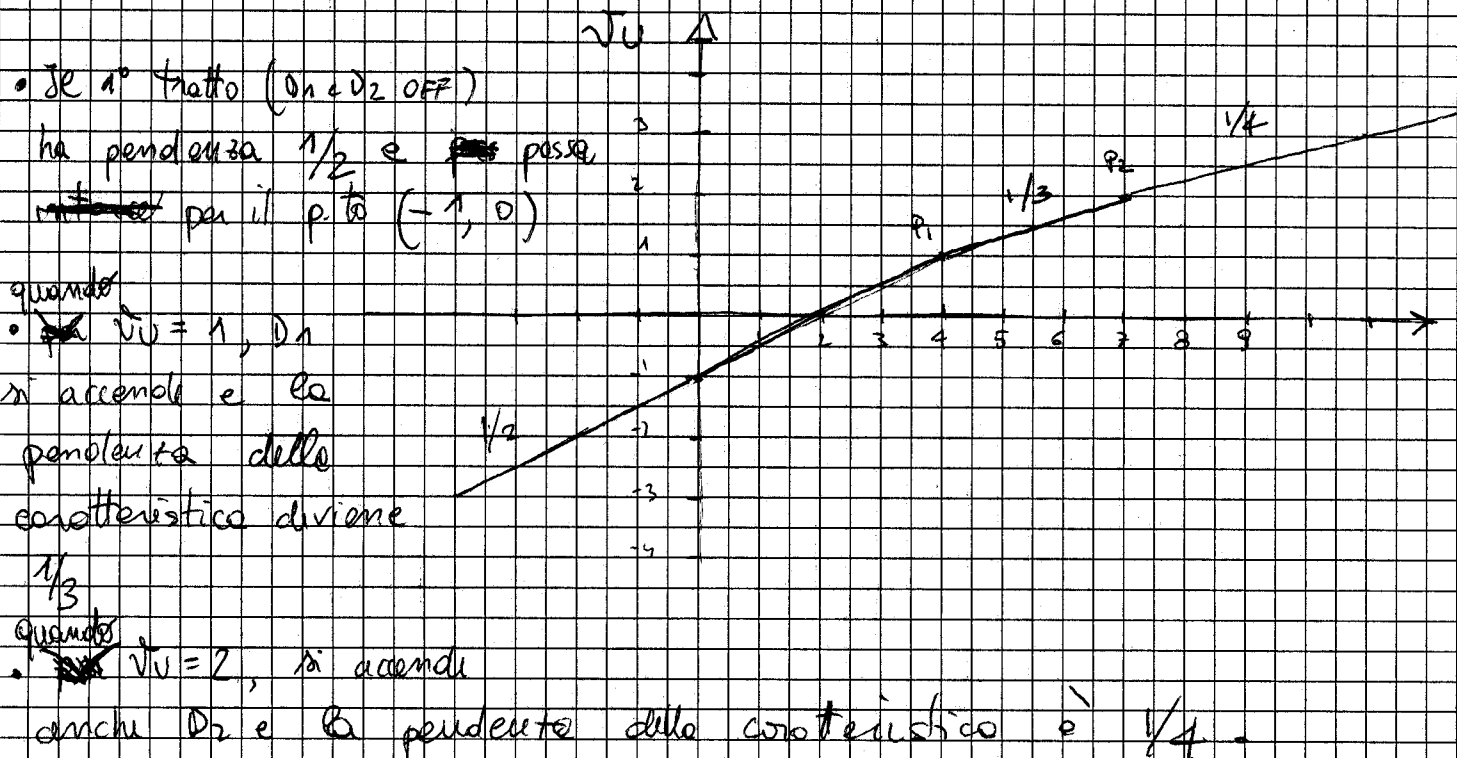
$$P_R = R \cdot I_R^2 = 2.43 \text{ W}$$

La massima corrente di uscita \$I_{Umax}\$ si ottiene per \$V_{IN}\$ minima e sempre quando lo zener lavora in P; da cui

$$I_{Umax} = \left(\frac{10 - 4.31}{47} - \frac{3}{4 \cdot 10} \right) \text{ A} = 117 \text{ mA}$$

ES. 2

La caratteristica $v_{in} - v_{out}$ del circuito è lineare a tratti e presenta 2 p.ti spigolosi in corrispondenza dell'entrata in conduzione di ciascuno dei due diodi.



ES. 3

$$V_G = V_{GS} + R_S I_{DS}$$

||

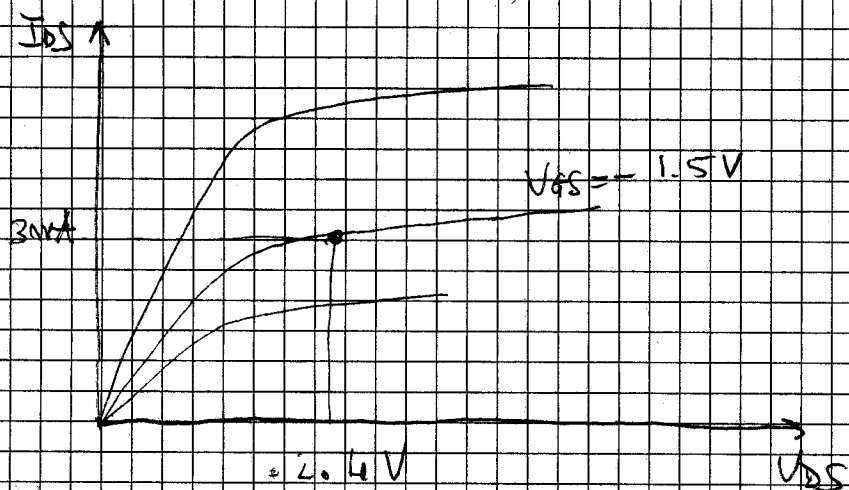
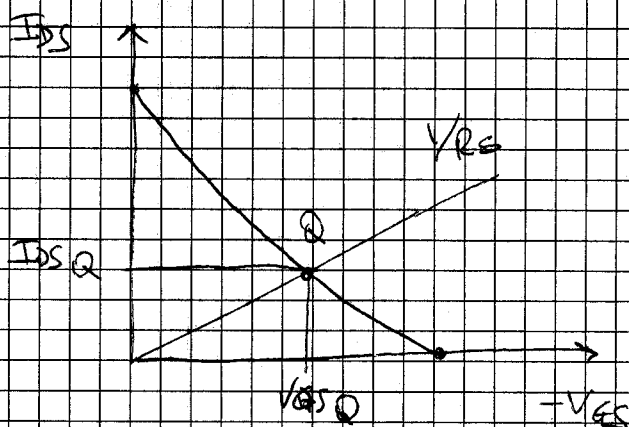
$$0 = V_{GS} + R_S I_{DS}$$

$$I_{DS} = - \frac{V_{GS}}{R_S}$$

$$V_{GSQ} = -1.5V$$

$$I_{DS} = 3mA$$

$$V_{DSQ} = V_{DD} - (R_S + R_D) I_{DSQ} = 2.4V$$



Verifico che JFET sia
lavorando in zona di
saturazione

~~Calcolo~~ Calcolo p.to di lavoro:

$$V_{bb} - R_s I_B = V_{be} + R_e I_e$$

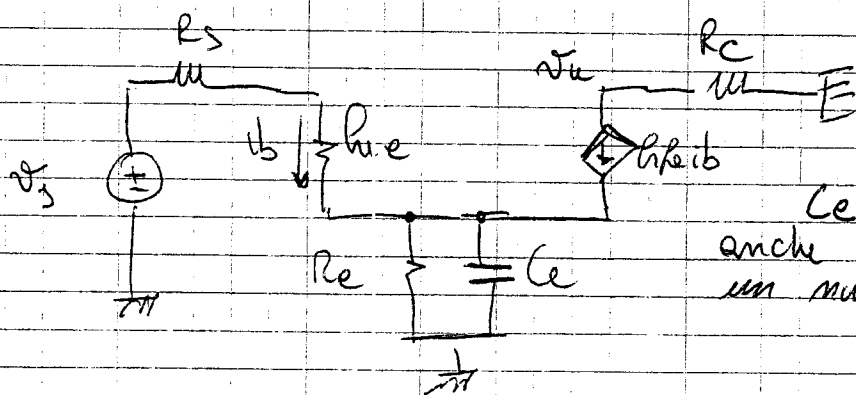
$$V_{bb} - R_s \frac{I_e}{h_{FE} + 1} = V_{be} + R_e I_e$$

$$I_e = \frac{V_{bb} - V_{be} \sim 0.7V}{R_e + \frac{R_s}{h_{FE} + 1}} = 2.2 \text{ mA}$$

$$I_c = I_e \frac{h_{FE}}{h_{FE} + 1} = 2.28 \text{ mA}$$

$$R_{ic} = \frac{V_T}{I_c} h_{FE} = 1.82 \text{ k}\Omega$$

circuito per piccoli segnali:



C_e introduce un polo, ma anche uno zero poiché A_{oo} è un numero finito.

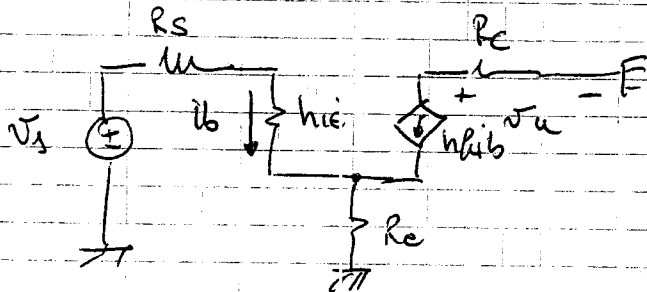
$$A(f) = A_0 \frac{1 + j f/p_0}{1 + j f/f_p} = \frac{A_0 f_p}{f_0} \frac{f_0 + j f}{f_p + j f} = A_{oo} \frac{f_0 + j f}{f_p + j f}$$

$$f_p = \frac{1}{2\pi C_e R_{Vce}} ; \quad f_0 = \frac{A_0}{A_{oo}} \cdot \frac{p}{f_p}$$

$$R_{Vce} = R_e \parallel (R_{ic} + R_s) = 10.8 \Omega$$

$$f_p = 1.48 \text{ kHz}$$

~~1/12~~ Valutiamo A_0 !



$$v_u = - R_c h_{fe} i_b$$

$$v_s = (R_s + h_{ie}) i_b + R_c (h_{fe} + 1) i_b$$

$$i_b = \frac{v_s}{R_s + h_{ie} + R_c (h_{fe} + 1)}$$

$$A_0 = \frac{v_u}{v_s} = \frac{- R_c h_{fe}}{R_s + h_{ie} + R_c (h_{fe} + 1)} = - 4,62$$

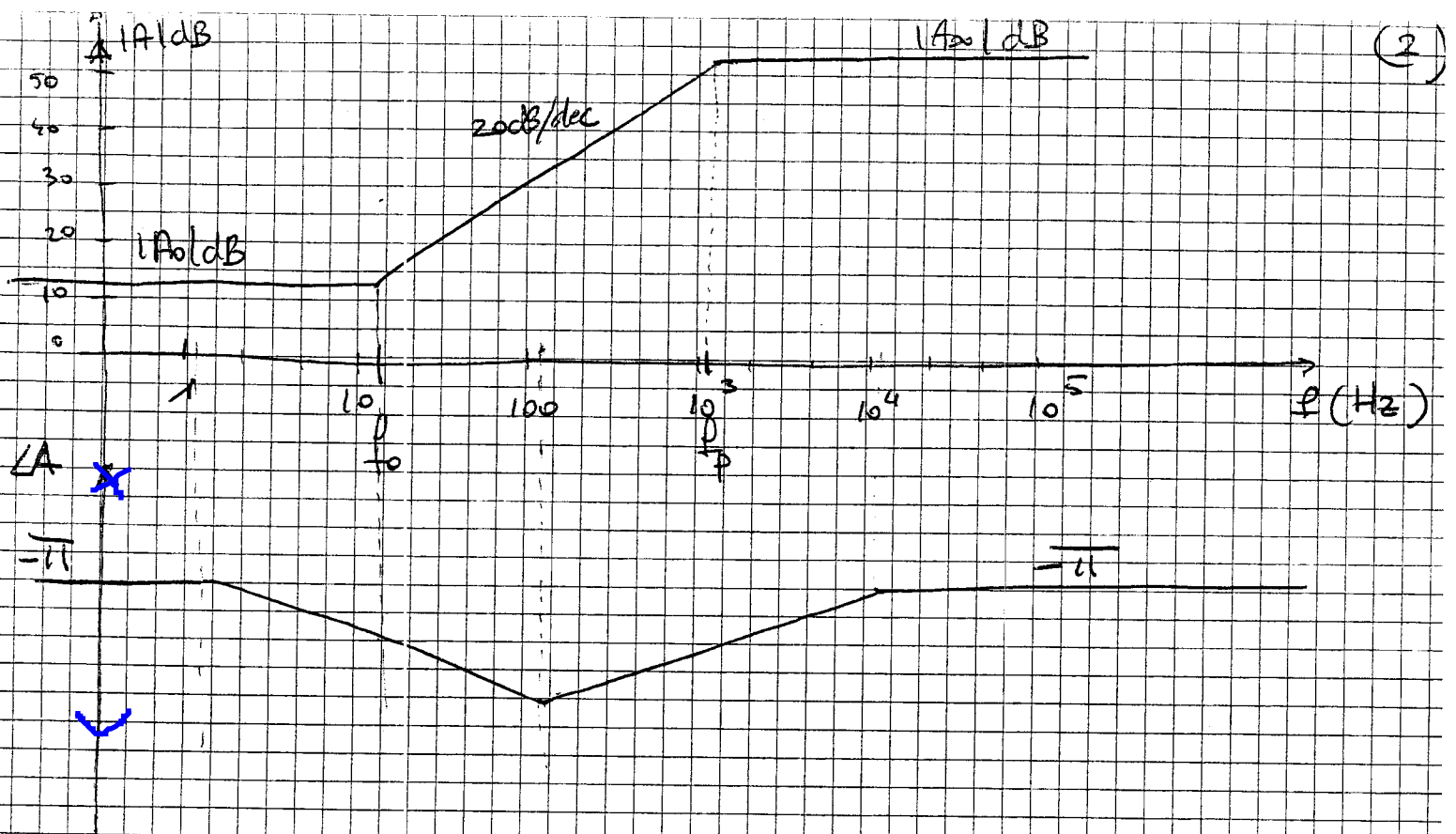
A_{∞} si può ottenere dall'espressione di A_0 , semplicemente, ~~postituendo~~ ponendo $R_c = 0$.

$$A_{\infty} = \frac{- R_c h_{fe}}{R_s + h_{ie}} = - 428,4$$

$$f_0 = \frac{A_0}{A_{\infty}} \cdot f_p = 16 \text{ Hz}$$

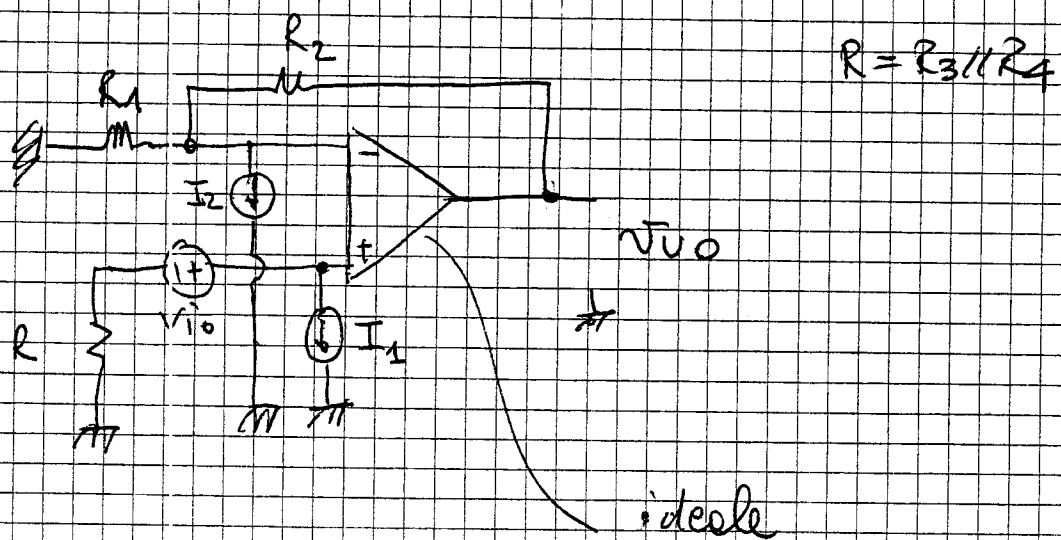
$$|A_0|_{dB} = 13,3 \text{ dB}$$

$$|A_{\infty}|_{dB} = 52,6 \text{ dB}$$



ES. 5

Circuito per il calcolo del massimo modulo dello sbilanciamento dell'uscita



Applico principio di sovrapposizione degli effetti:

$$V_{U0} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{io} + R \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) I_1 + R_2 I_2$$

$$I_1 = I_{10} + I_{10}/2$$

$$\begin{aligned}
 v_{Vo} &= \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_{i0} + \left[R_2 - \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \right] I_B + \\
 &- \left[\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} + R_2 \right] \frac{I_{i0}}{2}
 \end{aligned}$$

$$v_{Vo} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_{i0} - R_2 I_{i0}$$

$$|v_{Vo}|_{\max} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) |v_{i0}| + R_2 |I_{i0}| = 1,85 \text{ mV}$$