

SCHEDA N°A04_06

Data: 14/07/2004

Nome _____

Valutazione:

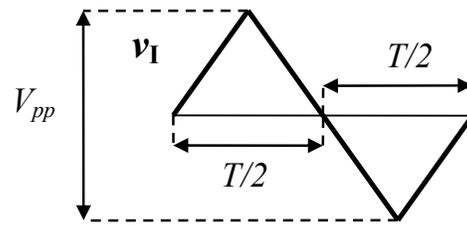
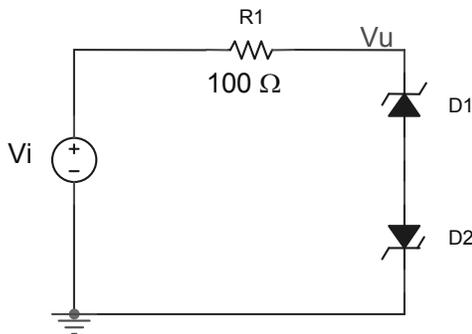
Coordinate banco

Tempo a disposizione: 1ora
NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi.
NON utilizzare la penna rossa.
I fogli di brutta devono essere riconsegnati.
I risultati devono essere chiaramente motivati.

ESERCIZIO N°1

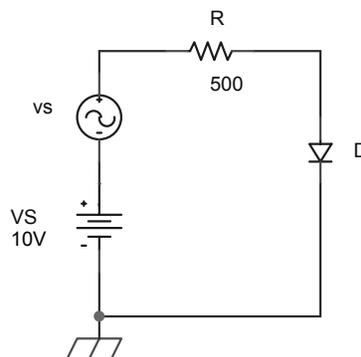
6 punti

Si consideri il circuito di figura dove la forma d'onda del segnale d'ingresso v_i , mostrata in figura, è triangolare, con valor medio nullo, periodo T e valore picco-picco V_{pp} . I diodi zener D_1 e D_2 hanno una resistenza differenziale, in conduzione, nulla e sono caratterizzati da una tensione di conduzione diretta $V_f = 0.7 \text{ V}$ e da una tensione di breakdown $V_{Z1} = 4.3 \text{ V}$ e $V_{Z2} = 3.3 \text{ V}$, rispettivamente. Determinare il valore medio della tensione di uscita nei due casi: (a) $V_{pp} = 5 \text{ V}$ e (b) $V_{pp} = 20 \text{ V}$.

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

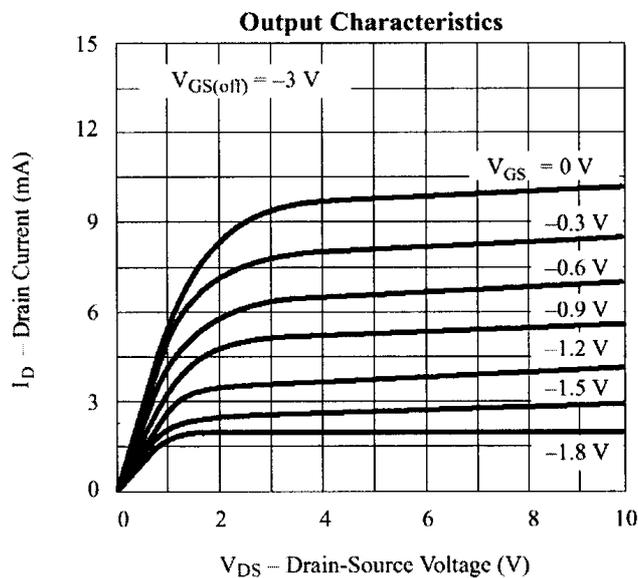
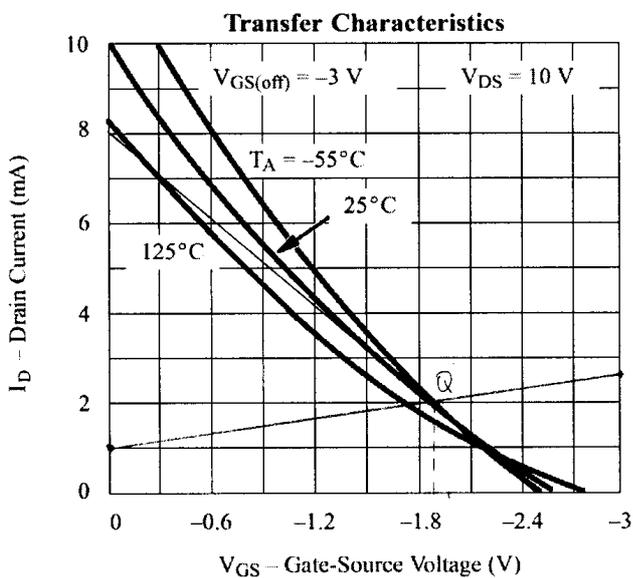
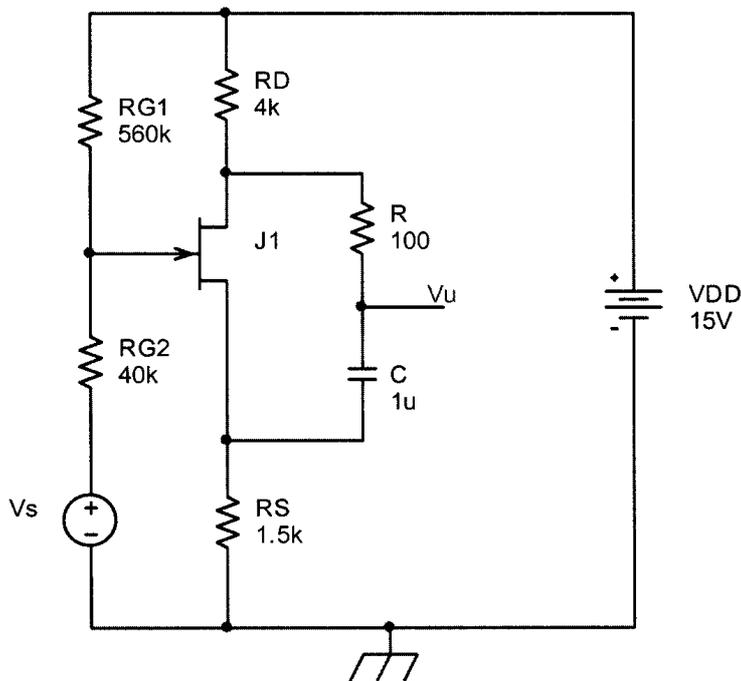
Il diodo di figura è caratterizzato da una corrente inversa di saturazione I_S pari a 10 nA e da un fattore di non idealità uguale a 2. Determinarne il punto di riposo a 25°C . Si ritiene accettabile un errore del 10%. Il generatore di piccolo segnale v_s è sinusoidale con frequenza 200 Hz e valore picco-picco di 5 mV ; determinare l'andamento nel tempo della tensione totale ai capi del diodo.



ESERCIZIO N°3

6 punti

Determinare il punto di riposo a 25°C del transistore JFET J₁, del quale sono riportate di seguito le caratteristiche. Valutare inoltre il parametro g_{fs} del circuito per piccoli segnali.



ESERCIZIO N°4

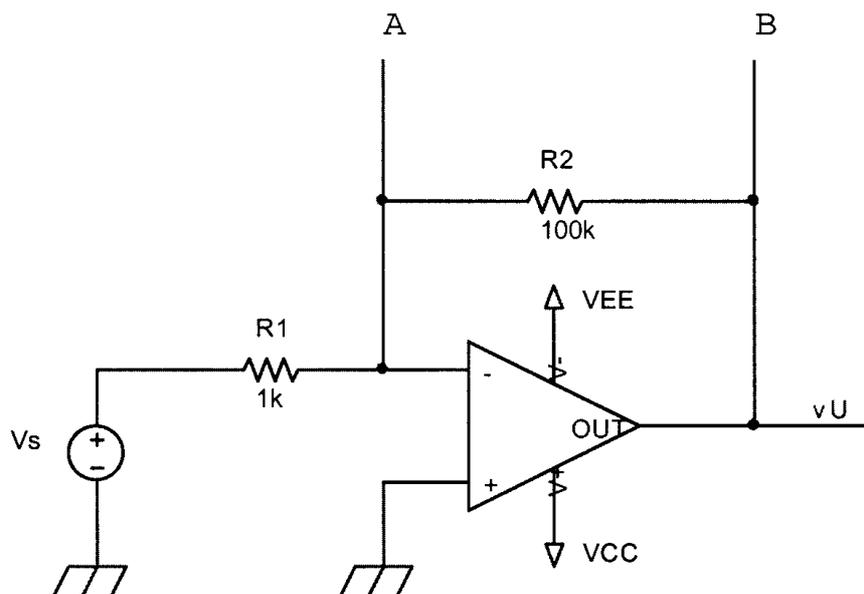
8 punti

Si consideri il circuito dell'esercizio 3 e si assuma $g_{fs} = 5 \text{ mA/V}$. Determinare l'amplificazione v_u/v_s in continua e le singolarità della funzione risposta in frequenza.

ESERCIZIO N°5

7 punti

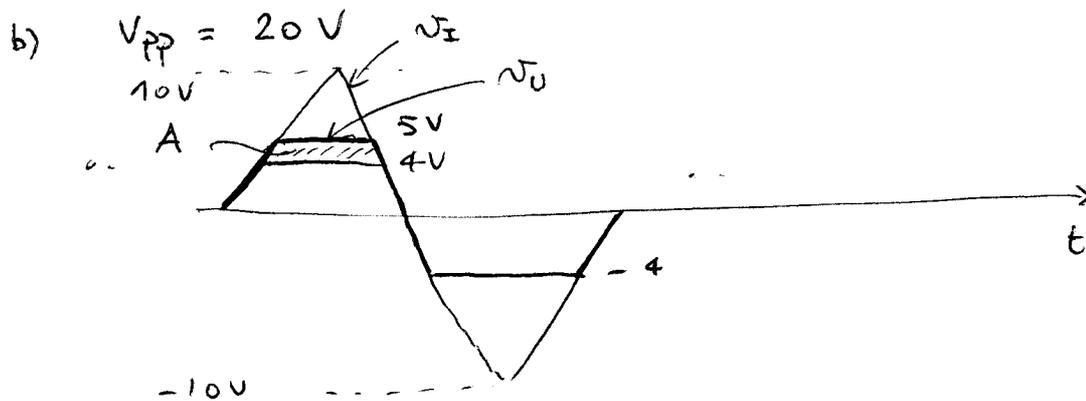
Nel circuito seguente determinare l'impedenza vista tra i punti A e B considerando l'amplificatore operazionale ideale. Ripetere il calcolo modellando l'amplificatore operazionale con un amplificatore di tensione di parametri: $f_i = 10 \mu\text{S}$, $f_r = 0$, $f_o = 0$ e $f_f = 1000$.



Es. 1

Il circuito proposto è un tagliatore dissimmetrico che taglia in alto a 5V e in basso a -4V.

a) $V_{pp} = 5V \Rightarrow v_U = v_I$ e $\overline{v_U} = \overline{v_I} = 0$



$$\overline{v_U} = \frac{A}{T} = \frac{1}{T} \left[\left(\frac{6}{10} \right)^2 - \left(\frac{5}{10} \right)^2 \right] \frac{10 \cdot T}{2 \cdot 2} = 0.275 V$$

Es. 2

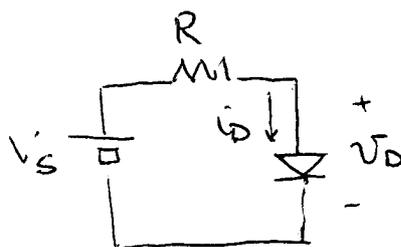
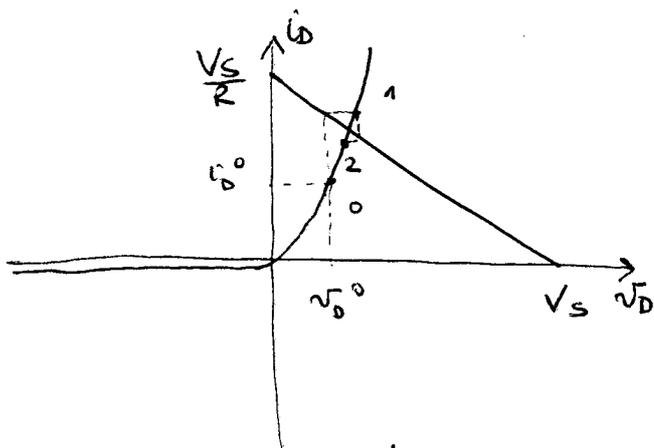
P.to di riposo

$$i_D = I_S \cdot \left(e^{\frac{v_D}{V_T}} - 1 \right)$$

$$I_S = 10 \mu A$$

$$n = 2$$

$$V_T = \frac{kT}{q} = 26 \text{ mV} @ T = 298^\circ K$$



$$v_D^0 = 0.7V \rightarrow i_D^1 = \frac{V_S - v_D^0}{R} = 18.6 \mu A \rightarrow v_D^1 = V_T \log \left(1 + \frac{i_D^1}{I_S} \right);$$

$$v_D^1 = 0.75V \rightarrow i_D^2 = 18.5 \mu A \rightarrow v_D^2 = 0.75V$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_D = 18.5 \mu A \\ V_D = 0.75V \end{cases}$$

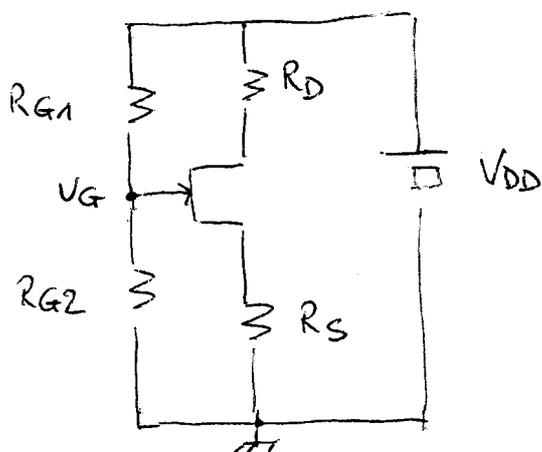
Analisi per piccoli segnali

$$g_d = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_D} \right|_{V_D} = \frac{I_D}{r_d} = 0.36 \text{ S}; \quad r_d = \frac{r_{VT}}{I_D} = 2.81 \Omega$$

$$v_D(t) = V_D + \frac{r_d}{r_d + R} 2.5 \text{ mV} \sin(400\pi t) = 0.75 \text{ V} + 0.012 \text{ mV} \sin(400\pi t)$$

Es. 3

P.to di riposo



$$V_G = \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} V_{DD} = 1 \text{ V}$$

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

in saturazione

$$\begin{cases} V_{GS} = -1.875 \text{ V} \\ I_{DS} = 2 \text{ mA} \end{cases}$$

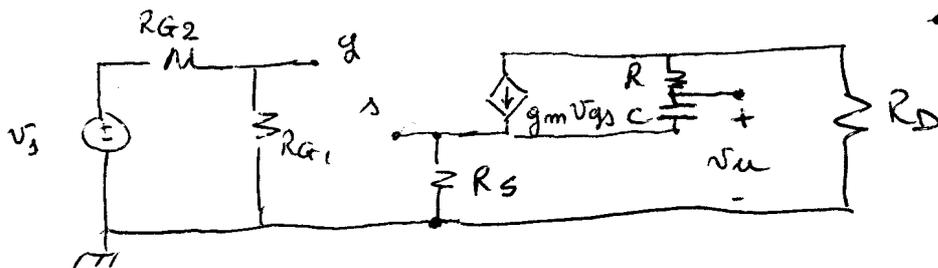
$$V_{DS} = V_{DD} - (R_D + R_S) I_{DS} = 4 \text{ V}$$

Dalle caratteristiche I_{DS} , V_{DS} si verifica che J_n lavora in zona di saturazione

graficamente si ottiene $g_{fs} = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}} = \frac{8}{2.47} = 3.2 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

Es. 4

Analisi per piccoli segnali

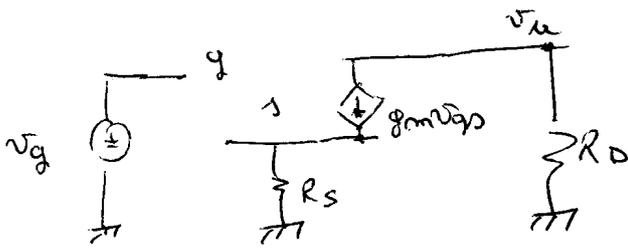


• In continua ho un'amp. < 0 (doppio carico), mentre per $f \rightarrow \infty$ ho un'amp. > 0 (inseguitore di source)
C introduce un polo e uno zero a parte reale negativa.

$$v_g = \frac{R_{G1}}{R_{G1} + R_{G2}} v_s$$

$$\frac{v_g}{v_s} = \frac{R_{G1}}{R_{G1} + R_{G2}} = 0.93$$

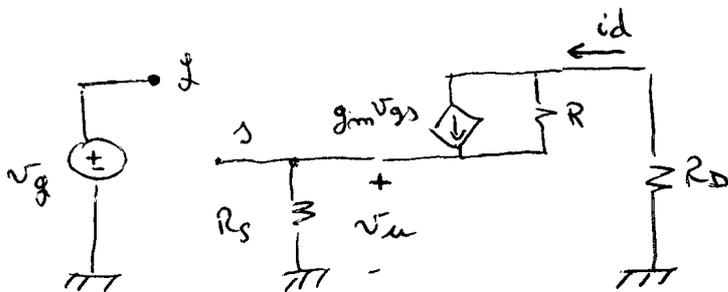
Amplificazione in continua:



$$\frac{v_u}{v_g} = - \frac{g_m R_D}{1 + R_s g_m} = - 2.35$$

$$A_0 = \frac{v_u}{v_s} = \frac{v_g}{v_s} \cdot \frac{v_u}{v_g} = - \frac{R_{G1}}{R_{G1} + R_{G2}} \cdot \frac{g_m R_D}{1 + R_s g_m} = - 2.19$$

Amplificazione per $f \rightarrow \infty$



$$v_u = v_s = R_s i_d$$

$$+ R_D i_d + R (i_d - g_m v_{gs}) + R_s i_d = 0$$

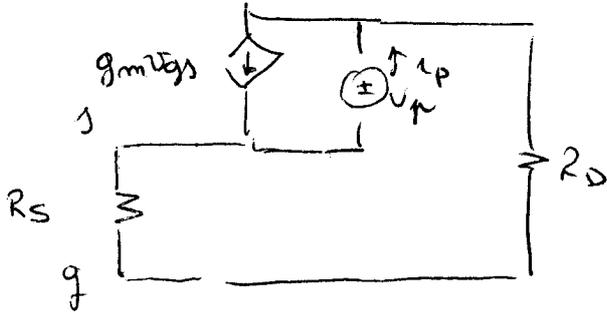
$$(R_D + R_s + R) i_d - R g_m (v_g - R_s i_d) = 0$$

$$i_d = \frac{R \cdot g_m \cdot v_g}{R_D + R_s + R + R g_m R_s}$$

$$\frac{v_u}{v_g} = \frac{R \cdot g_m \cdot R_s}{R_D + R_s + R + R g_m R_s} = \frac{R \cdot g_m \cdot R_s}{R_D + R_s + (1 + g_m R_s) R} = 0.38$$

$$A_\infty = \frac{v_g}{v_s} \cdot \frac{v_u}{v_g} = \frac{R_{G1}}{R_{G1} + R_{G2}} \cdot \frac{R g_m R_s}{R_D + R_s + R + R g_m R_s} = 0.35$$

Singolarità: Calcola resistenza vista da C (R_{vc})



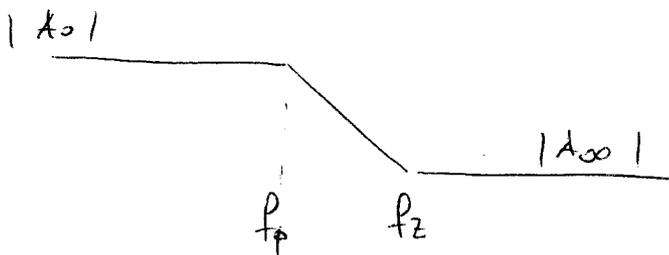
$$R_{vc} = R + \frac{v_p}{i_p}$$

$$v_{gs} = R_s (i_p - g_m v_{gs}) ; \quad v_{gs} = \frac{R_s i_p}{1 + g_m R_s}$$

$$v_{gs} - v_p + R_D (i_p - g_m v_{gs}) = 0$$

$$i_p \left(\frac{R_s}{1 + g_m R_s} + \frac{R_D}{1 + g_m R_s} \right) = v_p ; \quad \frac{v_p}{i_p} = \frac{R_D + R_s}{1 + g_m R_s} = 3.23 \text{ k}\Omega$$

$$s_p = -\frac{1}{C \cdot R_{vc}} = -267.7 \text{ rad/s}$$



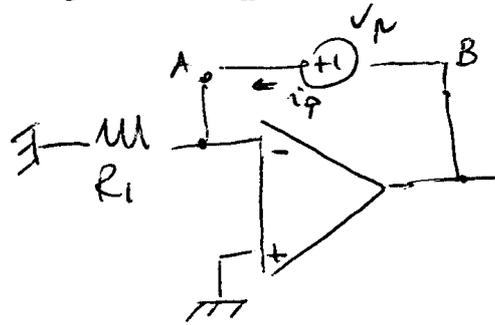
$$\frac{f_p}{f_z} = \frac{|A_{01}|}{|A_{\infty 1}|}$$

$$f_0 = \frac{1}{C R_{vc}} \cdot \frac{|A_{01}|}{|A_{\infty 1}|} = 1.68 \text{ krad/s}$$

Es. 5

(i) amplificatore operazionale ideale

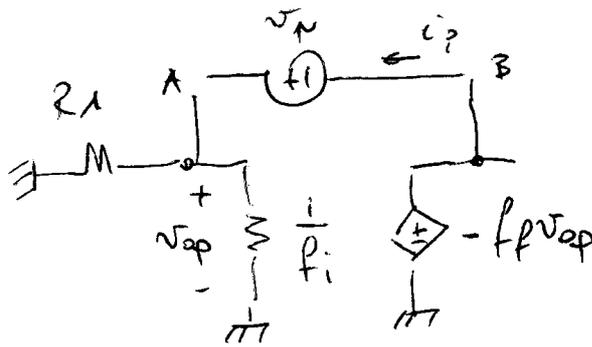
$$R_{AB} = R_2 \parallel \frac{v_N}{i_N}$$



$$i_N = 0$$

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

ii



$$R_{AB} = R_2 \parallel \frac{v_N}{i_N}$$

$$v_{op} = \left(\frac{1}{f_i} \parallel R_1 \right) i_N$$

$$v_N = v_{op} + f_f v_{op} = (1 + f_f) \left(\frac{1}{f_i} \parallel R_1 \right) i_N$$

$$\frac{v_N}{i_N} = (1 + f_f) \left(\frac{1}{f_i} \parallel R_1 \right) = 990 \text{ k}\Omega$$

$$R_{AB} = 90.8 \text{ k}\Omega$$