

ESERCIZIO 1

L'IMPEDENZA VISTA DAL PORTO "1" E' INFINITA, $\rightarrow R_A$ e R_B sono in serie \rightarrow PARTITORE DI TENSIONE:

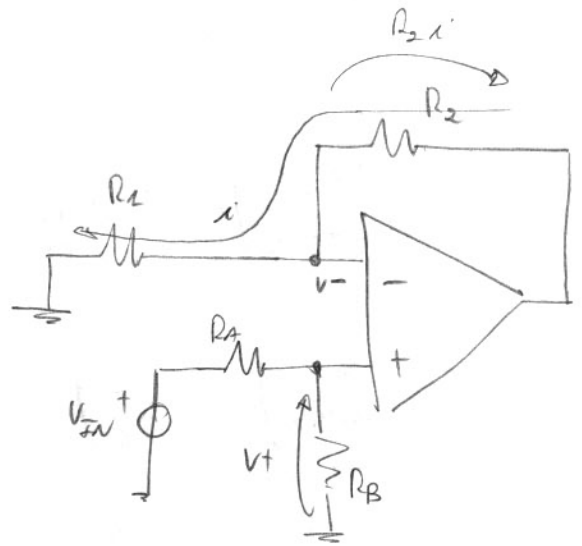
$$V^+ = V_{IN} \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

$$V^- = V^+$$

$$i = \frac{V^-}{R_L}$$

$$V_{OUT} = V^- + R_2 i = V^- + \frac{R_2}{R_L} V^- = \left(1 + \frac{R_2}{R_L}\right) V_{IN} \frac{R_B}{R_A + R_B} \Leftrightarrow$$

$$\boxed{G_{ID}(0)} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \left(\frac{R_B}{R_A + R_B}\right) \left(1 + \frac{R_2}{R_L}\right) = \frac{1}{4} \times 12 = \boxed{3}$$



METODO 2

$$V^+ = V_{IN} \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

DAL PORTO "1" ALL'OUTPUT IL GUADAGNO E' QUELLO DEL CLASSICO STADIO NON INVERTENTE:

$$G_{ID}(0) = \left(\frac{R_B}{R_A + R_B}\right) \left(1 + \frac{R_2}{R_L}\right)$$

\rightarrow GUADAGNO STADIO NON INVERTENTE

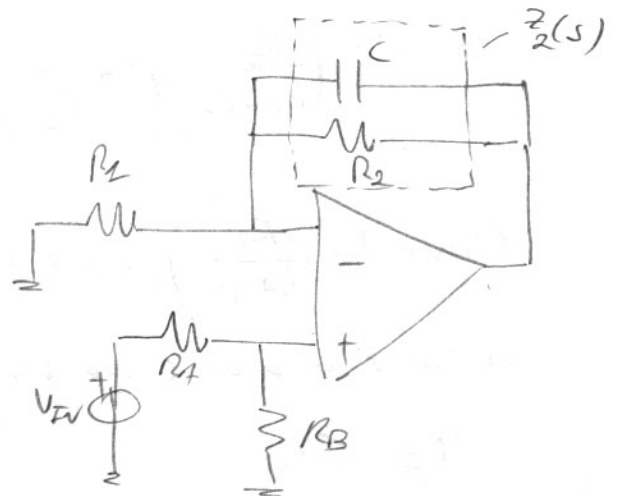
\rightarrow TRASFERIMENTO PARTITORE DI TENSIONE

1. B

METODO 1

ANALOGAMENTE AL PUNTO 1.A)

$$G_{ID}(s) = \left(\frac{R_B}{R_A + R_B}\right) \left(1 + \frac{Z_2(s)}{R_L}\right)$$



$$G_{ID}(0) = \left(\frac{R_B}{R_A + R_B} \right) \left(1 + \frac{R_2 \parallel \frac{1}{sC}}{R_L} \right) = \dots =$$

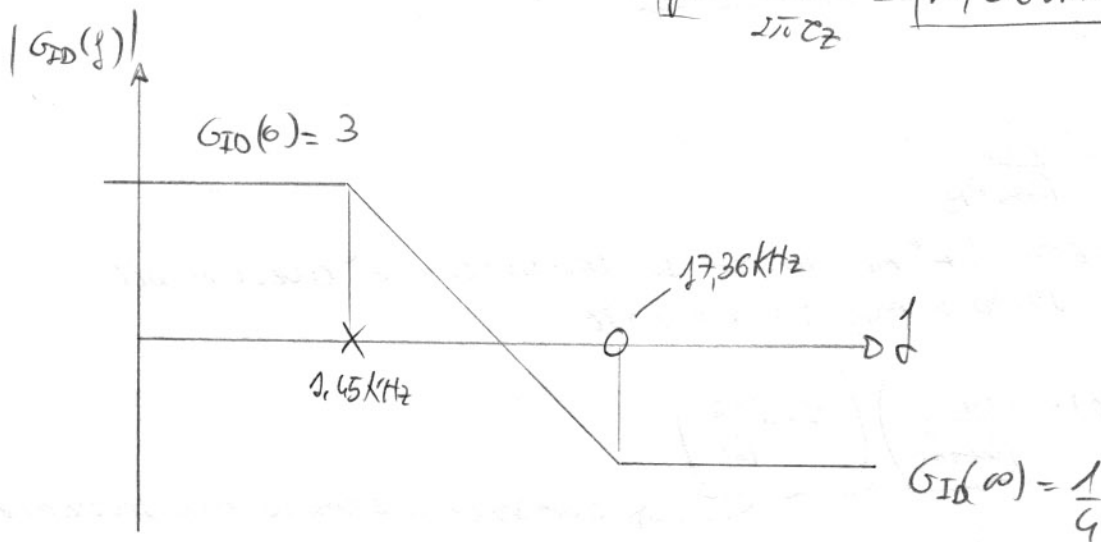
$$= \left(\frac{R_B}{R_A + R_B} \right) \left(\frac{R_L + R_2}{R_2} \right) \times \frac{1 + sC \frac{R_2 R_L}{R_2 + R_L}}{1 + sC R_2} =$$

$$= \underbrace{\left(\frac{R_B}{R_A + R_B} \right) \left(1 + \frac{R_2}{R_L} \right)}_{\text{quodammodo a basso freq}} \times \frac{1 + sC R_L / R_2}{1 + sC R_2}$$

quodammodo a basso freq

$$\tau_p = C R_2 = 110 \mu s \longrightarrow \left| f_p \right| = \frac{1}{2\pi \tau_p} = \boxed{1,45 \text{ kHz}}$$

$$\tau_z = C (R_L / R_2) = 9,17 \mu s \longrightarrow \left| f_z \right| = \frac{1}{2\pi \tau_z} = \boxed{17,36 \text{ kHz}}$$



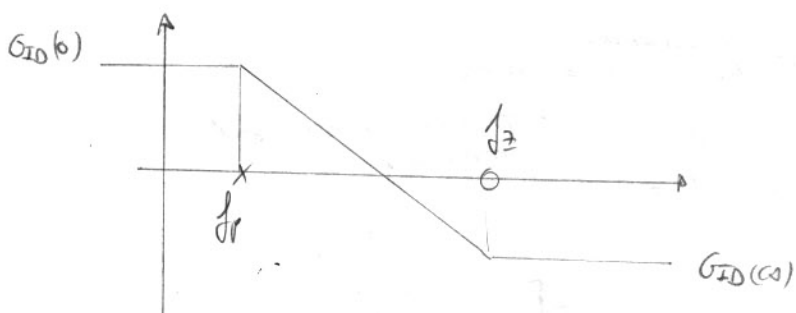
METODO 2

$$G_{ID}(0) = \left(\frac{R_B}{R_A + R_B} \right) \left(1 + \frac{R_2}{R_L} \right) = 3 \quad (\text{CALCOLO AC PUNTO 1.A})$$

$$G_{ID}(\infty) = \left(\frac{R_A}{R_A + R_B} \right) (1 + 0) = \frac{1}{4} \quad (\text{A FREQ INFINTA IL CONDENSATORE È UN CORTO})$$

IL POLO È DATO DA C CHE SI SCARICA SU R_2 ;

$$\tau_p = C R_2$$



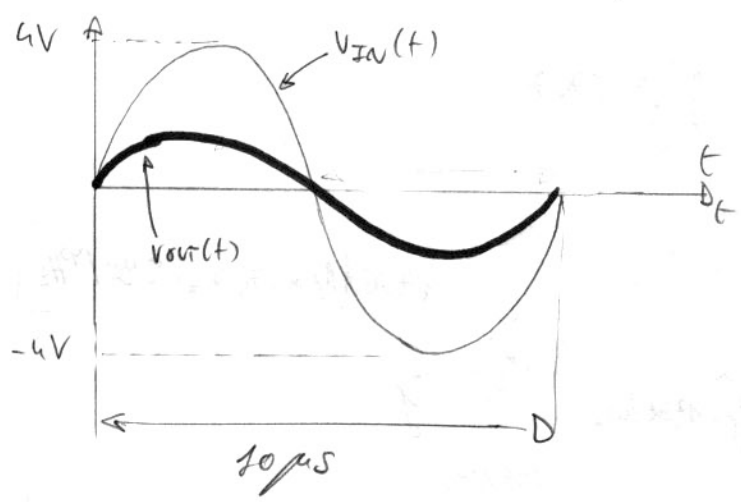
LA FREQUENZA DELLO 0 PUO' ESSERE CALCOLATA CON LA REGOLA DEL PRODOTTO QUADRATO BANDA COSTANTE:

$$f_z = \int \frac{G_{ID}(0)}{G_{ID}(\omega)} = 1,45 \text{ KHz} \frac{3}{1/4} = 17,4 \text{ KHz}$$

1. C

IL SISTEMA E' LINEARE -> SE IN ENTRATA HO UNA SINUSOIDE A 100 KHz ANCHE IN USCITA AURU' UNA SINUSOIDE A 100 KHz. L'AMPIEZZA DELLA SINUSOIDE VIENE MOLTIPLICATA X IL QUADRO DELLO STADIO A 100 KHz:

$$\begin{aligned} V_{out}(t) &= G_{ID}(100 \text{ KHz}) \times 4V \times \sin(2\pi f t) \\ &= \frac{1}{4} \times 4V \times \sin(2\pi \times 100 \text{ KHz} t) \\ &= 1V \sin(2\pi \times 100 \text{ KHz} \times t) \end{aligned}$$



METODO 1

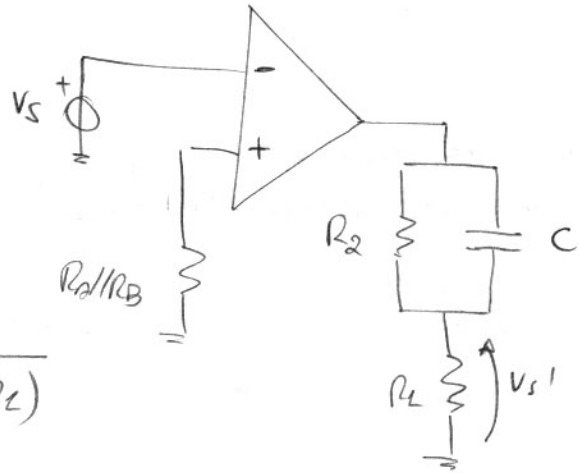
TRASFERIMENTO
OPERAZIONALE

TRASFERIMENTO DEL
PARTITORE

$$G_{loop}(s) = \frac{V_{s'}}{V_s} = -A(s) T_p(s) =$$

$$= -A(s) \frac{R_1}{R_1 + R_2 // \frac{1}{sC}} = \dots =$$

$$= - \left(A_0 \frac{1}{1 + s \frac{1}{2\pi f_0}} \right) \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \frac{1 + s(R_2 // R_L)}{1 + sC(R_2 // R_L)}$$



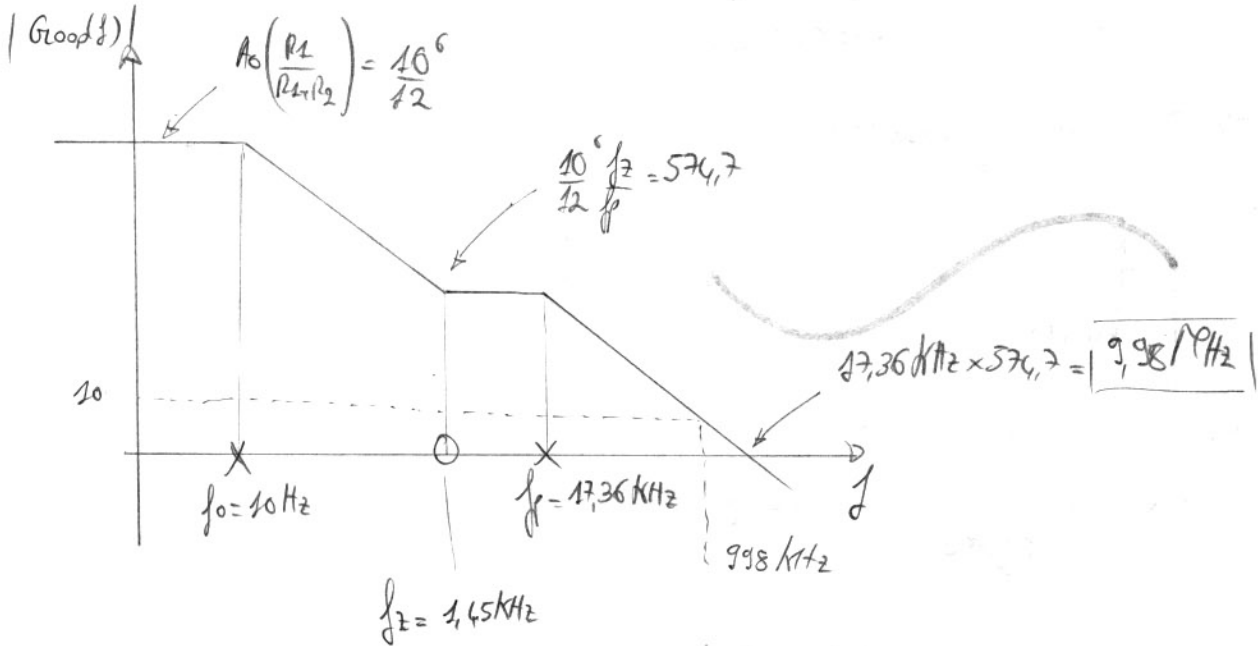
POLI:

$$\tau_p = C(R_2 // R_L) = 9,17 \mu s \rightarrow f_p = 17,36 \text{ kHz}$$

$$\text{POLO OPERAZIONALE} \rightarrow f_0 = 10 \text{ Hz}$$

ZERI:

$$\tau_z = CR_2 = 110 \mu s \rightarrow f_z = 1,45 \text{ kHz}$$



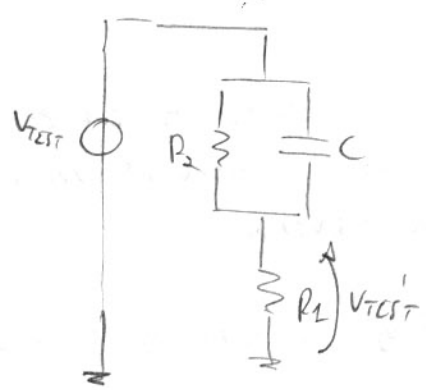
IL CIRCUITO È BEN RIAZIONATO QUANDO $|G_{loop}(f)| \gg 1$, x CONTRARIO QUANDO $|G_{loop}(f)| \geq 10$:

$$f \in [0; 998 \text{ kHz}]$$

METODO 2

$G_{loop}(s) = -A(s) T_p(s)$

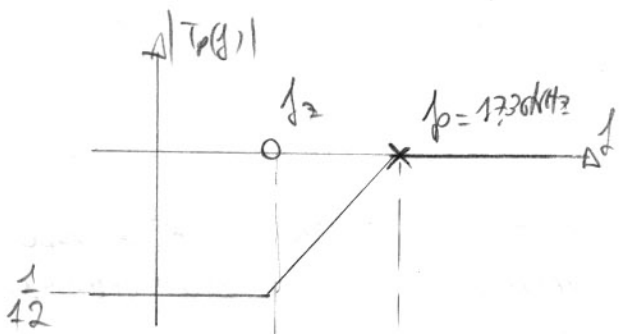
⊗ STUDIO $T_p(s)$:



$f=0 \quad T_p(0) = \frac{R_1}{R_1+R_2} = \frac{1}{12}$ (CONDENSATORE APERTO)

$f \rightarrow \infty \quad T_p(\infty) = 1$ (CONDENSATORE CORTO CIRCUITO)

polo $\tau_p = C(R_2//R_1) \rightarrow f_p = 17,36 \text{ kHz}$

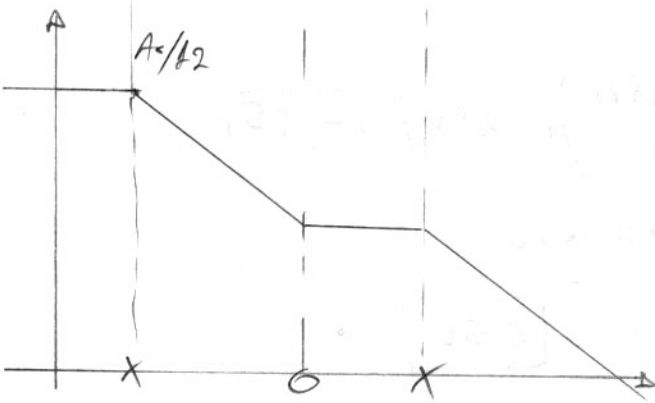
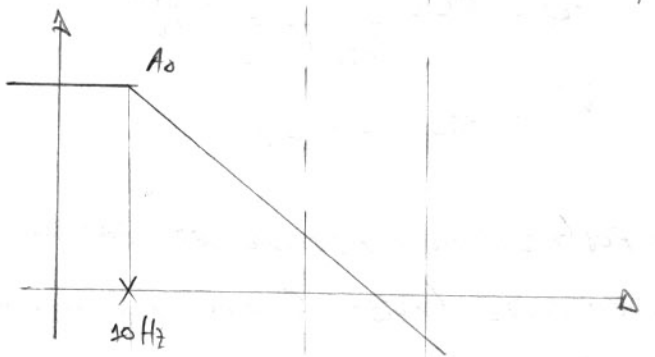


× CALCOLARE CARATTERI DELLA ZERON

$\frac{T_p(0)}{1/12} = \frac{T_p(\infty)}{1} \rightarrow$

$|f_z| = \frac{T_p(0)}{T_p(\infty)} f_p = \frac{1}{12} \times 17,36 \text{ kHz} = 1,45 \text{ kHz}$

⊗ PER OTTENERE IL GLOUP MOLTIPLICICO $T_p(s)$ PER $A(s)$

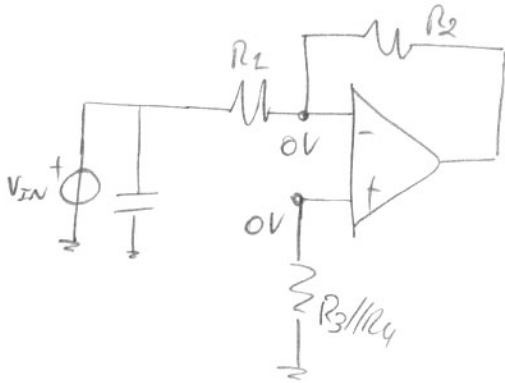


ESERCIZIO 2

2.4

APPLICO IL PRINCIPIO DI SOVRAPPORZIONE DEGLI EFFETTI

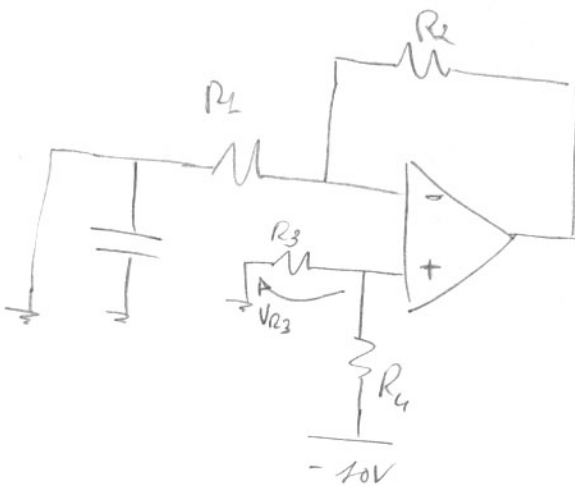
⊕ SPENGO IL GENERATORE DA "-10V"



IL CONDENSATORE NON HA ALCUN EFFETTO
PERCHÉ IN // AD UN GEN di TENSIONE →
→ STADIO NON INVERTENTE:

$$|V_{OUT}'| = -\frac{R_2}{R_L} V_{IN} = (-4)(-2V) = \boxed{8V}$$

⊗ SPENGO IL GENERATORE V_IN



R_3 e R_4 sono in serie x' nec
proprio positivo dell'operazione
NON ENTRA CORRENTE → DIVISORE di
TENSIONE:

$$V_{R_3} = 10V \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 1,5V$$

$$V^+ = -V_{R_3} = -1,5V$$

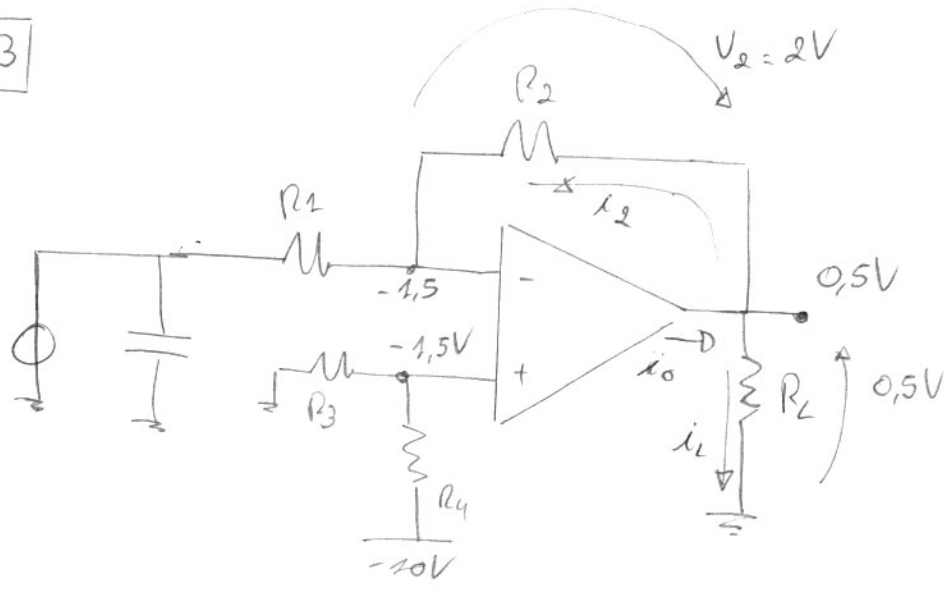
IL SEGNALE APPLICATO AL PORTO POSITIVO VIENE MOLTIPLICATO PER IL
GUADAGNO DELLO STADIO NON INVERTENTE (NB: C NON HA ALCUN
EFFETTO PERCHÉ IN // AD UN CORTO):

$$|V_{OUT}''| = \left(1 + \frac{R_2}{R_L}\right) V^+ = \left(1 + \frac{20k\Omega}{5k\Omega}\right) (-1,5V) = \boxed{-7,5V}$$

⊗ QUANDO ENTRAMBE I GENERATORI SONO ACCESI

$$|V_{OUT}| = V_{OUT}' + V_{OUT}'' = +8V - 7,5V = \boxed{0,5V}$$

2.0 B



* Ai capi di R_L cadono $0,5V$.

$$i_L = \frac{0,5V}{R_L} = \frac{0,5V}{500\Omega} = 1mA$$

* LA STADIO È BEN REAZIONATO $\rightarrow V^- = V^+ = -1,5V \rightarrow$ Ai capi di R_2 CADONO $2V$.

$$i_2 = \frac{2V}{R_2} = \frac{2V}{20k\Omega} = 0,1mA$$

* PER LA LEGGE DI KIRCHHOFF DELLE CORRENTI APPLICATA AL NODO DI USCITA

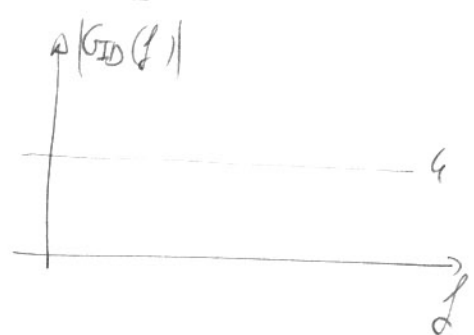
$$i_0 = i_2 + i_L = 1mA + 0,1mA = 1,1mA$$

2.0 C

IL GUADAGNO IDEALE $\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ È GIÀ STATO CALCOLATO AL PUNTO

2.0 A:

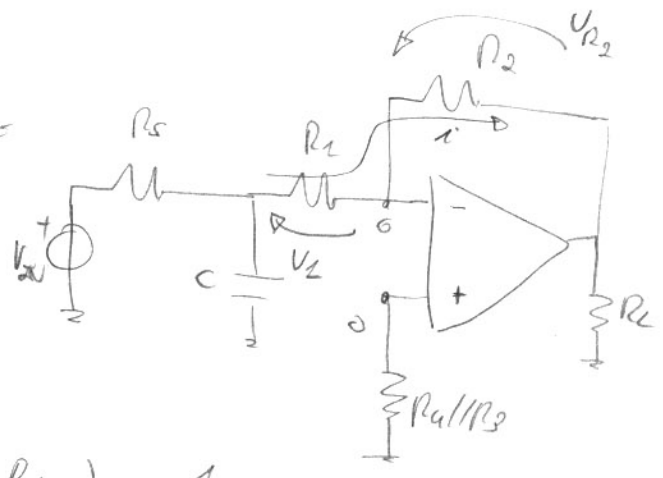
$$|G_{ID}| = -\frac{R_2}{R_L} = -4 \leftarrow \text{CONSTANTE CON LA FREQ}$$



20D

* PER IL CALCOLO DEL GUADAGNO IL GENERATORE DA "-10V" È SPENTO

* $V^+ = CV \rightarrow V^- = 0V \rightarrow C$ ed R_2 SONO IN // PERCHÉ AI LORO CAPI CADDE LO STESSA TENSIONE:

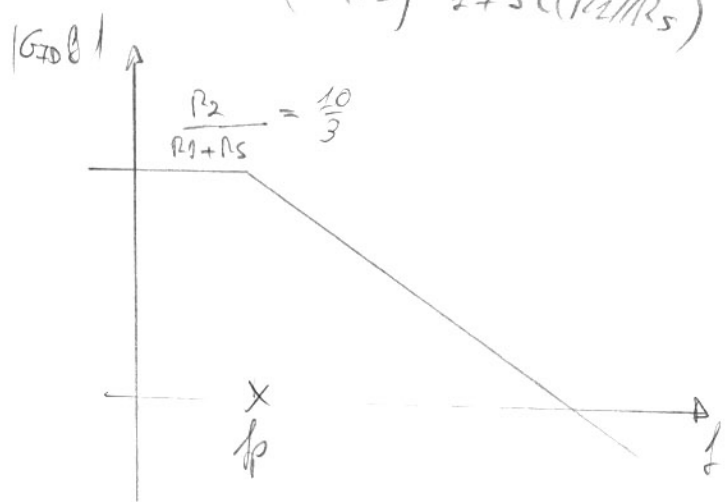


$$V_1 = V_{IN} \frac{R_2 // \frac{1}{sC}}{R_2 // \frac{1}{sC} + R_S} = V_{IN} \left(\frac{R_2}{R_2 + R_S} \right) \frac{1}{1 + sC(R_2 // R_S)}$$

$$i = \frac{V_1}{R_2} = \frac{V_{IN}}{(R_2 + R_S)} \frac{1}{1 + sC(R_2 // R_S)}$$

$$V_{OUT} = V^- - V_{R_2} = 0 - R_2 i = - V_{IN} \left(\frac{R_2}{R_2 + R_S} \right) \frac{1}{1 + sC(R_2 // R_S)} \Leftrightarrow$$

$$G_{FD}^{(s)} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = - \left(\frac{R_2}{R_2 + R_S} \right) \frac{1}{1 + sC(R_2 // R_S)}$$

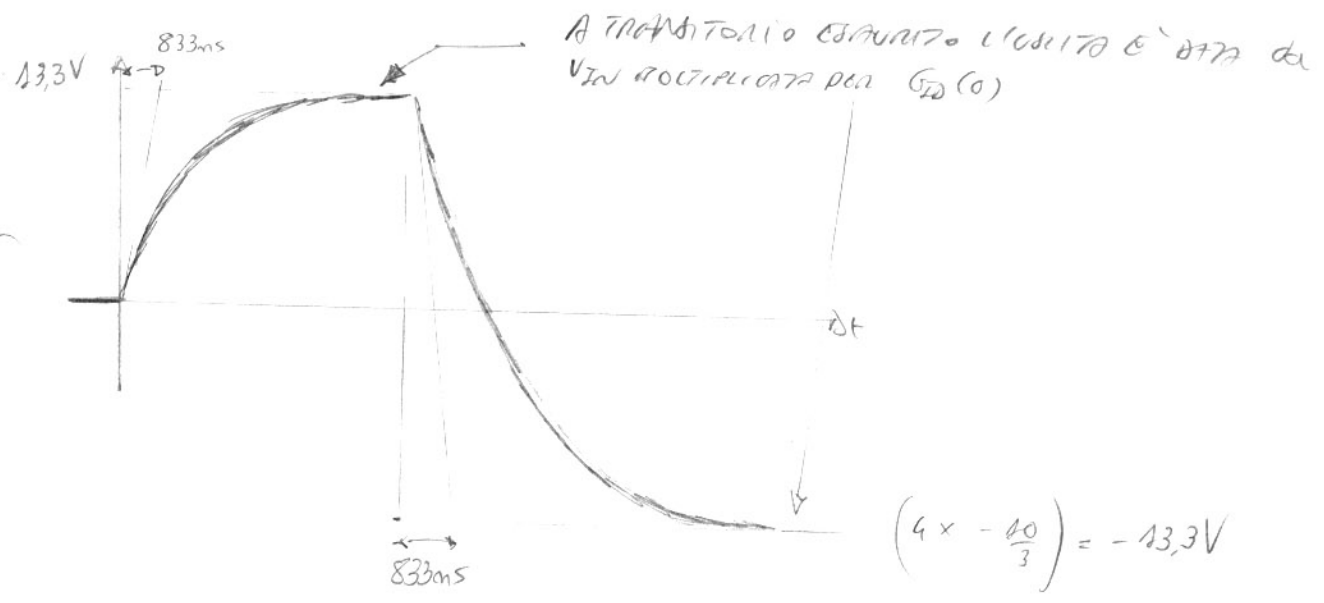
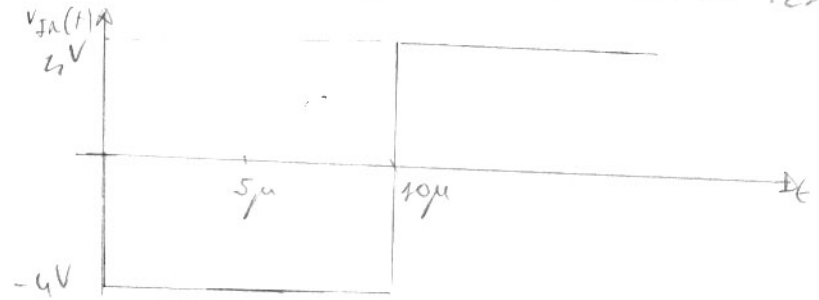


$$\tau_p = C(R_2 // R_S) = 1 \text{ mF} (2 \text{ k}\Omega // 5 \text{ k}\Omega) = 833 \text{ ms}$$

$$|f_p| = \frac{1}{2\pi\tau_p} = \boxed{191 \text{ kHz}}$$

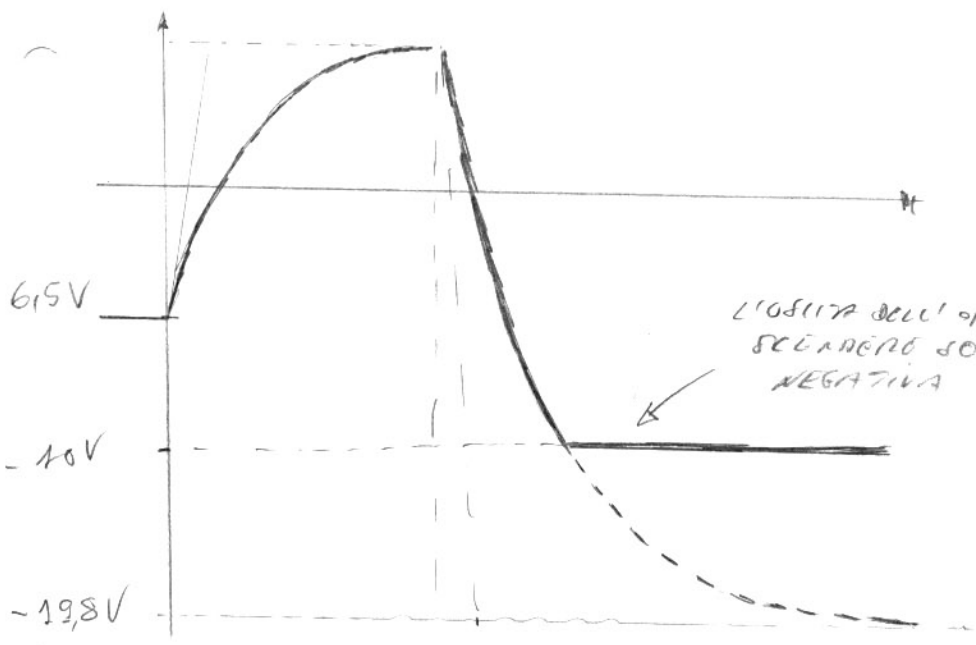
2.E

IN BASE AL RISULTATO DEL PUNTO 2.D, IL SISTEMA È UN PASSAPASSO A FIANGOLO POLO, CON COSTANTE DI TEMPO $\tau = 833 \text{ ms}$



$$\left(4 \times -\frac{10}{3}\right) = -13,3V$$

LA TENSIONE DI $-1,5V$ APPLICATA AL PORTELLO POSITIVO, VIENE RIPRODOTTA IN USCITA MOLTIPPLICATA PER $\left(1 + \frac{R_2}{R_1 + R_3}\right) = 4,3 \rightarrow$ L'USCITA VIENE TRALATA VERSO IL BASSO DI $6,5V$:



L'USCITA DELL'OPERAZIONALE NON PÒ SCENDERE SOTTO L'ALIMENTAZIONE NEGATIVA