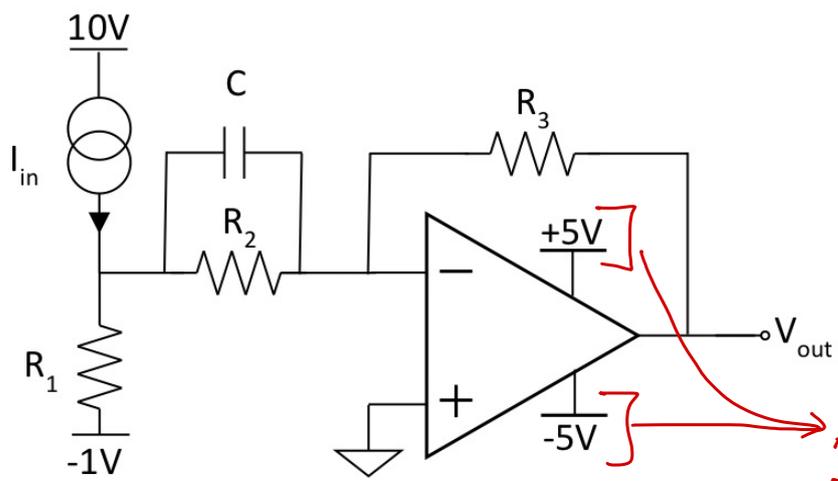


1)

- 1) Determinare la tensione di uscita V_{OUT} quando $I_{IN} = 0$.
- 2) Tracciare su un grafico quotato la forma d'onda $V_{OUT}(t)$ in risposta al segnale di ingresso $I_{IN}(t) = 400\mu A \sin(2\pi 80kHz * t)$
- 3) Sia ora $I_{IN}(t)$ un segnale con banda compresa tra 0 e 100KHz. L'ampiezza di ciascuna componente del segnale è compresa tra $50\mu A$ e $250\mu A$. Determinare il minimo SR necessario per non distorcere l'uscita.

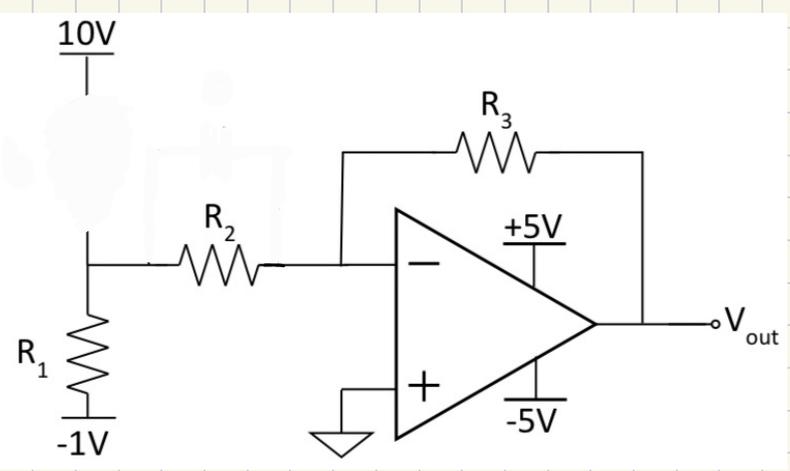


ALIMENTAZIONE DELL'OPAMP
 ⇒ È UN LINEARE A DOVE PUÒ ANDARE SULL'USCITA

DATI:

$R_1 = 1.5k\Omega$
$R_2 = 4.5k\Omega$
$R_3 = 18k\Omega$
$C = 17.5nF$

1)



-1V È FISSA (CONSTANTE)
 ⇒ MA ALLORA C APERTO

È LA CONSUETA CONFIG. INVERTENTE

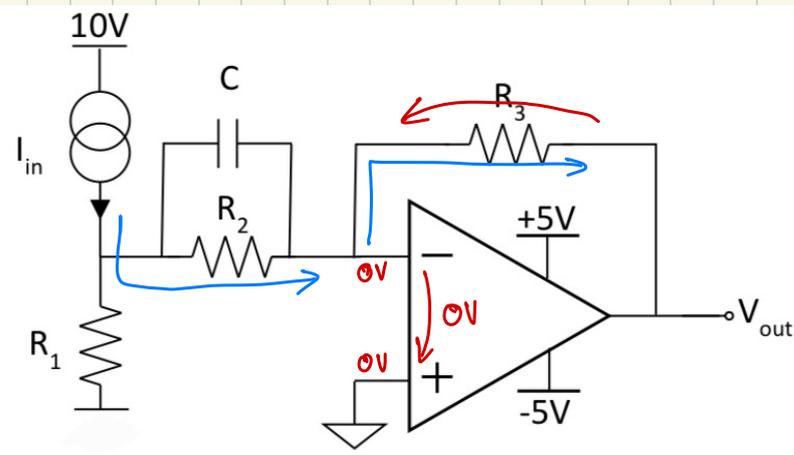
$$\Rightarrow V_{out} = -1V \left(-\frac{R_3}{R_1 + R_2} \right) = 3V$$

L'USCITA AVRÀ UN OFFSET DOVUTI AL -1V (VEDREMO....)

2) ENTRA UNA SINUSOIDE E IL SIST. È LINEARE ⇒ ESCE UNA SINUSOIDE CON STESSA FREQUENZA E AMPIEZZA MODIFICATA IN RAGIONE DEL MODULO DEL GUADAGNO DELLA MIA FDT E IN FASE IN RAGIONE DELLA FASE DELLA FDT CALCOLATA

PER QUELLA FREQ.

$V_{out} = G \cdot I_{in} + 3V$ → QUESTO È DOVUTO AI -1V SOTTO
 QUINDI PER TROVARE G, DEVO SPEGNERE GLI ALTRI
 GENERATORI:



È RETRO AZIONATO,
 NEGATIVAMENTE

R_1 E $R_2 \parallel \frac{1}{sC}$ SONO IN
 PARALLELO (ELETTRICO, PERCHÉ
 AGLI STESSI NODI)

$$V_{out} = 0V - I_{in} \frac{R_1}{R_1 + R_2 \parallel \frac{1}{sC}} \cdot R_3 \Rightarrow G_{AD} = -R_3 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \frac{1 + sCR_2}{1 + sC(R_1 \parallel R_2)}$$

VERIFICO:

A 0 (C APERTO) HO $\left| \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot R_3 \right|$

AD ∞ (C CHIUSO) TUTTA LA CORRENTE VA NEL CHIUSO ($|R_3|$)



COLLEGO I DUE PUNTI
 (HO UN SOLO CONDENSATORE)

MI BASTA A DIRE 80 KHz >> 8 KHz

MA PERCHÉ NON MI STO PREOCCUPANDO DEL LOOP/GRADE
 E DI QUALE SIA IL GUADAGNO DA CONSIDERARE?

IL TESTO NON MI HA DATO A(s)

$$\Rightarrow V_{out} = 100 \mu A \cdot \frac{18K\Omega}{R_3} \cdot \sin(2\pi \cdot 80KHz \cdot t + \varphi)$$

R_3
 (GUADAGNO
 AD ALTA
 FREQUENZA)

FASE:

LA CONF. È INVERTENTE (- GUADAGNO): PARTO DA -180°

$$\varphi = -180^\circ + 90^\circ - 90^\circ = -180^\circ$$

$$\Rightarrow V_{out} = 100\mu A \cdot 18k\Omega \sin(2\pi \cdot 80kHz \cdot t - 180^\circ)$$

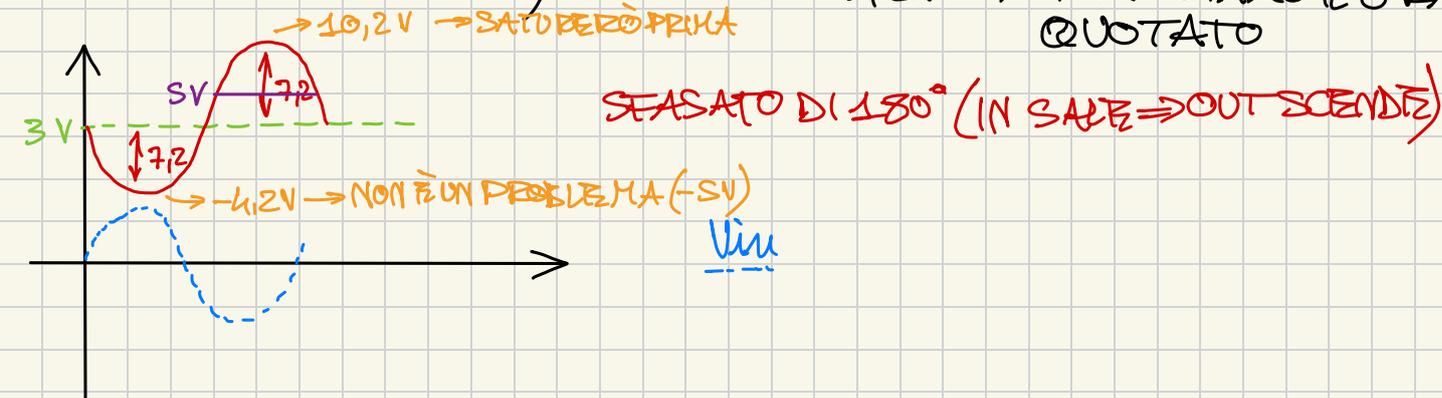
↳ QUI HO IL MODULO DEL GUADAGNO, QUINDI

ALTRIMENTI:

$$\Rightarrow V_{out} = -100\mu A \cdot 18k\Omega \sin(2\pi \cdot 80kHz \cdot t)$$

LI HO GIÀ CONSIDERATI QUI

MA SCOPRO CHE $100\mu A \cdot 18k\Omega = 1.8V$ ⇒ TRACCIAMO IL GRAFICO QUOTATO



3) SR ≥ MASSIMA PENDENZA DELL'USCITA

ENTRA UNA SINUSOIDE, USCIRÀ UNA SINUSOIDE

$$SR \geq A_{IN} \cdot G \cdot 2\pi f \cdot \cos(\omega t) =$$

(MASSIMO)

RAGIONIAMO SU COME MASSIMIZZARLA:

IL GUADAGNO AVEVA QUESTA FORMA QUI:



L'AMPIEZZA IN INGRESSO È SUINCOLATA, DUNQUE LA PONGO A $250\mu A$

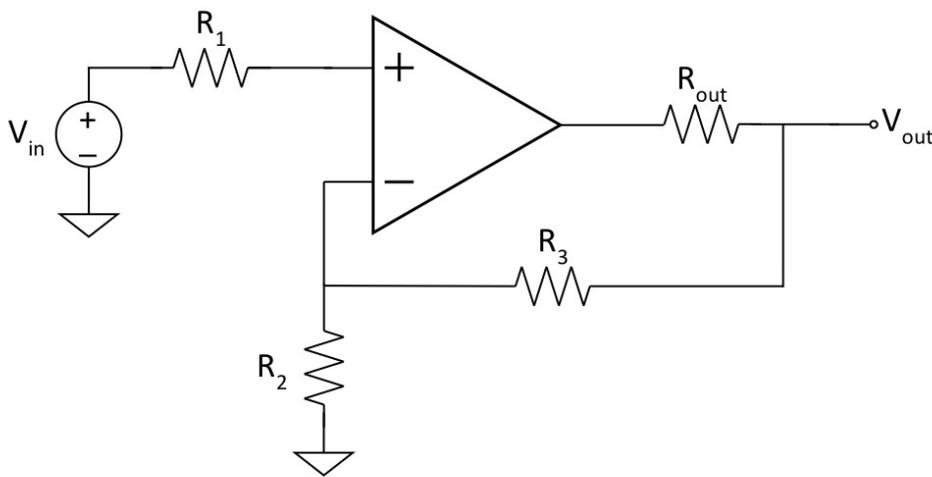
DEVO ORA MASSIMIZZARE GUADAGNO, FREQUENZA

ALL'AUMENTARE DELLA FREQ. AUMENTA IL GUADAGNO, SELEGGIO 100kHz ED R_3

$= 250 \mu A \cdot R_3 \cdot 100kHz = 2,826 V/\mu s$

2) Sia $V_{in}(t)$ un gradino di tensione di ampiezza 100mV. 100mV \rightarrow CON $A(\omega)$ A SINGOLO POLO

- 1) Considerando un Amplificatore Operazionale ~~compensato~~ con GBWP=42MHz, determinare l'espressione di $V_{out}(t)$ considerando il guadagno reale del circuito.
- 2) Calcolare il minimo SR necessario per non distorcere il segnale.
- 3) Calcolare l'effetto su V_{out} delle correnti di Bias uscenti pari a $2 \mu A$.
- 4) Valutare la possibilità di compensare l'effetto delle correnti di Bias ed eventualmente modificare il circuito per raggiungere questo obiettivo.
- 5) Discutere la stabilità del circuito retroazionato.
- 6) Come cambia la risposta al punto 5 se si utilizza un amplificatore operazionale con $A_d=10^5$ e 2 poli a $f_{p1}=420Hz$ e $f_{p2}=4MHz$? Calcolare il margine di fase.



DATI:

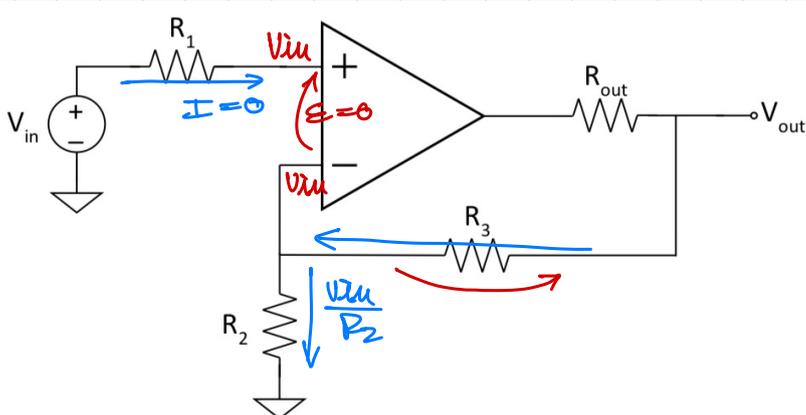
$R_1 = 50 \Omega$

$R_2 = 2k\Omega$

$R_3 = 18k\Omega$

$R_{out} = 1k\Omega$

1) \rightarrow È RETROAZIONATO, NEGATIVAMENTE



$$V_{out} = V_{in} + \frac{V_{in} R_3}{R_2}$$

$$= V_{in} \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right) = 10 V_{in}$$

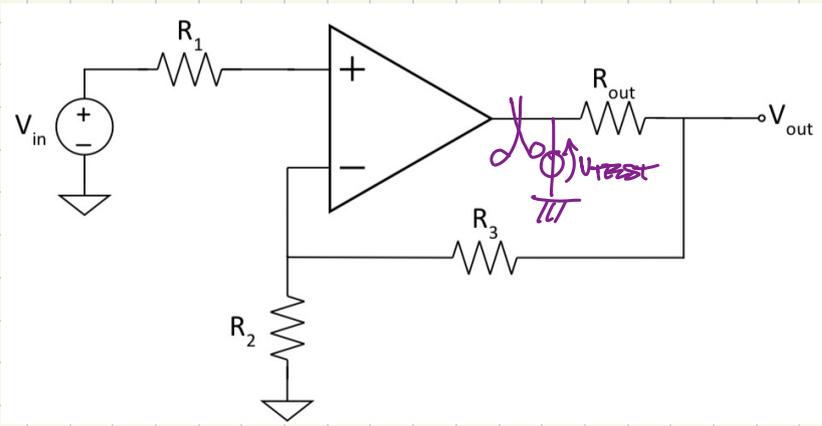
(CONF. NON INVERTENTE)

$\Rightarrow G_{ID} = 10$

COSA POTREBBE NON FAR USCIRE UN GRADINO?

LIMITAZIONI DI SR (QUI NO PER ORA) E LA BANDA

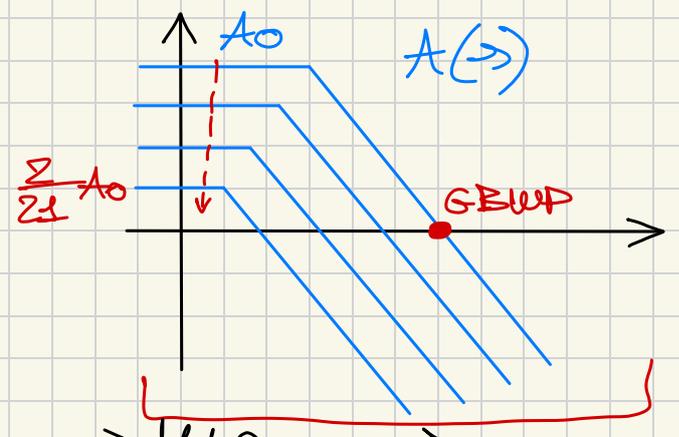
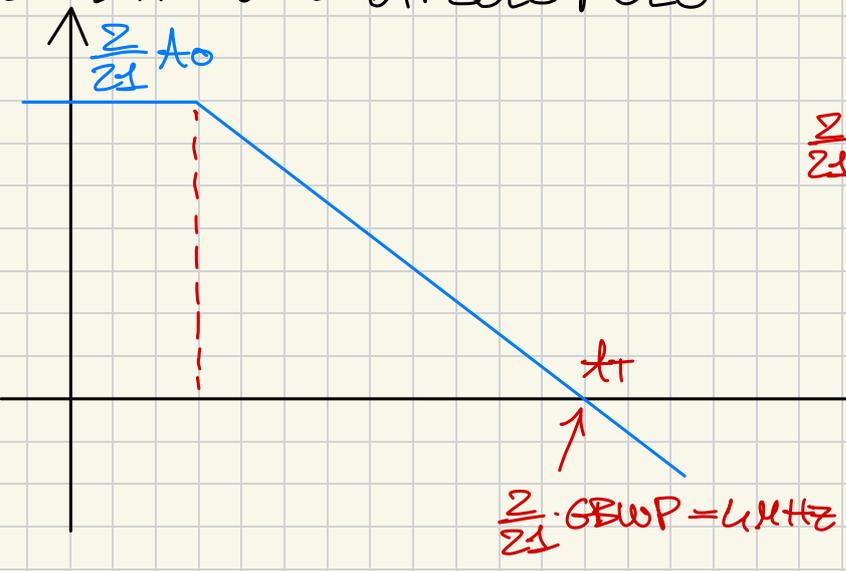
QUI G_{ID} È COSTANTE, MA DOBBIAMO VE RIFIGURARE G_{REALE} CALCOLO G_{LOOP} :



$$G_{LOOP} = -A(s) \frac{R_2}{R_2 + R_{out} + R_3}$$

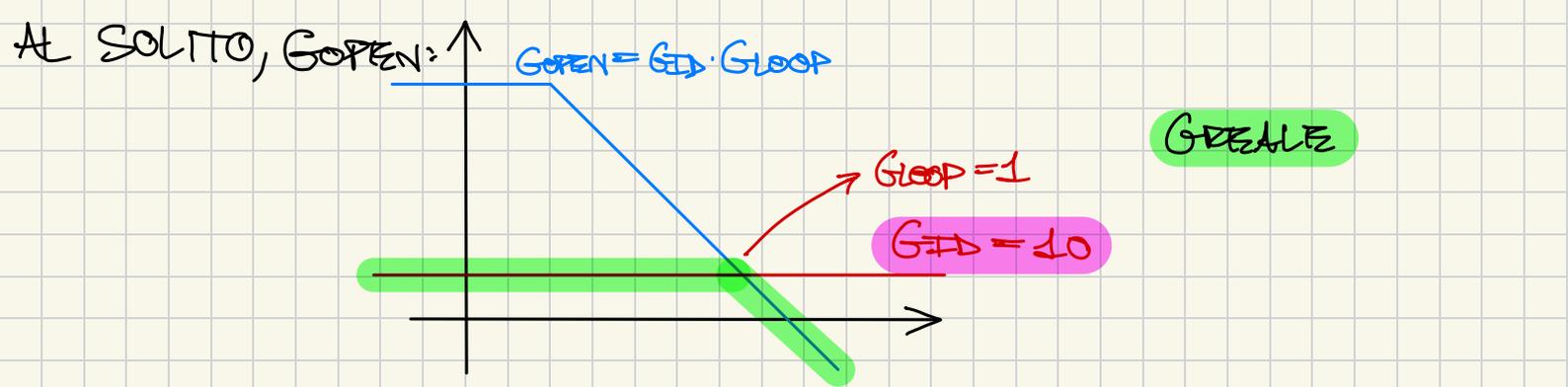
$$= -A(s) \cdot \frac{2}{2s} = -\frac{A_0}{1+s\tau_0} \cdot \frac{2}{2s}$$

MA IO $A(s)$ NON LO HO, VEDIAMO SE I DATI CHE HO MI BASTANO SO DI AVERE UN SOLO POLO



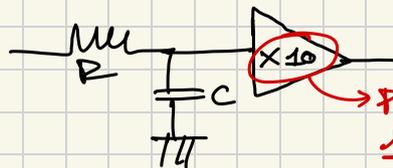
MA QUESTA È LA STESSA FIGURA!
 MA QUINDI SE PORTO $\frac{2}{2s} A_0$ ED ESSENDO A -20 dB/dec IL PRODOTTO GUADAGNO - BANDA DEVE RIMANERE COSTANTE
 \Rightarrow HO $\frac{2}{2s} \text{ GBWP}$

QUINDI DEVO CONSIDERARE IL DIAGRAMMA REALE (MA LOSA DEVO SIA! IL GRADINO SUL FRONTE HA FREQUENZA ∞)



HO IL GID FINO A 4 MHz

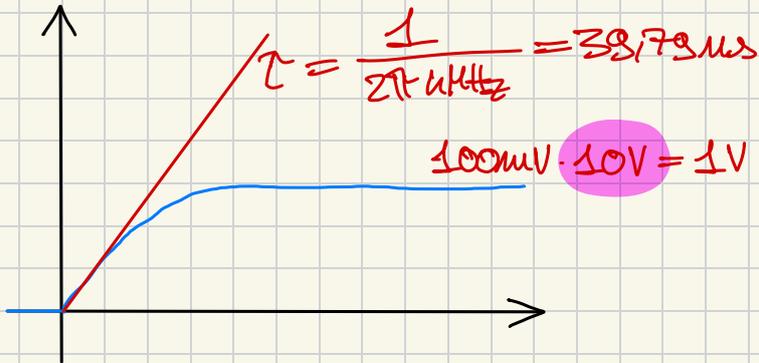
È UN PASSA BASSO:



PERCHÉ UN RC AUREBBE GUADAGNO 1, IL NOSTRO 10

A BASSA FREQUENZA, PERCHÉ A TEMPO INFINITO SARÒ IN CONTINUA (QUINDI IL GUADAGNO A BASSA FREQUENZA)

⇒ LA RISPOSTA È:



2) SIAMO NELLE CONDIZIONI DEL PUNTO 1, MA VOLT NON È QUELLA DELL'OPAMP (È INVECE MI SERVE QUELLA)

PERCHÉ LA CADUTA ADESSO È ANCHE SU R_{out}

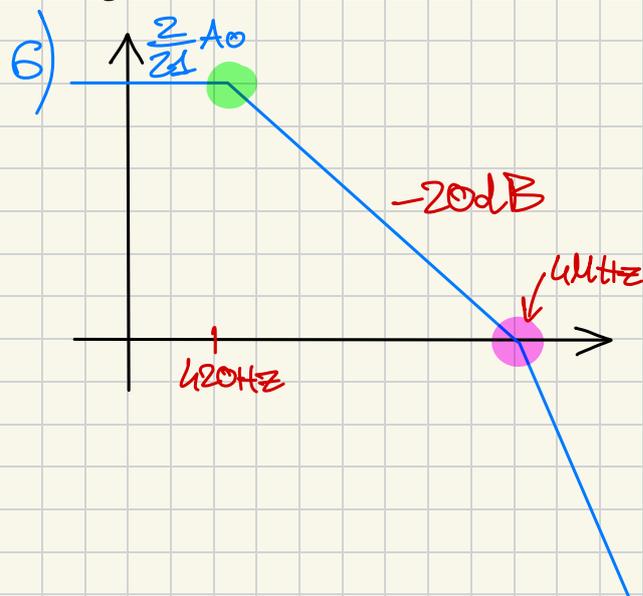
$$G_{ID}|_{OPAMP} = 1 + \frac{R_3 + R_{out}}{R_2} = 10,5$$

QUINDI AURÒ 100mV · 10,5 AL POSTO DI 1V

$$\Rightarrow SR \geq \frac{dV_{out,OPAMP}}{dt} = \frac{100mV \cdot 10,5}{\tau} \approx 26 \frac{V}{\mu s}$$

3) ABBIAMO G_{LOOP} CON IL SOLO POLO DELL'OPAMP:

$$\phi_m = 180^\circ - 90^\circ = 90^\circ \text{ (STABILE)}$$



DOVE SI TROVA IL SECONDO POLO?

IPOTIZZO QUESTO ANDAMENTO E CERCO L'ATTRAVERSAMENTO

$$\frac{20}{20} \cdot 420Hz = 1 \cdot f^*$$

$$\Rightarrow f^* = 420Hz$$

HO ESATTAMENTE IL SECONDO POLO SULL'ATTRAVERSAMENTO (POTEVO ANCHE CERCARLO CON LA

$\Rightarrow \varphi_{m} = 180^\circ - 90^\circ - 45^\circ$

NOTA: A PRIORI NON POSSO DIRE GBWP SIA EGUALE UGUALE
 RIPRENDIAMO L'ESERCIZIO DELL'INA:

3)

Si consideri il circuito in figura.

1) Considerando $V_{REF} = 0$, $V_1 = V_2 = V_{CM}$, determinare l'espressione del guadagno ideale

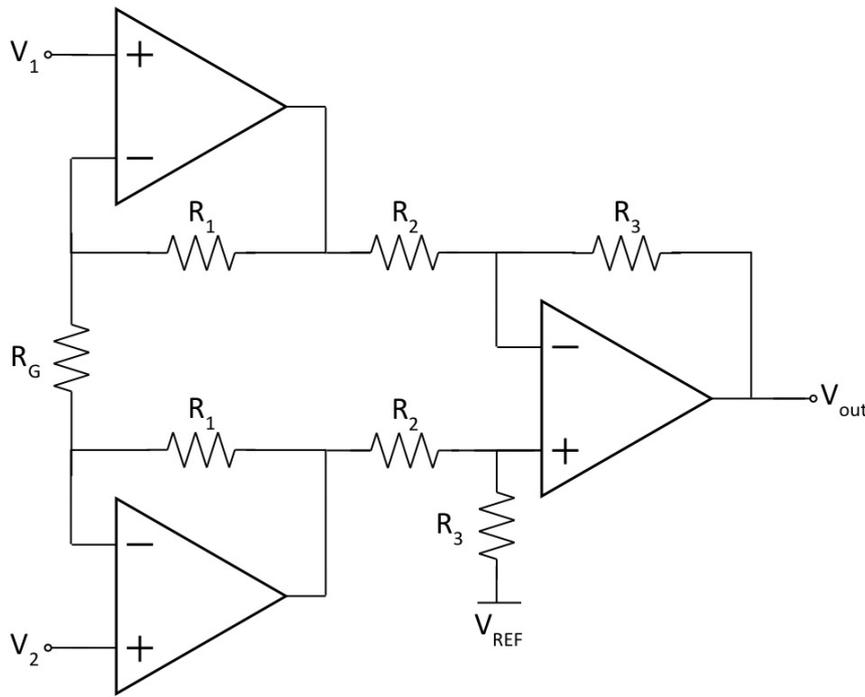
$$G_{ID} = \frac{V_{out}}{V_{CM}}$$

2) Considerando $V_{REF} = 0$, $V_1 = -\frac{V_d}{2}$ e $V_2 = +\frac{V_d}{2}$, determinare l'espressione del guadagno ideale

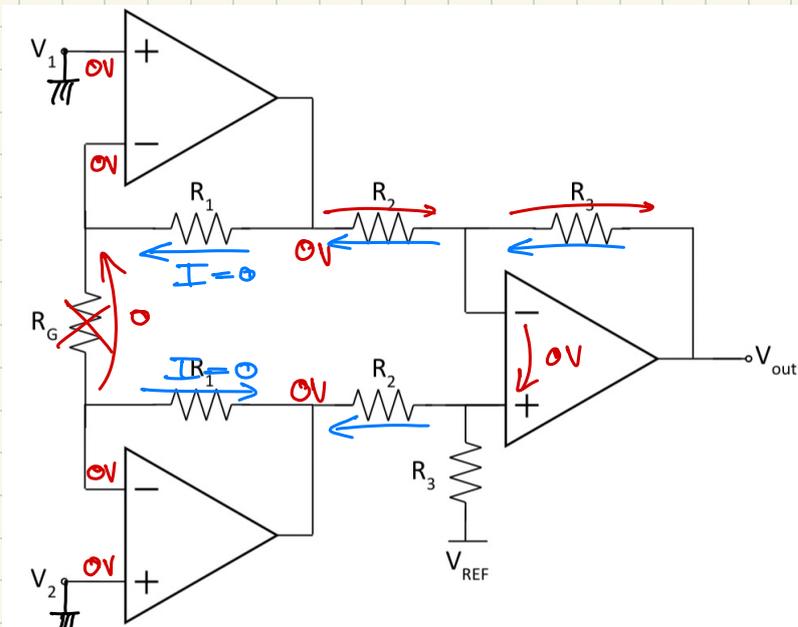
$$G_{ID} = \frac{V_{out}}{V_d}$$

3) Considerando $V_1 = V_2 = 0V$, determinare l'espressione del guadagno ideale

$$G_{ID} = \frac{V_{out}}{V_{REF}}$$



\Rightarrow MI CHIEDONO RISPETTO A V_{REF} : SPENGO TUTTI GLI ALTRI GENERATORI (TRA L'ALTRO GIÀ LO FA IL TESTO)



$$V_+ = V_{REF} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

$$I_{R_2} = \frac{V_-}{R_2} = \frac{V_+}{R_2} = I_{R_3}$$

$$V_{R_3} = I_{R_2} \cdot R_3$$

$$\Rightarrow V_{out} = V_- + I_{R_2} \cdot R_3$$

(CONF. NON INVERTENTE)

$$\Rightarrow U_{\text{Volt}} = U_{\text{DEF}} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right)$$

$$= U_{\text{DEF}} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_2}$$

$$= U_{\text{DEF}}$$