

CHE, DALL'AUTOMATICA, SAPPIAMO AVERE FUNZIONE DI TRASFERIMENTO:

$\frac{A}{1+AB}$ MA IN ELETTRONICA NON LA USEREMO, PERCHÉ È DIFFICILE SUDDIVIDERE IL BLOCCO DI ANDATA E DI RITORNO

CI BASIAMO SU UN PRINCIPIO FORTE: UN SISTEMA RETROAZIONATO FUNZIONA BENE QUANDO IL LOOP È GRANDE ("AB GRANDE")

MA SE AB GRANDE, $\frac{A}{1+AB} \rightarrow \frac{1}{B} = G_{ID}$

SE AB PICCOLO ("LOOP BROTTO"), $\frac{A}{1+AB} \rightarrow A = G_{OPEN}$
CHE NON È BANALE DA CALCOLARE

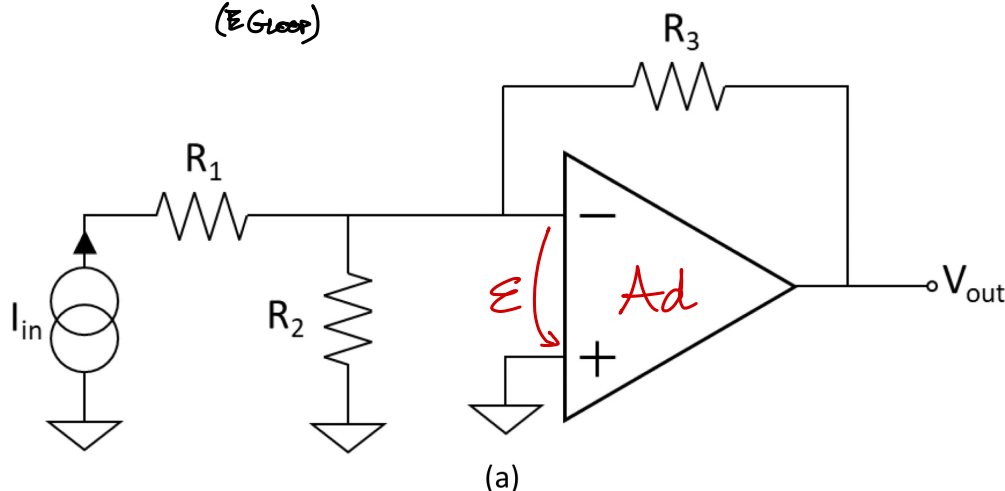
NEL MEZZO, ABBIAMO IL LOOP

$$G_{LOOP} = -AB$$

E POSSIAMO DESCRIVERE G_{OPEN} COME $-G_{ID} \cdot G_{LOOP}$

Determinare il guadagno ideale (G_{ID}) dei seguenti circuiti:

($\epsilon = G_{LOOP}$)



CALCOLIAMO G_{id} :

1) CHIEDIAMOCI SUBITO: IL CIRCUITO È RETROAZIONATO?
SÌ, L'USCITA INFLUENZA L'INGRESSO

2) È RETROAZIONATO NEGATIVAMENTE?

OVVERO, SE IO DO UNA VARIAZIONE (AD ESEMPIO AL NODO +), IL CIRCUITO REAGISCE AMPLIFICANDO QUESTA VARIAZIONE? OVVERO, SE ALZO IL NODO + (AUMENTA E DIFFERENZIALE, VARIABLE DI COMANDO) E IL SISTEMA AUMENTA IL NODO -, STESSA COSA SE ABBASSO IL SISTEMA CIOÈ CERCA DI RIDURRE E

ORA, VOGLIAMO CALCOLARE G_{id} , INTESO TRA USCITA E I_{in} (SARÀ $\frac{V}{I}$ QUI) CHE RICORDIAMO SI OTTIENE QUANDO $G_{loop} \rightarrow \infty$

NEL NOSTRO CIRCUITO POSSIAMO INFLUIRE SIGNIFICATIVAMENTE SU G_{loop} SOLO AUMENTANDO IL GUADAGNO DELL'OPERAZIONALE (ABBIAMO SOLO RESISTENZE) SI DICTE "IDEALE", OVVERO AGUADAGNO INFINITO (MOLTO ALTO)
ATTENZIONE: A_d È RISPETTO A ε (LA VARIABLE DI COMANDO), NON C'ENTRA + O -

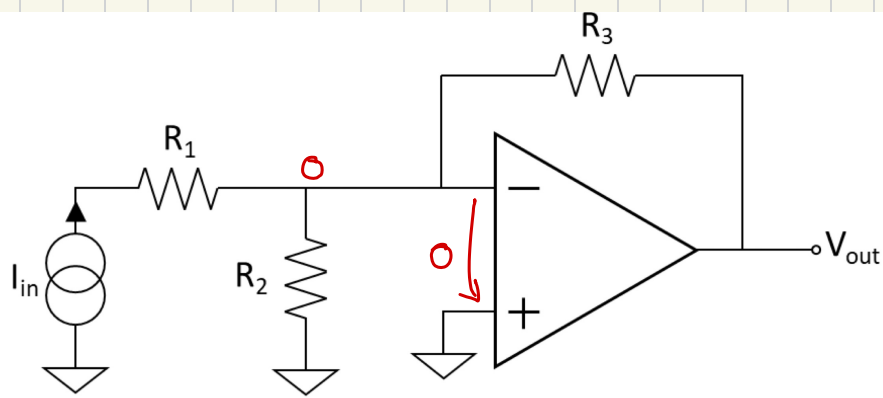
NOTA: $\varepsilon \cdot A_d \neq \infty$

$\downarrow$ $\downarrow$
0 ∞

POSS DARE UN VALORE DIVERSO DA INFINITO

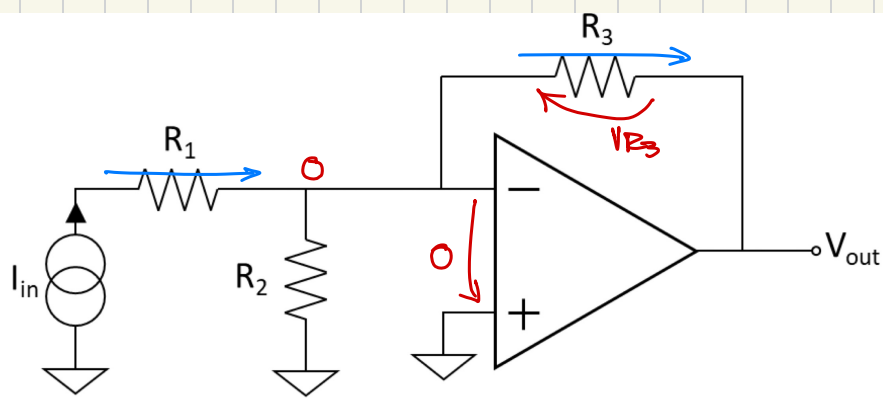
NOTA CHE L'UNICO MODO DI AVERE $\neq \infty$ È $\varepsilon = 0$

ALTRO ERRORE TIPICO: AL NODO - NON HO MASSA, MA VIRTUALE! OVVERO NON HO MASSA, MA SOLAMENTE LA STESSA TENSIONE!



NON GUARDIAMO AL TIPO DI CONFIGURAZIONE, CALCOLIAMO DA CAPO

R_2 È COLLEGATA TRA MASSA E MASSA $\Rightarrow$ NON CIRCOLA CORRENTE IN $R_2 \Rightarrow$ LA CORRENTE DI I_{in} VA TUTTA IN R_3



$$\Rightarrow V_{R3} = I_{in} \cdot R_3$$

CONOSCO IL PUNTO DI PARTENZA, CHE È MASSA

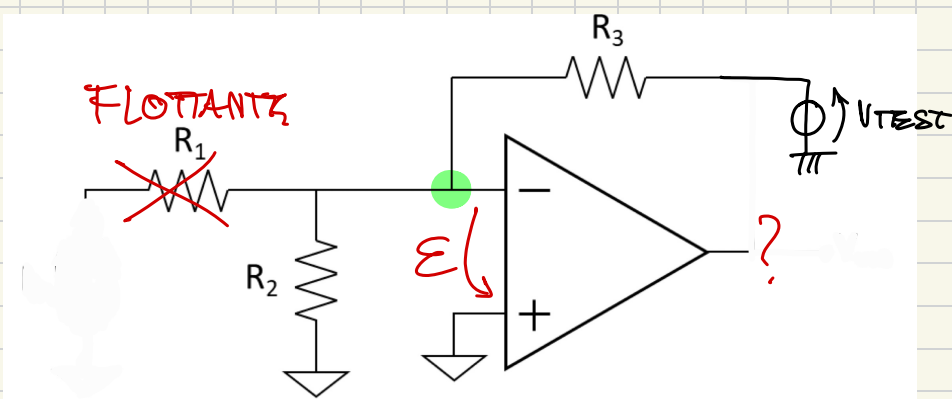
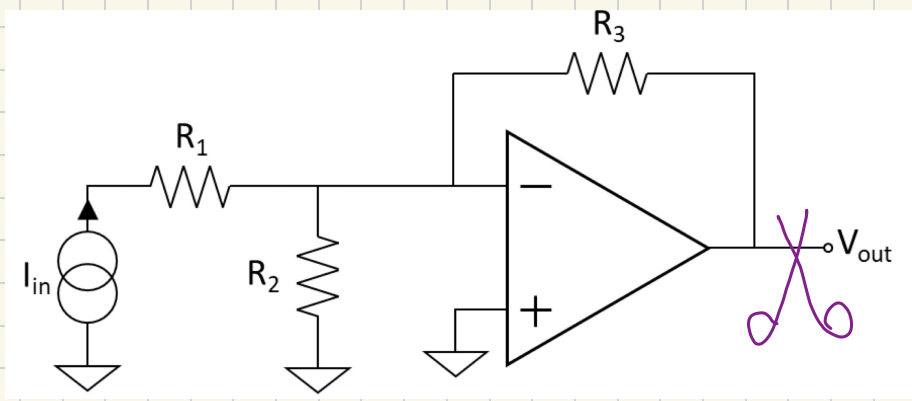
$$\Rightarrow V_{olt} = 0 - I_{in} \cdot R_3$$

$$\Rightarrow G_{ID} = \frac{V_{olt}}{I_{in}} = -R_3$$

È IL LOOP?

NON CALCOLARLO COME SE IL CIRCUITO FOSSE RETROAZIONATO! STAGLIANDO E APRENDO L'ANBUO, QUINDI $V^+ \neq V^-$ ADESSO

TAGHEREMO SEMPRE SULLA FONTE DELL'OPERAZIONALE CHE È UN PUNTO A BASSISSIMA IMPEDENZA



1) TAGLIAMO L'HOLO
HOOP E PARLIAMO
DA UNA PARTE PER
CAPIRE COSA ESCE
DALL'ALTRA)

SPEGNIAMO TUTTI I GENERATORI (CORRENTE DIVENTA
APERTO)

VEDIAMO COSA TORNA INDIETRO:

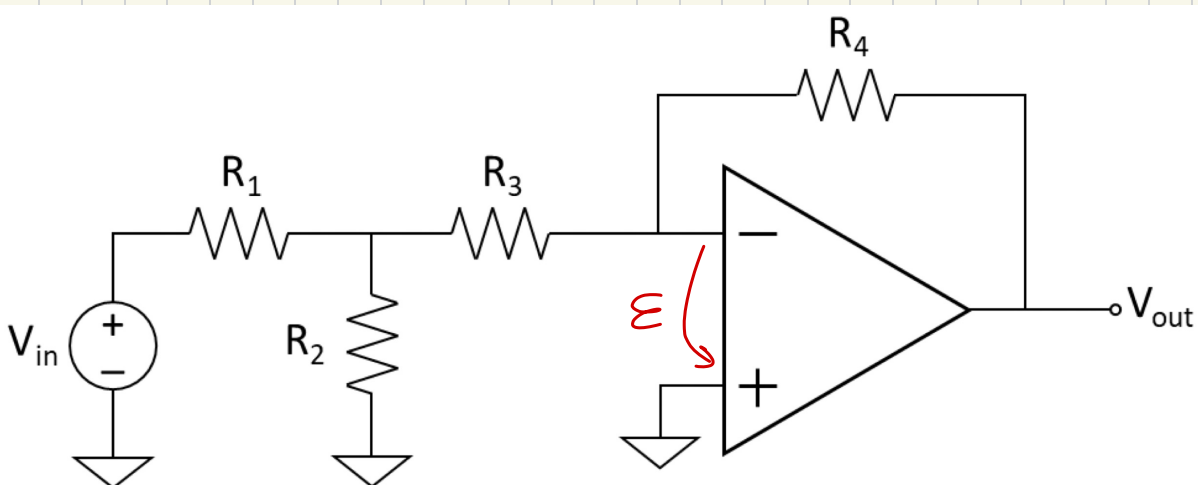
$$\text{Green Dot} = V_{TEST} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

COME FACCIAMO A "USCIRE"? STO ENTRANDO SUL NODO
- E DI MEZZO HO SOLO L'AD DELL'OPAMP

$$\Rightarrow G_{LOOP} = \frac{V_{out}}{V_{TEST}} = - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot A_d$$

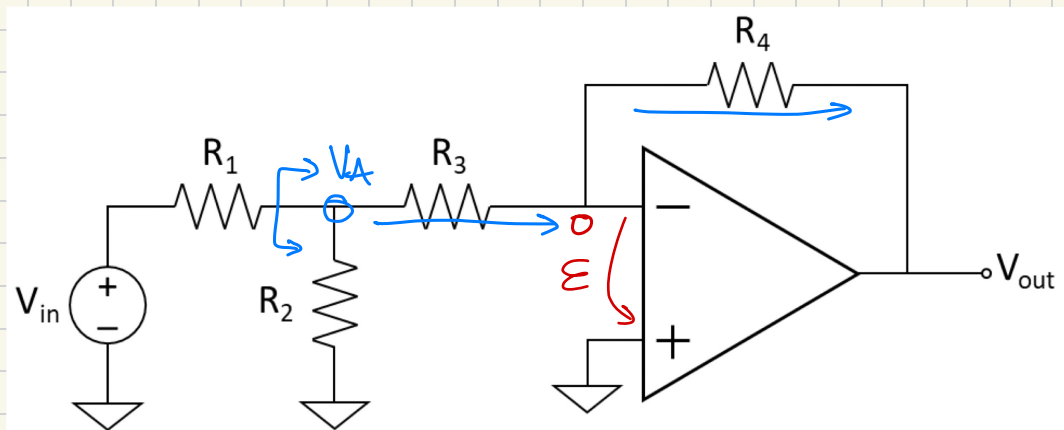
CHE È LO STESSO VISTO A TROPA PER LA CONFIGURAZ.
INVERTENTE/NON INVERTENTE

2)



- 1) È RETROAZIONATO? SÌ
- 2) NEGATIVAMENTE? SÌ

PONGO $\varepsilon = 0$



PARTIRE DA V_{out} NON CONVIENE, MA DA V_{in} SÌ

NOTO QUINDI $R_2 \parallel R_3$

$$V_A = V_{in} \cdot \frac{R_2 \parallel R_3}{R_1 + R_2 \parallel R_3}$$

$$I_{in} = \frac{V_{in} - V_A}{R_1} \quad \text{NON MISTERVIZ}$$

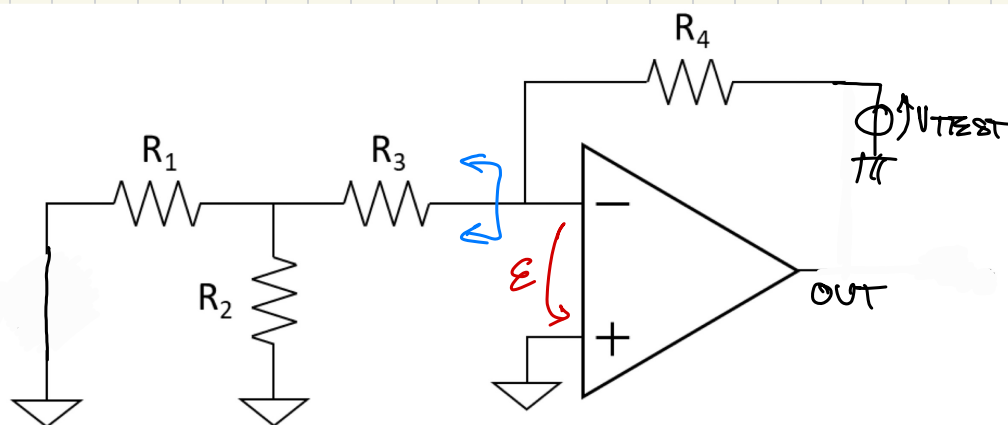
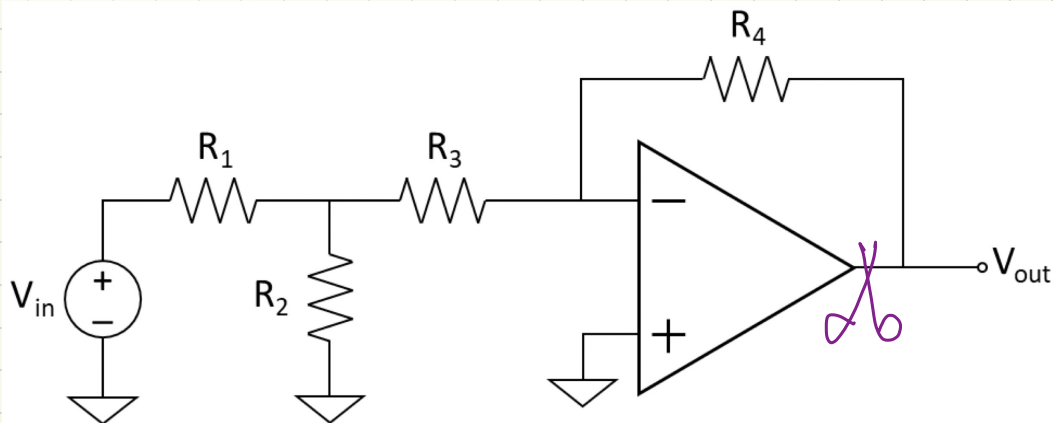
MA CONOSCENDO V_A , CONOSCO LA CORRENTE SU R_3 E QUINDI R_4 (L'OPERAZIONALE HA ALTISSIMA IMPEDENZA E NON PRENDE CORRENTE)

$$\Rightarrow V_{out} = 0V - I \cdot R_4 = -R_4 \cdot \left(\frac{V_A - 0V}{R_3} \right)$$

$$\Rightarrow V_{out} = -\frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{R_2 \parallel R_3}{R_2 \parallel R_3 + R_1} \cdot V_{in}$$

$$\Rightarrow G_{id} = -\frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{R_2 \parallel R_3}{R_2 \parallel R_3 + R_1}$$

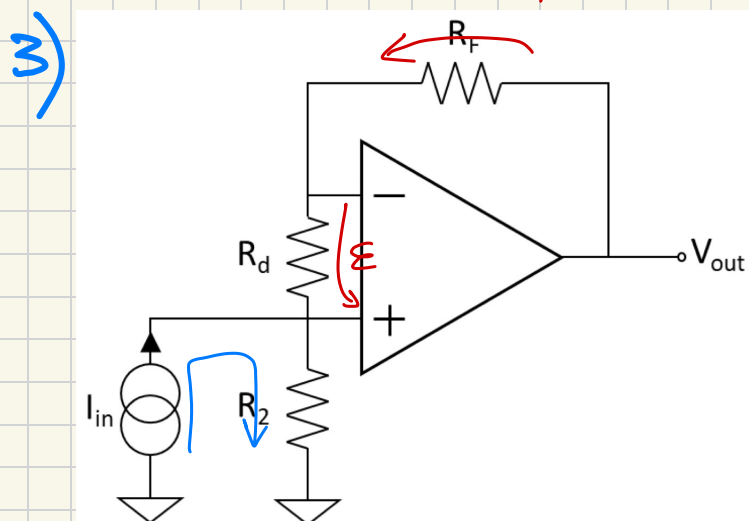
G_{loop}:



PARTITORE: V_{TEST} "VDEE":

$$\Rightarrow G_{loop} = -A_d \cdot \frac{R_1 \parallel R_2 + R_3}{R_1 \parallel R_2 + R_3 + R_4}$$

DEVE SEMPRE VENIRE NEGATIVO, ESSENDO RETROAZIONATO NEGATIVAMENTE, ALTRIMENTI ERA RETROAZIONATO POSITIVAMENTE



È RETROAZIONATO, NEGATIVAMENTE

$\epsilon = 0$, MA DA NESSUNA DELLE DUE PARTI HO MASSA: NON CI DISPERIAMO, VEDIAMO!

ATTENZIONE: DIRE CHE R_d È UN CIRCUITO APERTO È SBAGLIATO IN UN CIRCUITO APERTO NON CIRCOLA CORRENTE, MA CIÒ NON

VUOL DIRE CHE UNA RESISTENZA CON AI CAPI O LO
SIA: È UN BIPOLLO IN CUI NON CIRCOLA CORRENTE

⇒ I_{in} CADDE TOTTA IN R₂

⇒ V⁺ = I_{in} R₂

È V⁺ = V⁻

DA DOVE VIENE LA I SU R_F? DEVE VENIRE DALLA
RESISTENZA PERCHÉ L'OPAMP HA i = 0 SU -, MA
ESSENDO 0 ANCHE LA CADUTA SU R_F È 0

⇒ V⁺ = V⁻ = I_{in} R₂ = V_{out}

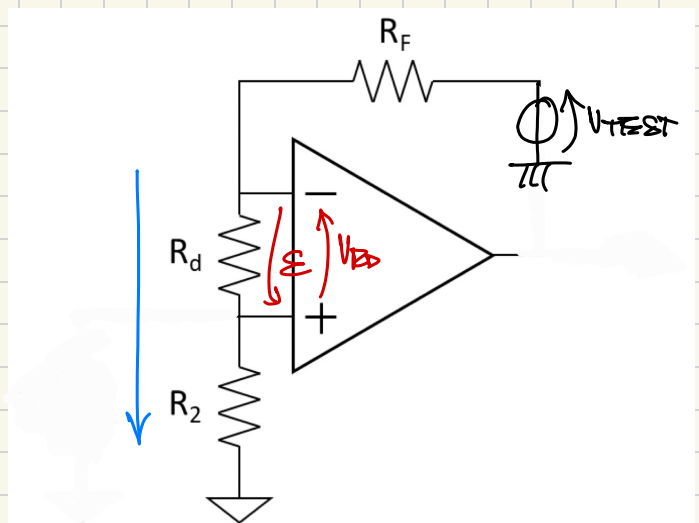
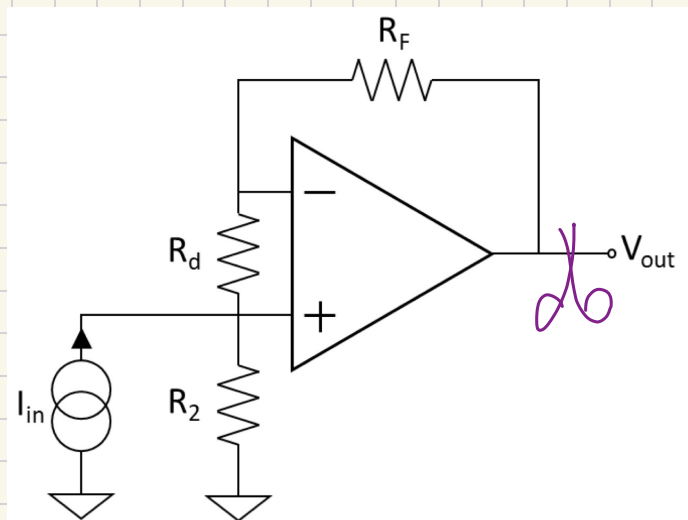
⇒ G = R₂

PER DOMANDA:

$$G = \frac{A}{1 + AB} \begin{cases} \nearrow \frac{1}{B} \rightarrow G_{id} \text{ (Gloop MOLTO GRANDE)} \\ \searrow A \rightarrow G_{open} \text{ (Gloop PICCOLO)} \end{cases}$$

MA IL Gloop VARIA IN BASE ALLE FREQUENZE

(A BASSE FREQUENZE GRANDE, AD ALTE PICCOLISSIME)



$$G_{loop} = -\epsilon A_d$$

$$\Rightarrow V_D = V_{TEST} \cdot \frac{R_d}{R_F + R_d + R_2} \Rightarrow \epsilon = -V_D$$

$$\Rightarrow G_{loop} = -A_d \cdot \frac{R_D}{R_F + R_D + R_2}$$

Si consideri il circuito in figura.

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

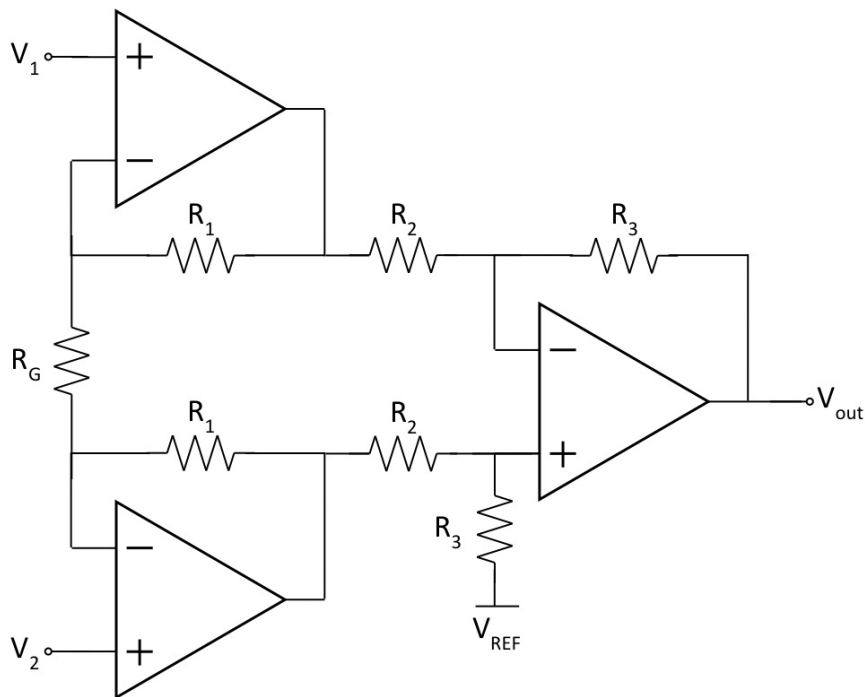
$$G_{ID} = \frac{V_{out}}{V_{CM}}$$

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

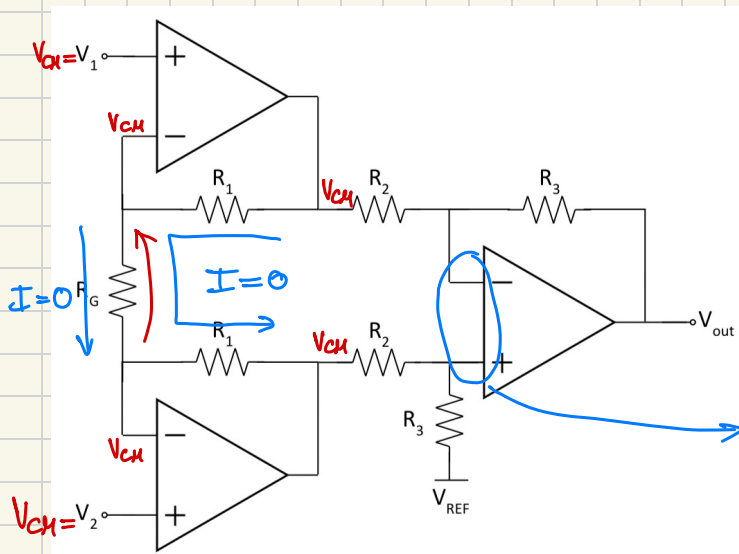
$$G_{ID} = \frac{V_{out}}{V_d}$$

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

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



È RETROAZIONATO NEGATIVAMENTE? SÌ, PER TUTTI GLI AMPLIFICATORI
SU CIASCUN OPERAZIONALE, $V^+ = V^-$ ($\epsilon = 0$)

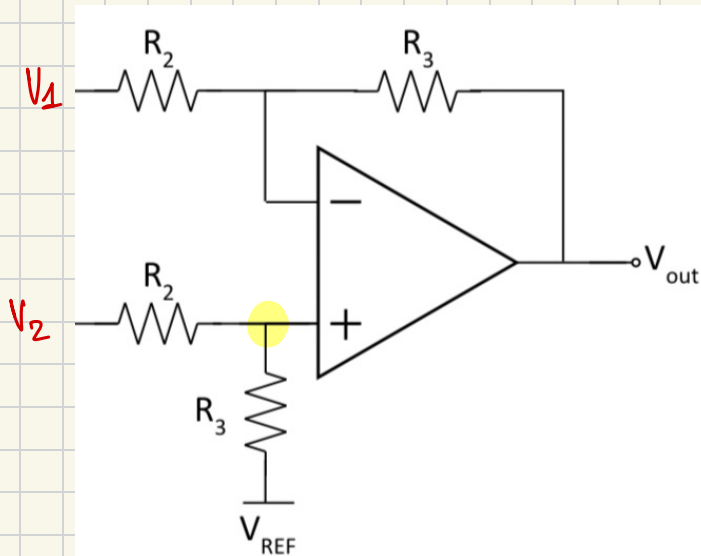


DIPENDERÀ DALLE RESISTENZE, MA AL MOMENTO NON LA CONOSCO

SU R_G HO $\Delta V = 0$ (V_{CM} A ENTRAMBI I CAPI) $\Rightarrow I = 0$
MA QUESTA I NON PUÒ VENIRE DALL'OPAMP (ALTA IMPEDENZA)

QUINDI VIENE DA R_1 E TORNA SU R_1
MA È 0, QUINDI ANCHE SU R_1 HO $\Delta V = 0$

POSSO DUNQUE STUDIARE SOLO IL TERZO OPAMP PERCHÉ
AVENDO DALL'ALTRO LATO LA PUNTA DI DUE OPAMP
È COME FOSSERO DUE GEN. DI TENSIONE



POSSO USARE IL PSE ESSENDO
TUTTO LINEARE:

V_2 SI RIPARTISCE TRA R_3 ED R_2

$$V_2 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2}$$

HO POSTO V_1 A MASSA (SPENTO)
È NOTO CHE SI TRATTA DELLA
CONF. NON INVERTENTE DI CUI
CONOSCO IL GUADAGNO:

$$V_2 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2} \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right)$$

NOTA CHE COMUNQUE ANCHE
SENZA RICONOSCERE IL TIPO
DI CONF. POTEVO CALCOLARE
COME PRIMA

ORA SPENGO V_2 E ACCENDO V_1

V_2 È A MASSA E QUINDI SULLE RESISTENZE HO $\Delta V = 0$

⇒ È ANCH'ESSO MASSA

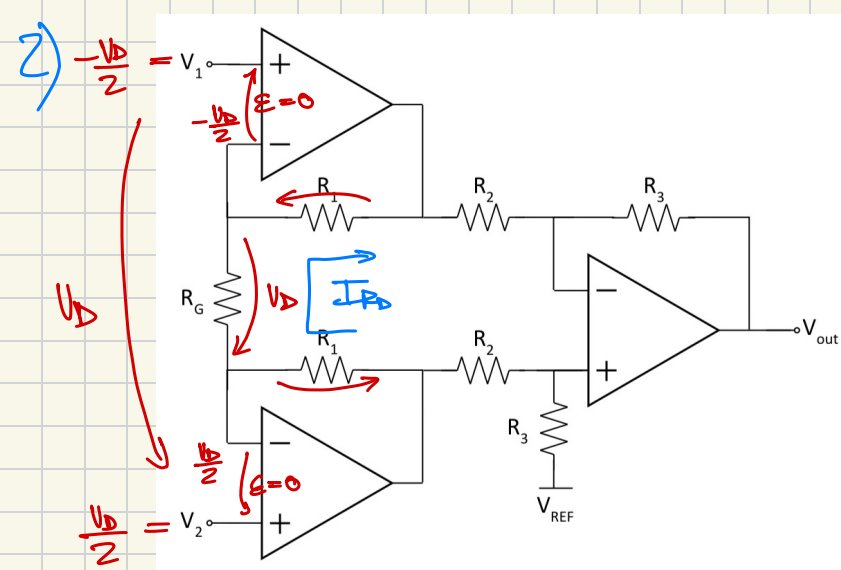
⇒ HO LA CONF. INVERTENTE.

$$-V_1 \cdot \frac{R_3}{R_2}$$

$$\Rightarrow V_{out} = V_2 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2} \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right) - V_1 \cdot \frac{R_3}{R_2} =$$

$$= \frac{R_3}{R_2} (V_2 - V_1) \Rightarrow V_{out} = \frac{R_3}{R_2} (V_2 - V_1) = 0$$

$G = \frac{V_{out}}{V_2 - V_1}$

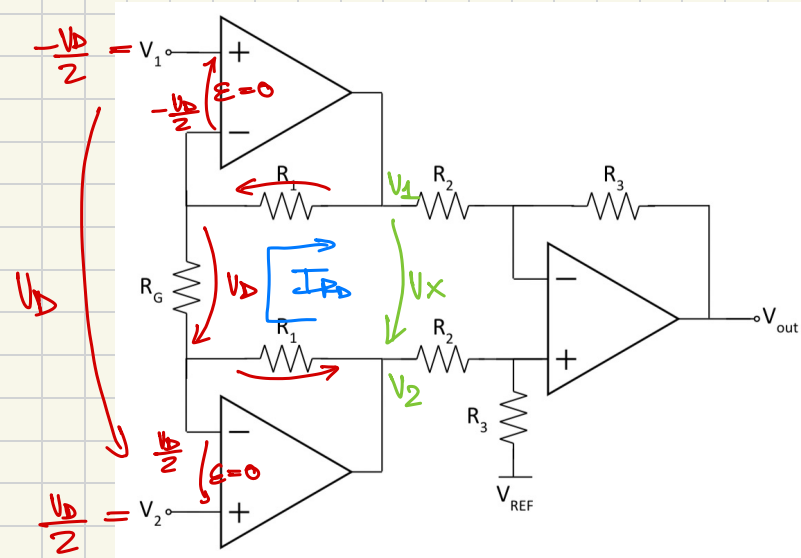


$$I_D = \frac{V_D}{R_1}$$

CHE PUÒ ANDARE E VENIRE SOLO DALLE RESISTENZE, COME PRIMA

$$\Rightarrow V_{R1} = I_D \cdot R_1$$

PRIMA AVEVO CAPITO CHE FACENDO $V_2 - V_1$ POSSO ARRIVARE ALL'USCITA: MA QUINDI



CERCO V_x :

$$V_x \Rightarrow V_x = 2V_{R1} + V_D$$

$$\Rightarrow V_{out} = G V_x = \frac{R_3}{R_2} \left(2 \cdot \frac{V_D}{R_1} \cdot R_1 + V_D \right) = V_D \frac{R_3}{R_2} \left(2 \frac{R_1}{R_1} + 1 \right)$$

PER L'ESERCIZIO, RIFARE PUNTO 1) NOTANDO CHE $V^+ = V_2 \frac{R_3}{R_1 + R_3}$ ED È UGUALE A V^- , QUINDI CONOSCO LA CADUTA SU R_2 SOPRA $(V_1 - V^+)$, MA QUINDI ANCHE LA CORRENTE CHE CIRCOLA ANCHE IN R_3