TECNICA DELLA COMPENSAZIONE

12 GEN

→ MODIFICA βA PER GARANTIRE STABILITÀ

→ AUMENTA MARGINI DI GUADAGNO E FASE

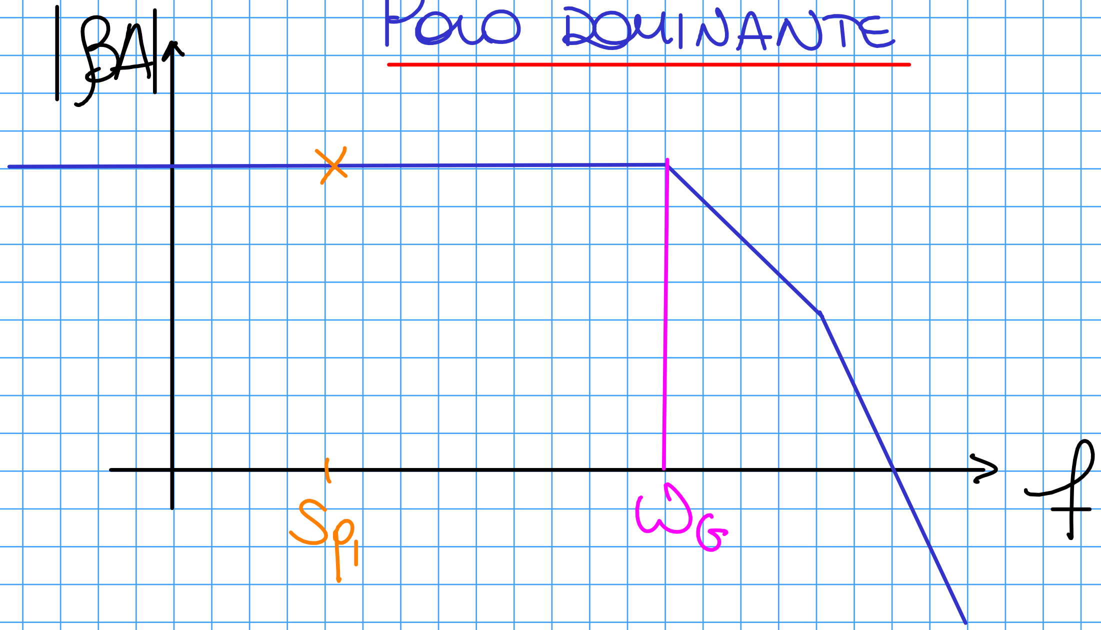
→ MODIFICA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

⇝ PRIMO ESEMPIO: COMPENSAZIONE NEL μA 741

QUELLO CHE VEDREMO:

- POLO DOMINANTE
- POLO - ZERO (SEMPLIFICAZIONI, METODO GRAFICO)
- ELIMINAZIONE POLO ZERO
- CASI PARTICOLARI

POLO DOMINANTE



ESEMPIO: PASSA BASSO, ω_G DELIMITA BANDA A $-3dB$

Hp $\beta_0 A_0 < 0$

INSERISCO POLO S_{p_1}, IN MODO CHE $\omega_G \gg S_{p_1}$ (+ DI 1 DECADE)

FASE SU $S_{p_1} = \pi - \pi/4 = \frac{3}{4}\pi$

SE VOGLIO GUADAGNO UNITARIO SU ω_G, DOVE INSERISCO S_{p_1}?

$$\left| \frac{\beta_0 A_0}{1 + j\frac{\omega_G}{\omega_{p_1}}} \right| = 1$$

SE $\omega_G \gg \omega_{p_1} \longrightarrow \left| \frac{\beta_0 A_0}{\cancel{1} + j\frac{\omega_G}{\omega_{p_1}}} \right| = 1 \longrightarrow \boxed{\omega_{p_1} = \frac{\omega_G}{\beta_0 A_0}}$

POLO - ZERO ⇝ MARGINE DI FASE

14 GEN

$$\beta A_c(j\omega) = \beta A(j\omega) \cdot \frac{1 + j\frac{\omega}{\omega_z}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_p}} = \beta A \cdot M \qquad (1)$$

COMPENSATO

IMPONGO:

$$\angle \beta A_c(j\omega_{Gc}) = \varphi_M \quad \leftarrow \varphi_M \text{ MARGINE DI FASE FORNITO}$$

PULSAZIONE PER LA QUALE $|\beta A_c(j\omega_{Gc})| = 1$

$$\begin{cases} \varphi_M = \angle \beta A(j\omega_{Gc}) - \mathrm{ATAN}\,\dfrac{\omega_{Gc}}{\omega_p} + \mathrm{ATAN}\,\dfrac{\omega_{Gc}}{\omega_z} & \text{V. (1)} \\[2ex] |\beta A(j\omega_{Gc})|^2 \cdot \dfrac{1 + \left(\frac{\omega_G}{\omega_z}\right)^2}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2} = 1 \end{cases}$$

- CONDIZIONE SU φ_M
- CONDIZIONE SU $|\beta A|$

2 EQUAZIONI × 3 INCOGNITE ⟶ AVREI GRADO DI LIBERTÀ

MA SONO EQ. TRASCENDENTI!

INTRODUCIAMO ALCUNI CASI (E RELATIVE SEMPLIFICAZIONI):

1) CASO $\omega_{GC} > 4\,\omega_z$, $\omega_{GC} > 4\,\omega_p$ (ALMENO UN PAIO DI OCT)

$$|\beta A(j\omega_{GC})|^2 \cdot \frac{\cancel{1} + \left(\frac{\omega_G}{\omega_z}\right)^2}{\cancel{1} + \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2} = 1 \longrightarrow \omega_p \approx \frac{\omega_z}{|\beta A(j\omega_{GC})|}$$

2) ω_z MOLTO GRANDE , $\omega_{GC} > 4\,\omega_p$

$$|\beta A(j\omega_{GC})|^2 \, \frac{1 + \cancel{\left(\frac{\omega_G}{\omega_z}\right)^2}}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2} = 1 \longrightarrow \omega_p \approx \frac{\omega_{GC}}{|\beta A(j\omega_{GC})|}$$

METODO GRAFICO

$$\angle \beta A_c(j\omega) = \angle \beta A(j\omega) + \angle M(j\omega)$$

$$\angle \beta A_c(j\omega) = \angle \beta A(j\omega) - \left[- \angle M(j\omega) \right]$$

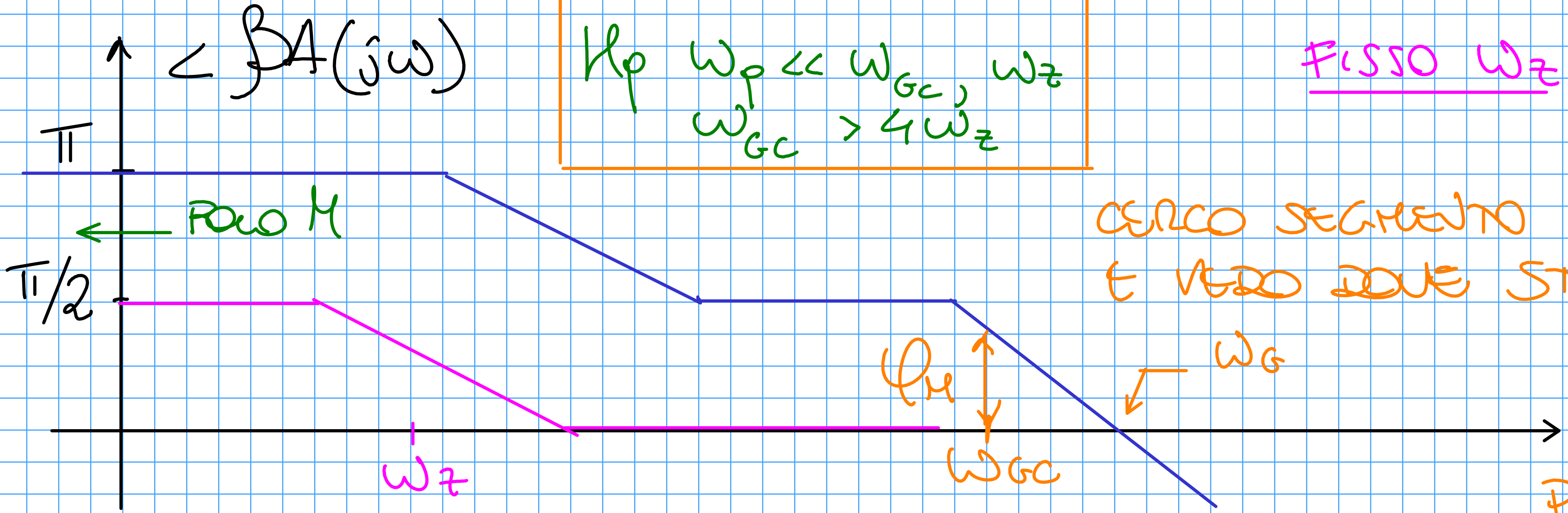
Hp φ_M NOTA, CALCOLO ω_p E ω_z (METTO ω_p IN BASSO RISPETTO A ω_z E ω_{GC}, CONTRIBUTO FASE ω_p STABILIZZATO A ω_{GC})

Hp: $\omega_p \ll \omega_{GC}, \omega_z$

$\omega_{GC} > 4\omega_z$

FISSO ω_z

CERCO SEGMENTO φ_M E VEDO DOVE STA → PIAZZO ω_{GC}



$$\angle M = -\operatorname{ATAN}\frac{\omega}{\omega_p} + \operatorname{ATAN}\left(\frac{\omega}{\omega_z}\right) = -\frac{\pi}{2} + \operatorname{ATAN}\left(\frac{\omega}{\omega_z}\right)$$

A QUESTO PUNTO VEDO SE TORNANO Hp

$$\omega_p = \frac{\omega_z}{|\beta A(j\omega_{GC})|}$$

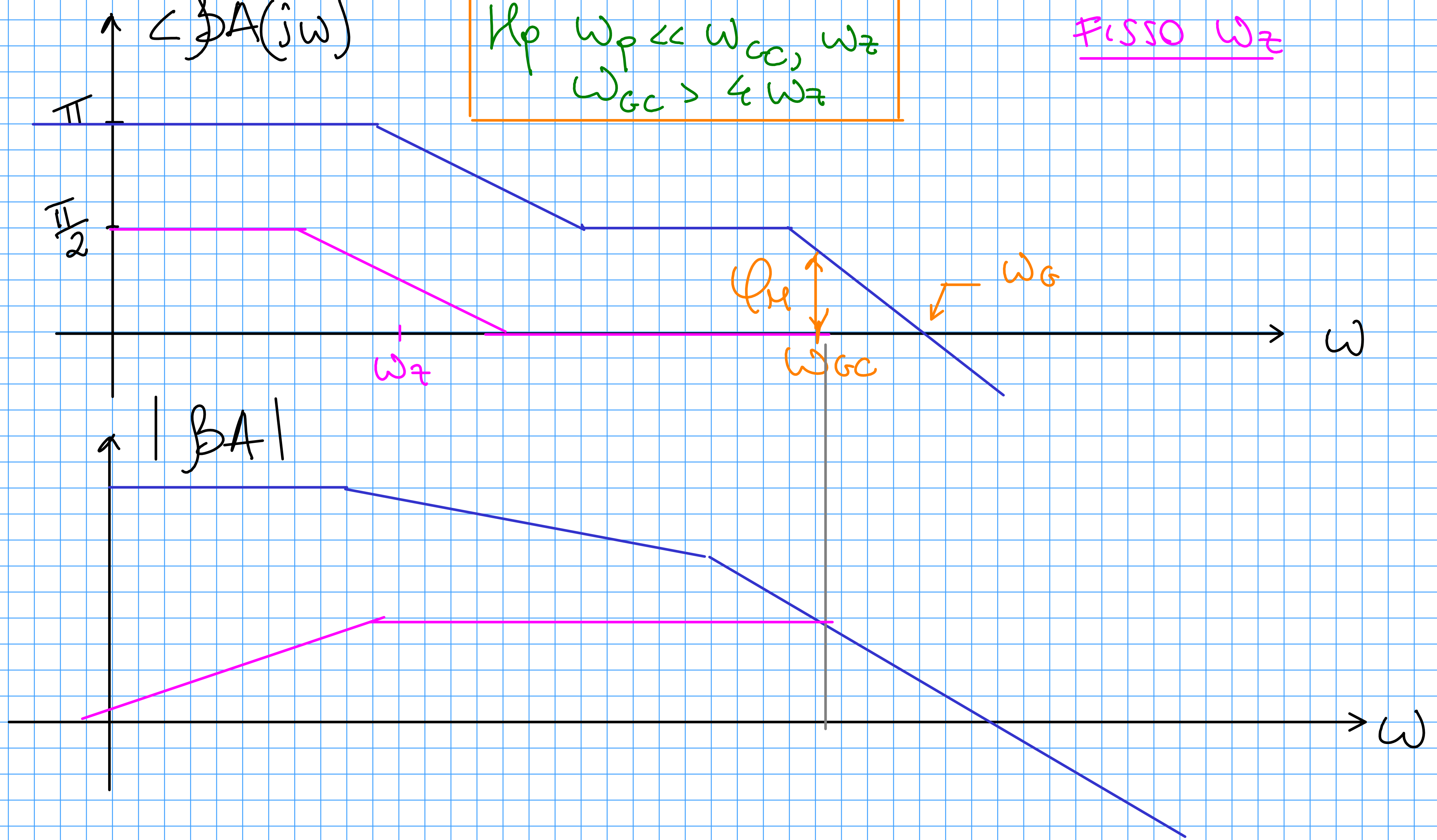
DEVE RISULTARE MOLTO MINORE DI ω_z

INFATTI NEL DIAGRAMMA LA FASE LEGATA A ω_p COMPARE GIÀ STABILIZZATA

MODULO

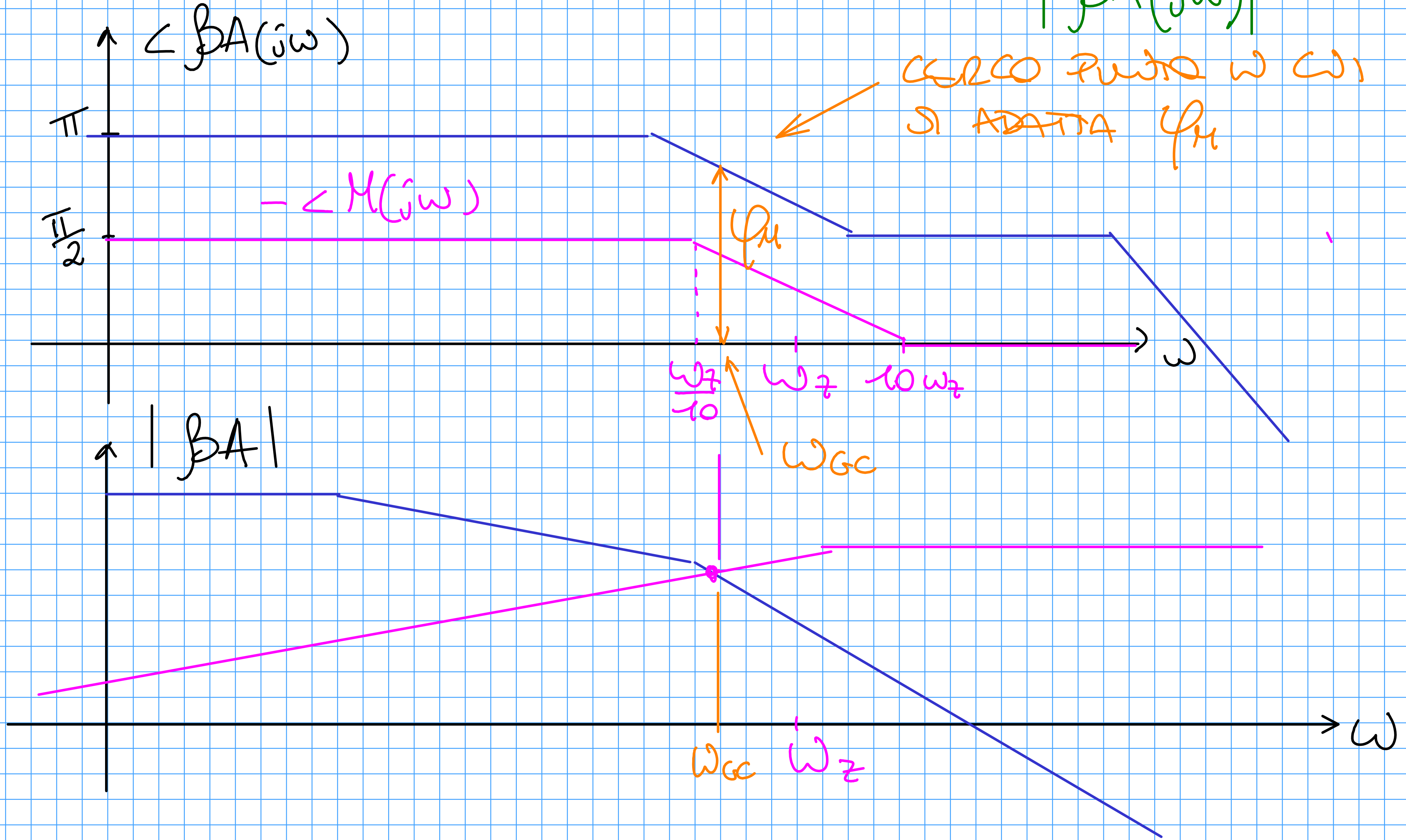
$\boxed{\begin{array}{c} Hp \quad \omega_p \ll \omega_{GC}, \omega_Z \\ \omega_{GC} > 4\,\omega_Z \end{array}}$

FISSO ω_Z

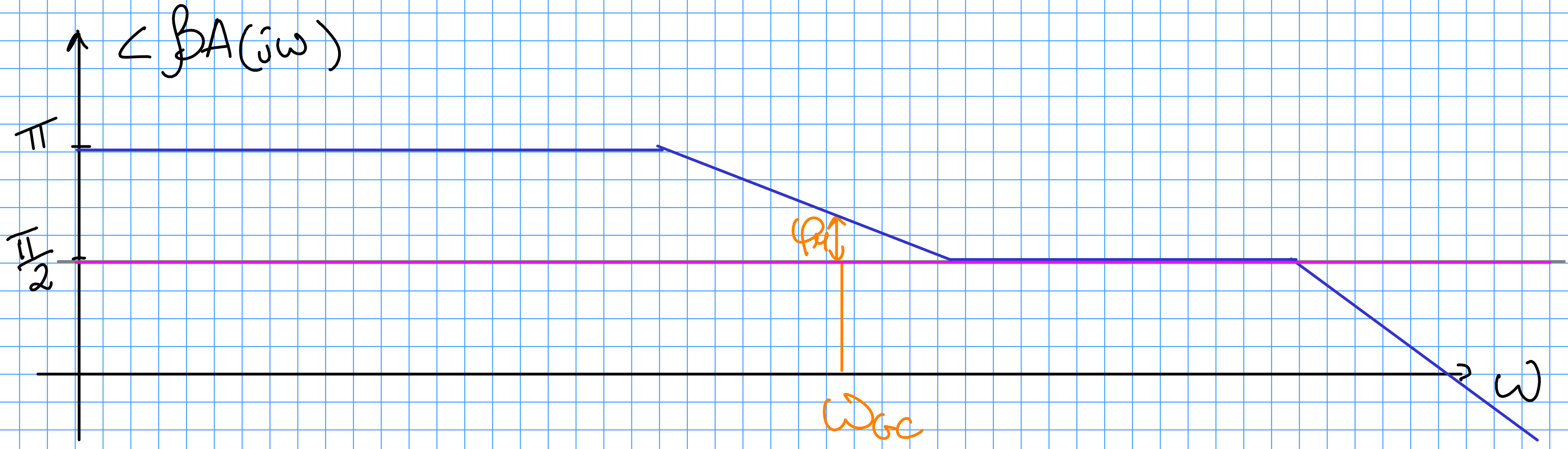


$$\boxed{\begin{array}{ll} H_p & \omega_z > \omega_{GC} \\ & \omega_p \ll \omega_{GC} \end{array}}$$

$$\omega_p = \frac{\omega_{GC}}{|\beta A(j\omega)|}$$



NOTA $\omega_z \to \infty$



$$\omega_p = \frac{\omega_{GC}}{|\beta A(j\omega_{GC})|}$$

METODO POLO DOMINANTE

CON $\omega_z = \omega_{p_1} \longrightarrow$ CANCELLAZIONE $\to \varphi_M = \pi/4$

ELIMINAZIONE POLO-ZERO

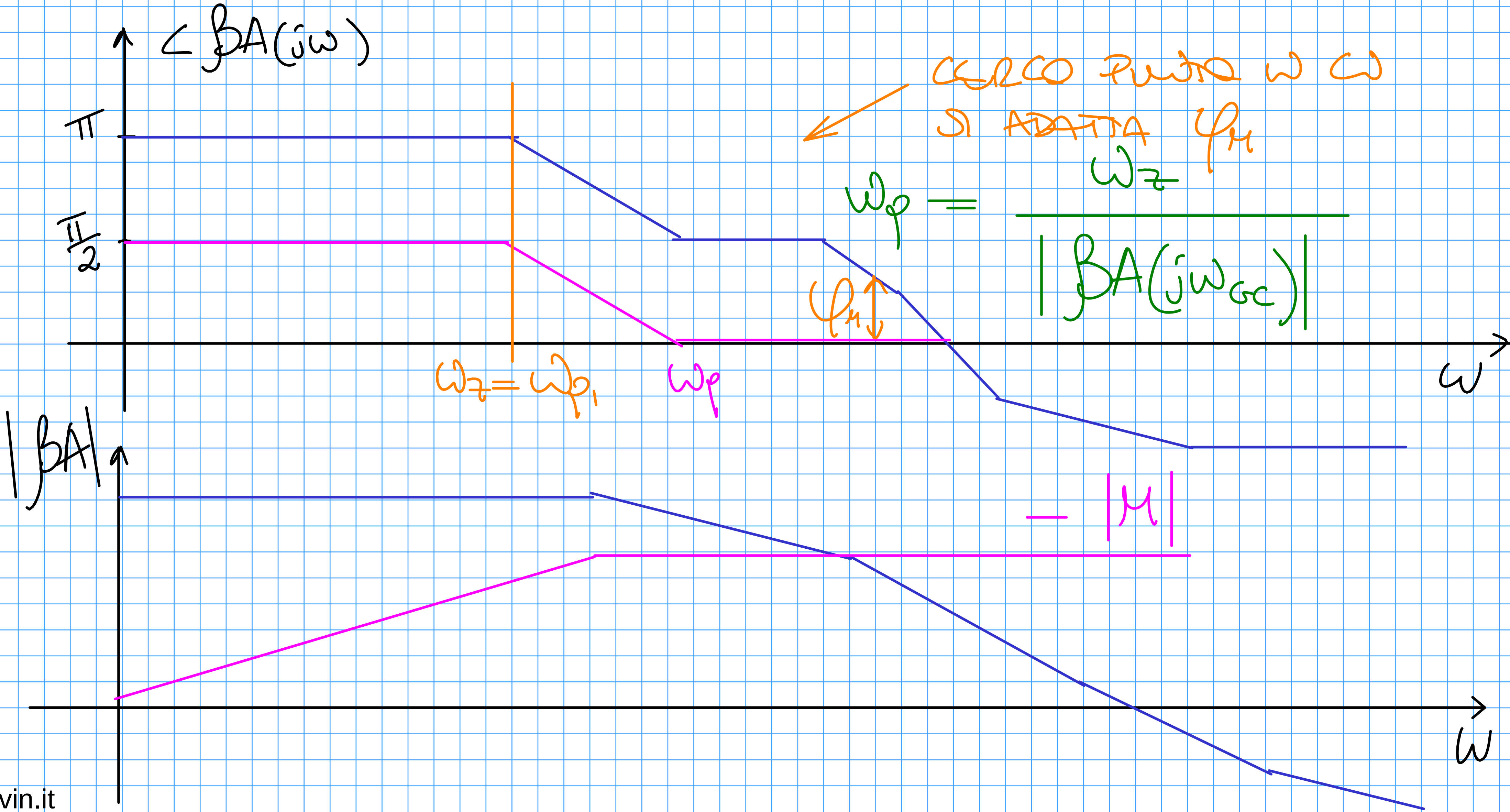
$\omega_z = \omega_{p_1}$

ω_p = TALE DA GARANTIRE φ_M IN ω_{GC}

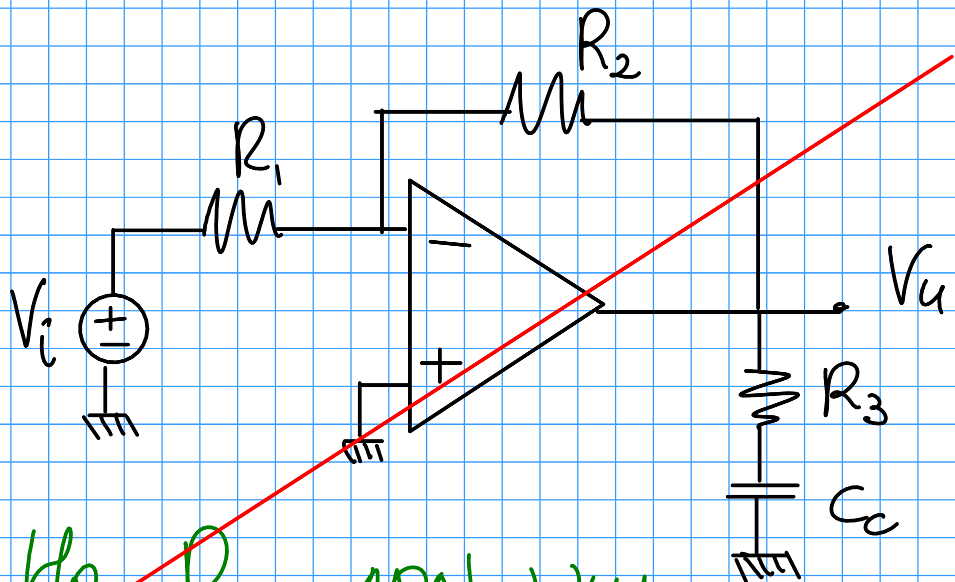
PROBLEMA $\omega_z = \omega_{p_1}$

CERCO PUNTO ω CUI SI ADATTA φ_M

$$\omega_p = \frac{\omega_z}{|\beta A(j\omega_{GC})|}$$



POSIZIONAMENTO POLO ZERO



Hp ~~R_{OUT} NON NULLA~~ $\longrightarrow$ POLO E ZERO

$$\omega_p = \frac{1}{C_c R_V}$$

$\omega_z =$ POLO AMMETTENZA VISTA DA C CONNESSO A GEN. TENSIONE SPENTO

CASI DA EVITARE

CONDENSATORE DI COMPENSAZIONE C_c

CON $R_{OUT} = \phi \longrightarrow$ NON HO SINGOLARITÀ

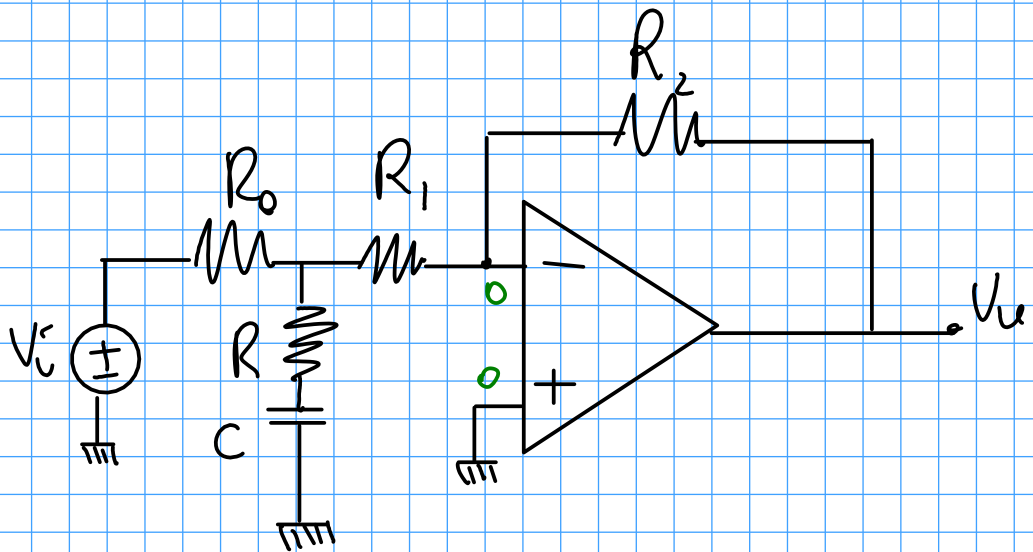
$\omega_p \simeq \omega_z$

PERCHÉ R_{OUT} PICCOLA

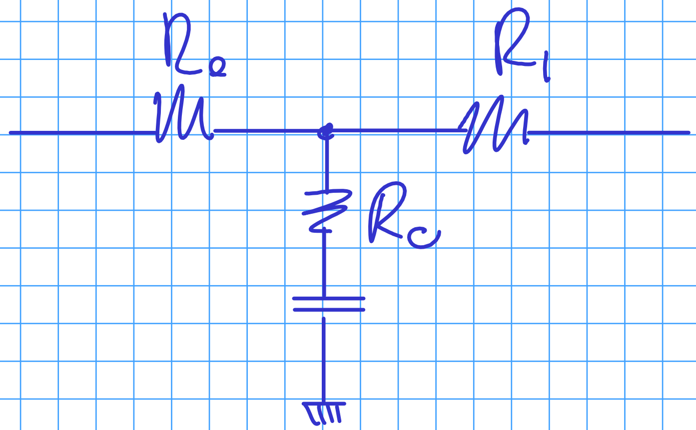
$\downarrow$

SOLUZIONE NON VA BENE

(VORREI INSERIRE POLO E ZERO LONTANI TRA LORO)

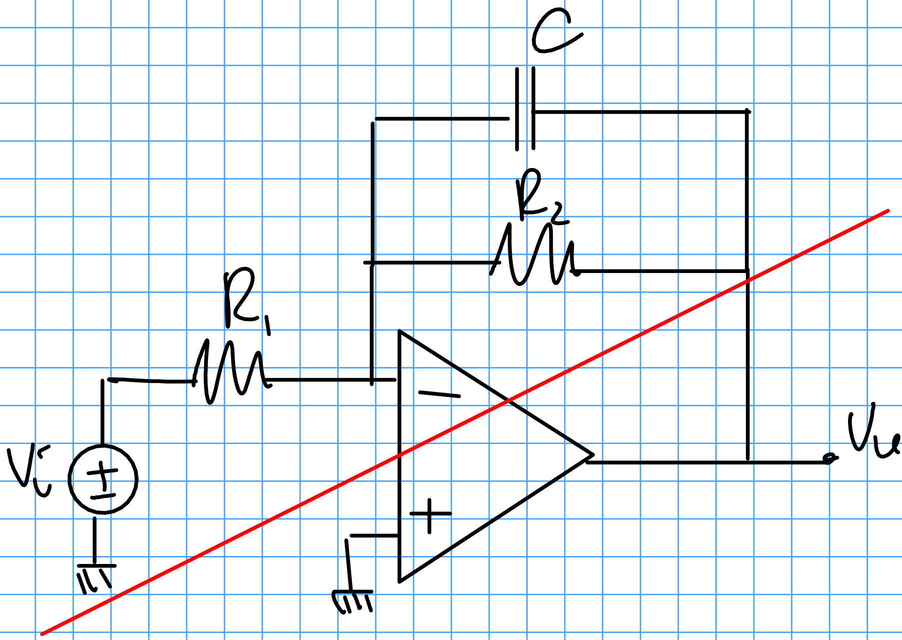


PUÒ ANDARE IN BASE A VALORI DELLE RESISTENZE



ZERO DISTINTO DA POLO SE

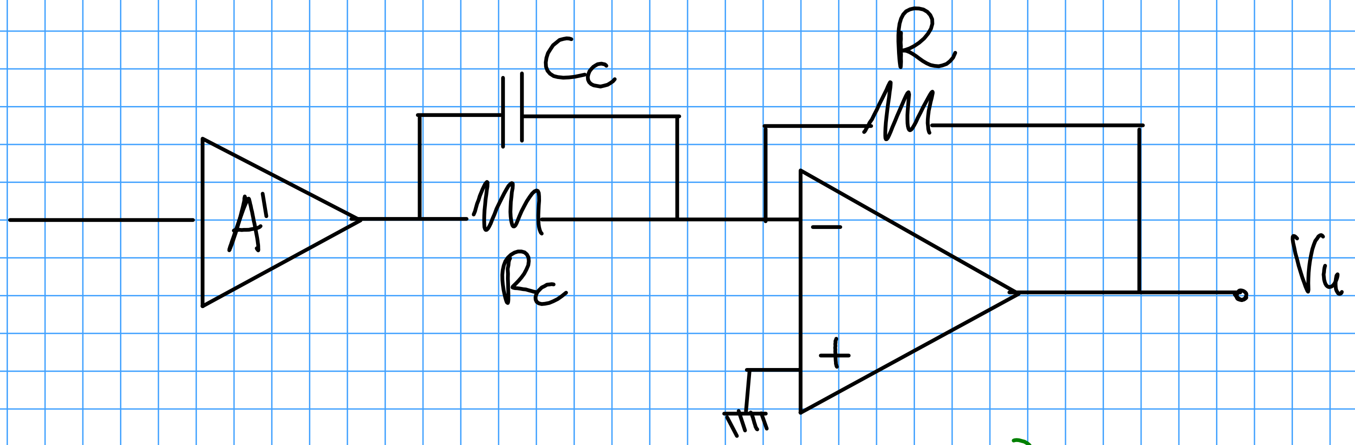
$R_0, R_1 > R_C$ (ALTRIMENTI PARALLELO ABBATTE R_V)



$$H(s) = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + R_2 C s}$$

HO SOLO POLO
MA NON ZERO

→ POLO ALL'INFINITO
ZERO STABILIZZA FASE
INSERISCO C_C TRA DUE PUNTI A BASSA R_V



ZERO → $\omega_z \simeq \dfrac{1}{R_C C_C}$

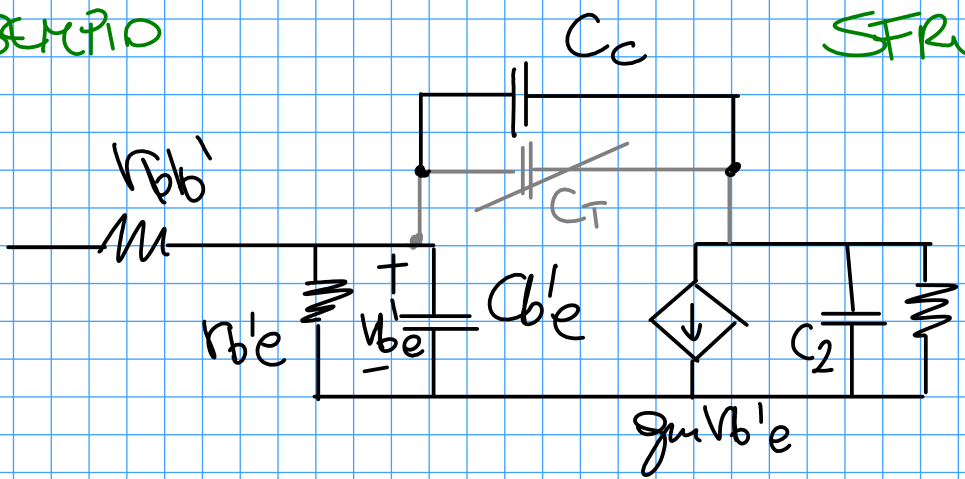
POLO → $\omega_p = \dfrac{1}{R_C // R_{OUT} // R_{IN}\; C_C} \simeq \dfrac{1}{R_{OUT} C_C}$

NOTA INSERIMENTO COMPENSAZIONE PUÒ MODIFICARE ALTRE SINGOLARITÀ (INTERAZIONE)

ESEMPIO

SFRUTTO MILLER ($A < 0$, ELEVATO)

↳ POLO DOMINANTE



MAGLIA IMPROPRIA ⟶ 2 POLI

SENZA COMPENSAZIONE ⟶ ω_{p_1}, ω_{p_2} ($\omega_{p_1} < \omega_{p_2}$)

CON COMPENSAZIONE ? VORREI SPOSTARE ω_{p_1} PIÙ IN BASSO E ω_{p_2} PIÙ IN ALTO

↳ POLES SPLITTING

↳ OVVERO POLO ω_{p_1} DOMINANTE CON ω_{p_2} CHE NON INCIDE SULLA FASE IN $\omega = \omega_{p_1}$

NEL CASO DI AMPLIFICATORE A 3 STADI, TUTTO DIPENDE DA UNA COSTANTE DI TEMPO (VEDI ESERCITAZIONE 17GEN10)