

MARGINI DI STABILITA'

Lo studio del diagramma di Nyquist non solo ci dice se un sistema è stabile oppure no, ma ci permette di effettuare due ulteriori studi sulla stabilità:

CLASSIFICAZIONE DELLA STABILITA' e QUANTIFICAZIONE DELLA STABILITA'.

CLASSIFICAZIONE DELLA STABILITA'

Considerando un sistema a retroazione unitaria (punto critico in $(-1; 0)$), al variare del guadagno possiamo classificare un sistema stabile in quattro categorie:

• STABILITA' REGOLARE

Il sistema è stabile per un intervallo di guadagno che va da 0 ad un valore limite:

$$K_F < \bar{K} \longrightarrow \text{STABILE}$$

$$K_F > \bar{K} \longrightarrow \text{INSTABILE}$$

Sistemi di questo tipo sono caratterizzati da un diagramma di Nyquist che interseca in un solo punto il semiasse reale negativo.

● STABILITA' CONDIZIONATA

Il sistema è stabile per un guadagno minore o maggiore di certi valori estremi, tra di essi invece il sistema risulta instabile.

$$0 < K_F < K_1 \rightarrow \text{STABILE}$$

$$K_1 < K_F < K_2 \rightarrow \text{INSTABILE}$$

$$K_2 < K_F < K_3 \rightarrow \text{STABILE}$$

Sistemi di questo tipo sono caratterizzati da un diagramma di Nyquist che interseca in più punti il semiasse reale negativo.

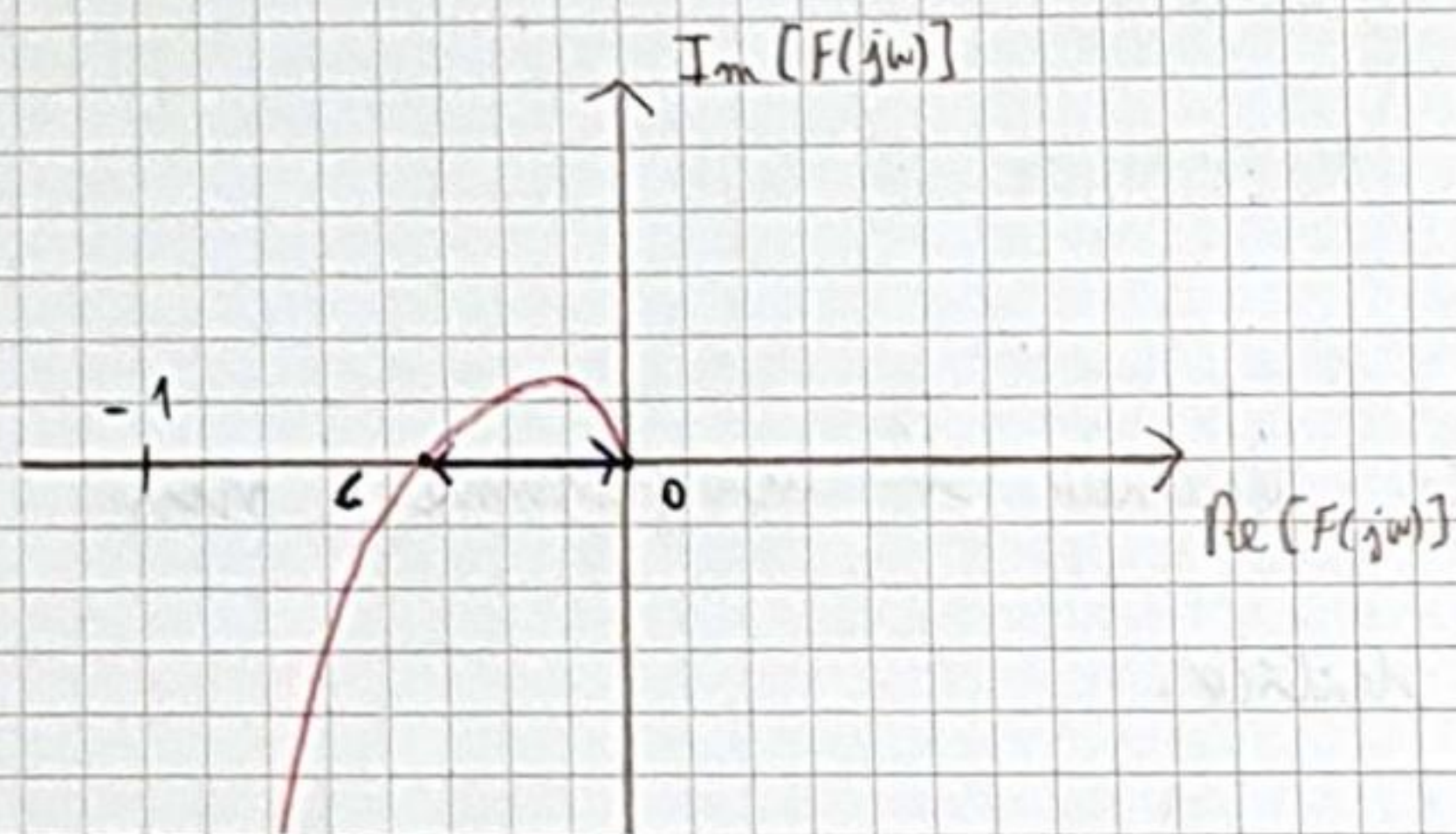
● STABILITA' INCONDIZIONATA

Il sistema è stabile per qualsiasi valore del guadagno statico.

Sistemi di questo tipo sono caratterizzati da un diagramma di Nyquist che non interseca mai il semiasse reale negativo.

• MARGINE DI GUADAGNO

Intuitivamente posso vederlo come un parametro che mi dice quanto posso aumentare il guadagno in catena aperta mantenendo stabile il sistema in catena chiusa.



Più il punto c è a destra e più è grande il guadagno, quindi Σ è più stabile

$$m_g = \frac{1}{OC}$$

Il margine di guadagno è definito per quella pulsazione w^* tale che:

$$\angle F(jw^*) = -180^\circ$$

CONDIZIONE PER INDIVIDUARE IL MARGINE DI GUADAGNO

Quindi il margine di guadagno sarà:

$$m_g = \frac{1}{|F(jw^*)|}$$

$\rightarrow m_g > 1 \rightarrow \text{STABILITÀ}$
 $\rightarrow m_g < 1 \rightarrow \text{INSTABILITÀ}$

Possiamo anche esprimere il margine di guadagno in dB:

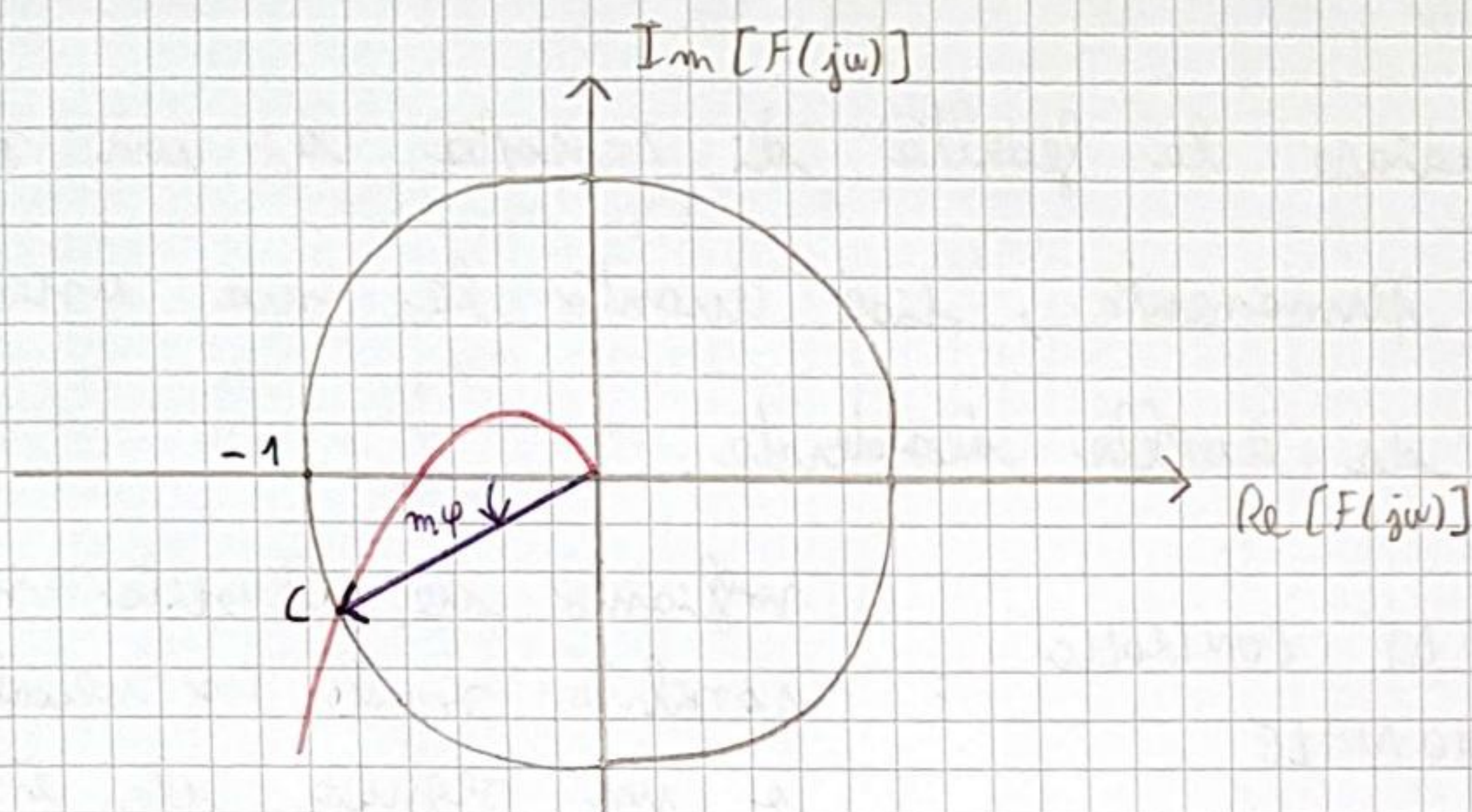
$$[m_g]_{dB} = 20 \log_{10} \frac{1}{|F(jw^*)|}$$

↓

$$[m_g]_{dB} = -20 \log_{10} |F(jw^*)|$$

$\rightarrow [m_g]_{dB} > 0 \rightarrow \text{STABILITÀ}$
 $\rightarrow [m_g]_{dB} < 0 \rightarrow \text{INSTABILITÀ}$

MARGINE DI FASE



Il nostro punto di interesse è questa volta l'intersezione del diagramma di Nyquist con la circonferenza. La pulsazione di tale punto viene chiamata PULSAZIONE DI ATTRAVERSAMENTO ω_c tale che:

$$|F(j\omega_c)| = 1$$

CONDIZIONE PER INDIVIDUARE IL MARGINE DI FASE

↕

$$|F(j\omega_c)|_{dB} = 0 \text{ dB}$$

$$m\varphi = 180^\circ + \angle F(j\omega_c)$$

Osservando il grafico possiamo trarre le seguenti considerazioni:

- se $\angle F(j\omega_c) < -180^\circ \rightarrow$ intersezione nel III quadrante
 \downarrow
 Σ stabile \leftarrow -1 non viene circondato $\left. \vphantom{\begin{array}{c} \downarrow \\ \Sigma \text{ stabile} \end{array}} \right\} m\varphi > 0$
- se $\angle F(j\omega_c) > -180^\circ \rightarrow$ intersezione nel II quadrante
 \downarrow
 Σ instabile \leftarrow -1 viene circondato $\left. \vphantom{\begin{array}{c} \downarrow \\ \Sigma \text{ instabile} \end{array}} \right\} m\varphi < 0$