



Sommario

- Il diagramma di Nyquist.
- Esempio di tracciamento a partire dai diagrammi di Bode disegnati in MATLAB.



Diagramma di Nyquist (1/3)

Il diagramma di Nyquist di $F(s)$ è un particolare diagramma composto da:

1. Il diagramma polare della funzione $F(s)$. Tale diagramma fornisce, al variare della pulsazione ω da $-\infty$ a $+\infty$, il valore di $F(j\omega)$ nel piano complesso:
 - Asse x : $\text{Re}(F(j\omega))$
 - Asse y : $\text{Im}(F(j\omega))$,



Diagramma di Nyquist (2/3)

1. (cont.) Il diagramma polare si può dedurre facilmente dai diagrammi di Bode, anche considerando la seguente proprietà:

$$F(-j\omega) = F^*(j\omega)$$

Ciò implica, in pratica, che il diagramma polare per pulsazioni negative può essere ottenuto semplicemente ribaltando, rispetto all'asse x, il diagramma disegnato per ω positive a partire dai diagrammi di Bode.



Diagramma di Nyquist (3/3)

2. In corrispondenza ad ogni polo di $F(s)$ a parte reale nulla di molteplicità m , il diagramma di Nyquist effettua m **mezzi giri (ognuno di π radianti)** all'infinito in senso orario.

p_i polo di $F(s)$ con molteplicità m tale che $\text{Re}(p_i) = 0$



$m\pi$ giri all'infinito in senso orario



Esempio di diagramma di Nyquist (1/4)

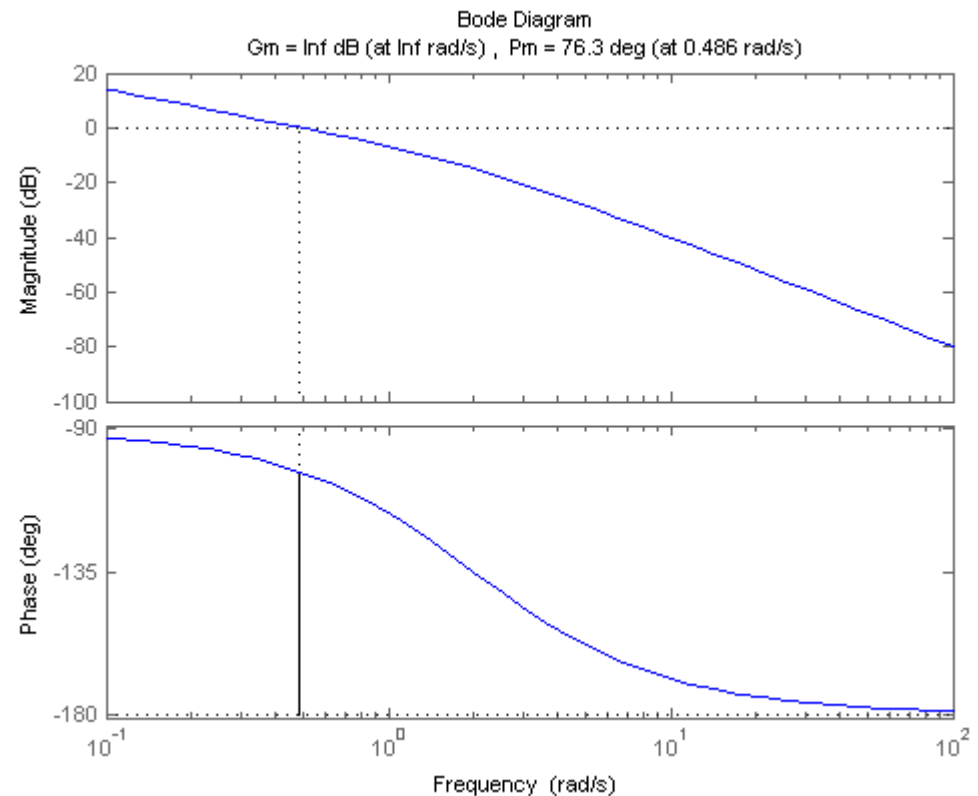
Disegnare il diagramma di Nyquist della seguente funzione di trasferimento, a partire dai diagrammi di Bode:

$$F(s) = \frac{1}{s(s+2)}$$



Esempio di diagramma di Nyquist (2/4)

I diagrammi di Bode della funzione di trasferimento $F(s) = \frac{1}{s(s+2)}$ sono tracciati nella figura a lato.

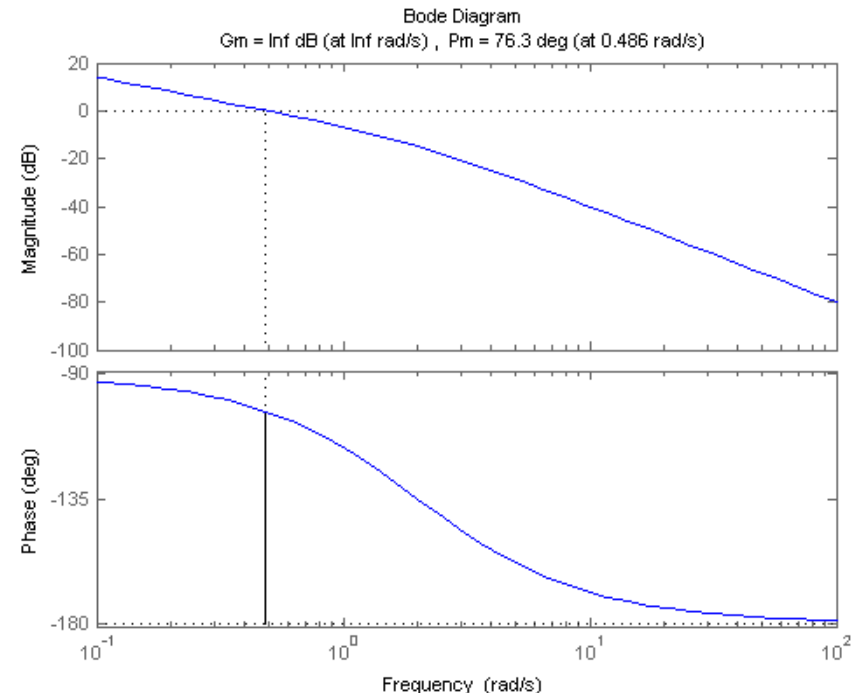




Esempio di diagramma di Nyquist (3/4)

Notiamo che:

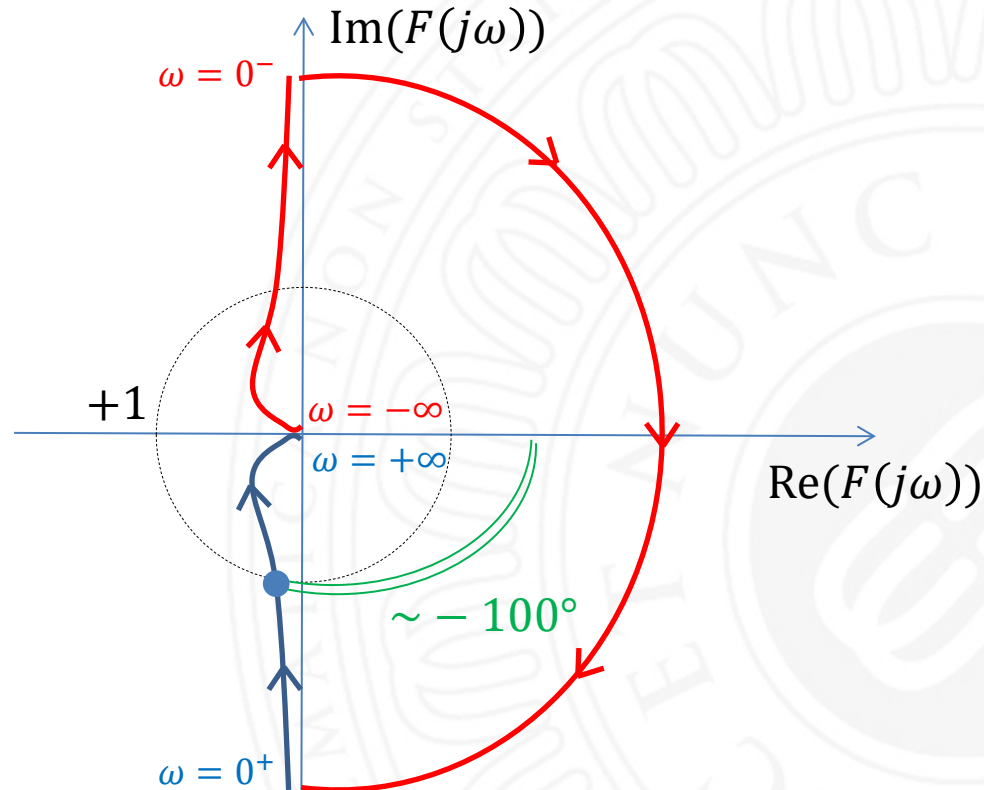
- Per $\omega \rightarrow 0$ il modulo vale $+\infty$ e la fase vale -90° .
- Per $\omega \rightarrow +\infty$ il modulo è nullo (in dB tende a $-\infty$) e la fase vale -180° .
- Nella $F(s)$ è presente un polo in $s = 0$.
- In corrispondenza del modulo unitario (0 dB) la pulsazione vale 0.486 rad/sec e la fase vale circa -100° .





Esempio di diagramma di Nyquist (4/4)

Il diagramma di Nyquist della funzione di trasferimento in esame si può quindi disegnare nel modo seguente:





Sessione di studio



Verifica

Ripassare la parte del corso riguardante i diagrammi di Nyquist.



Sessione di studio



Esercizi

Tracciare il diagramma di Nyquist delle seguenti funzioni di trasferimento:

- $F(s) = \frac{s+1}{s^2(s+2)}$
- $F(s) = \frac{s+1}{(s+2)(s+5)}$



Sessione di studio



Esercizio

Determinare una funzione di trasferimento affinché il suo diagramma di Nyquist:

- Compia due mezzi giri all'infinito in senso orario.
- Termini (per $\omega \rightarrow +\infty$) nel punto $(+2,0)$ del piano cartesiano.