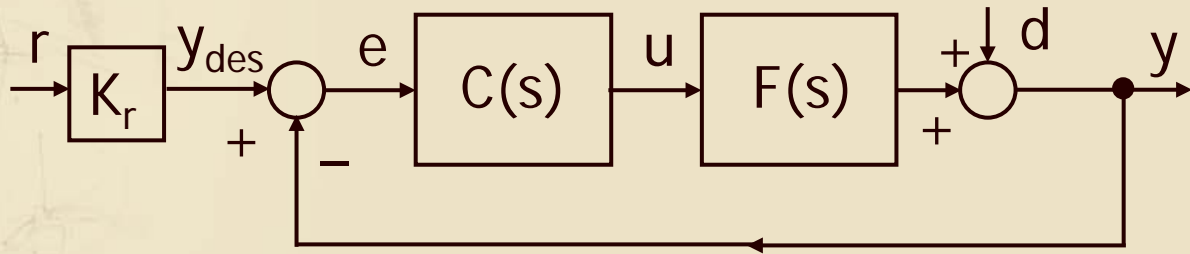


Casi di studio

Un esempio di analisi della stabilità

Definizione del problema (1/2)

- Si consideri il consueto schema di controllo

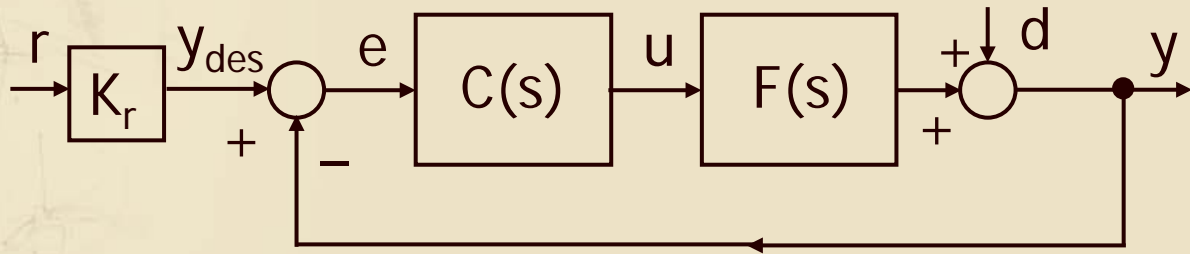


con: $F(s) = \frac{200(s + 0.1)}{s(s^2 + 0.2s + 1)(s + 10)}$, $C(s) = K_c$, $K_r = 1$

Controllore statico
da progettare

Definizione del problema (2/2)

- Si consideri il consueto schema di controllo



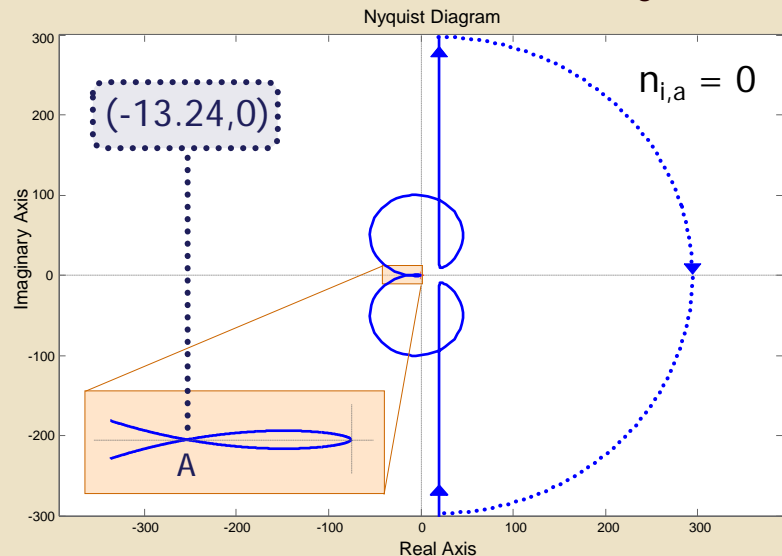
$$\text{con: } F(s) = \frac{200(s + 0.1)}{s(s^2 + 0.2s + 1)(s + 10)}, \quad C(s) = K_c, \quad K_r = 1$$

- Trovare l'intervallo di valori di K_c per cui si ha asintotica stabilità in catena chiusa. Determinare i margini di stabilità e M_r per un particolare valore di K_c scelto all'interno di tale intervallo

Applicazione del criterio di Nyquist (1/5)

- Per determinare l'intervallo di valori di K_c per cui si ha asintotica stabilità in catena chiusa, è sufficiente tracciare il DdN di $F(j\omega)$ ed applicare il criterio di Nyquist a $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$, considerando il punto critico variabile $(-1/K_c, 0)$

Ottenuto con il comando **nyquist(F)** con l'aggiunta manuale del semicerchio di raggio infinito e dello zoom



Applicazione del criterio di Nyquist (2/5)

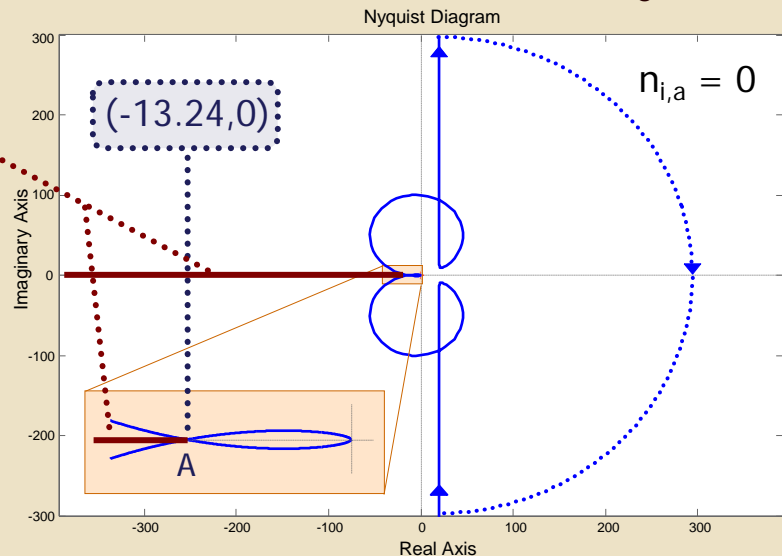
- Per determinare l'intervallo di valori di K_c per cui si ha asintotica stabilità in catena chiusa, è sufficiente tracciare il DdN di $F(j\omega)$ ed applicare il criterio di Nyquist a $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$, considerando il punto critico variabile $(-1/K_c, 0)$

$$(-1/K_c, 0)$$

$$\text{per } 0 < K_c < 0.076$$

$$N = 0$$

$$n_{i,c} = 0$$



Applicazione del criterio di Nyquist (3/5)

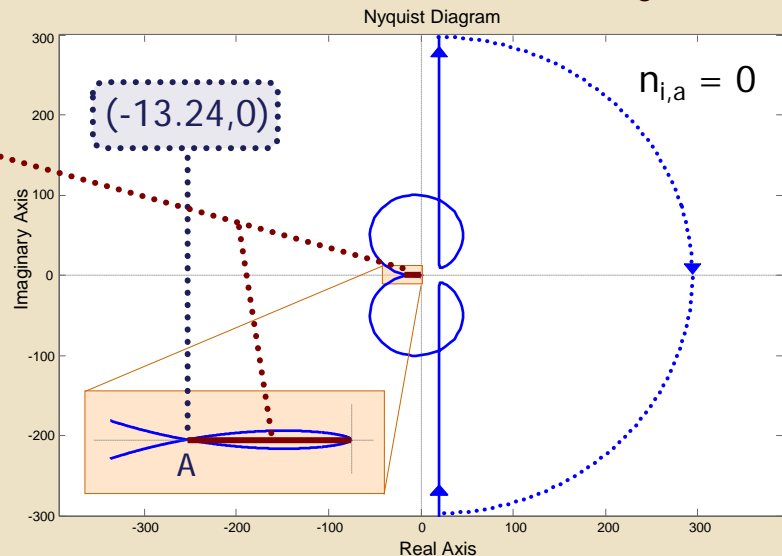
- Per determinare l'intervallo di valori di K_c per cui si ha asintotica stabilità in catena chiusa, è sufficiente tracciare il DdN di $F(j\omega)$ ed applicare il criterio di Nyquist a $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$, considerando il punto critico variabile $(-1/K_c, 0)$

$$(-1/K_c, 0)$$

per $K_c > 0.076$

$$N = 2$$

$$n_{i,c} = 2$$



Applicazione del criterio di Nyquist (4/5)

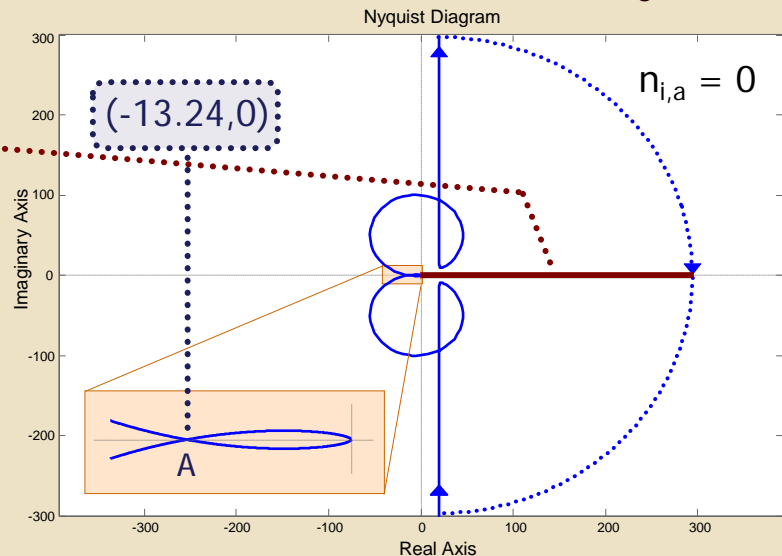
- Per determinare l'intervallo di valori di K_c per cui si ha asintotica stabilità in catena chiusa, è sufficiente tracciare il DdN di $F(j\omega)$ ed applicare il criterio di Nyquist a $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$, considerando il punto critico variabile $(-1/K_c, 0)$

$$(-1/K_c, 0)$$

per $K_c < 0$

$$N = 1$$

$$n_{i,c} = 1$$





Applicazione del criterio di Nyquist (5/5)

- Il sistema in catena chiusa risulta pertanto **asintoticamente stabile per $0 < K_c < 0.076$**
- Si osserva in particolare che per $K_c = 1$ (cioè chiudendo semplicemente $F(j\omega)$ in retroazione negativa unitaria) si ottiene un sistema instabile in catena chiusa



Scelta di K_c e verifica della stabilità

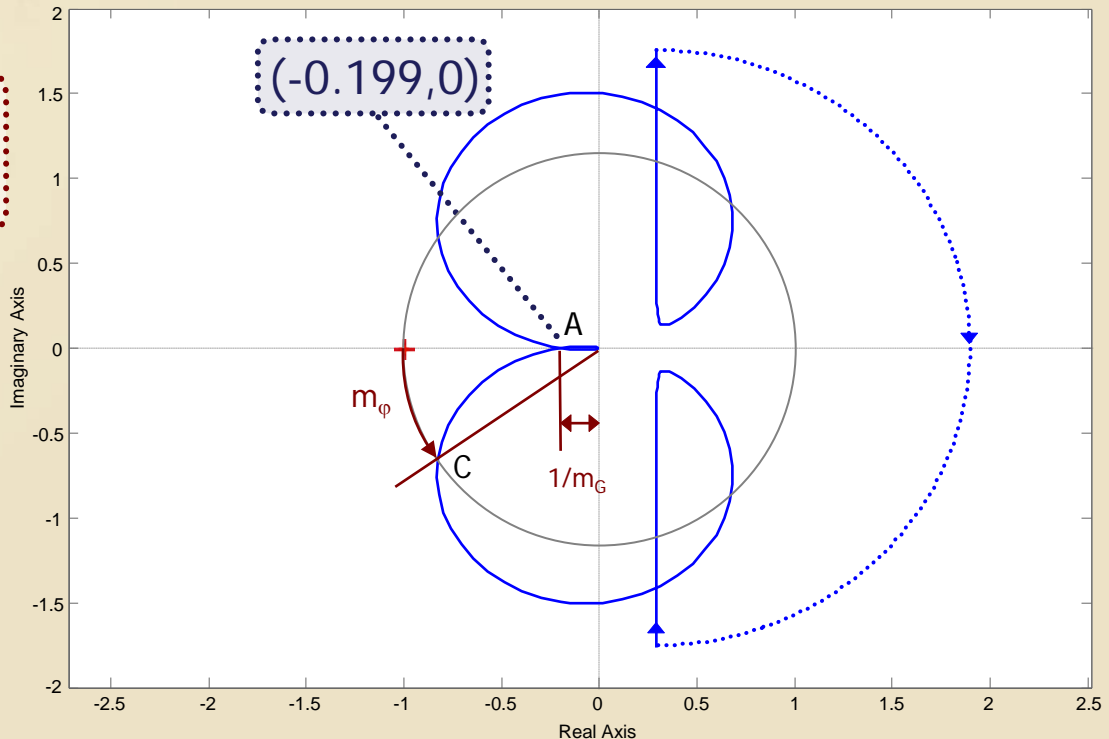
- Il valore prescelto di K_c è **0.015**
- Si può verificare l'asintotica stabilità del sistema in catena chiusa calcolandone i poli con Matlab:

Eigenvalue	Damping	Freq. (rad/s)
-2.32e-002	1.00e+000	2.32e-002
-7.35e-002 + 1.13e+000i	6.47e-002	1.14e+000
-7.35e-002 - 1.13e+000i	6.47e-002	1.14e+000
-1.00e+001	1.00e+000	1.00e+001

Valutazione dei margini di stabilità sul DdN

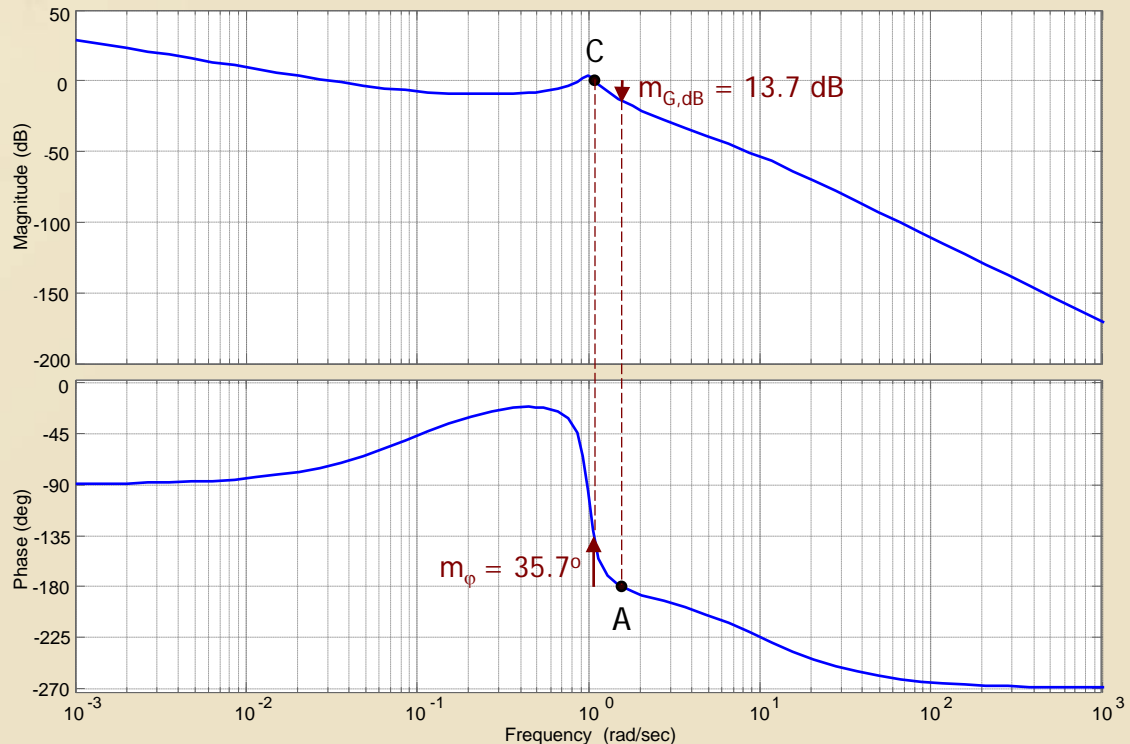
- Sul **DdN della fdt d'anello** $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$, per $K_c = 0.015$, si individuano i margini di stabilità

$m_G \cong 5$
 $m_\varphi \cong 36^\circ$



Lettura dei margini di stabilità sul DdB

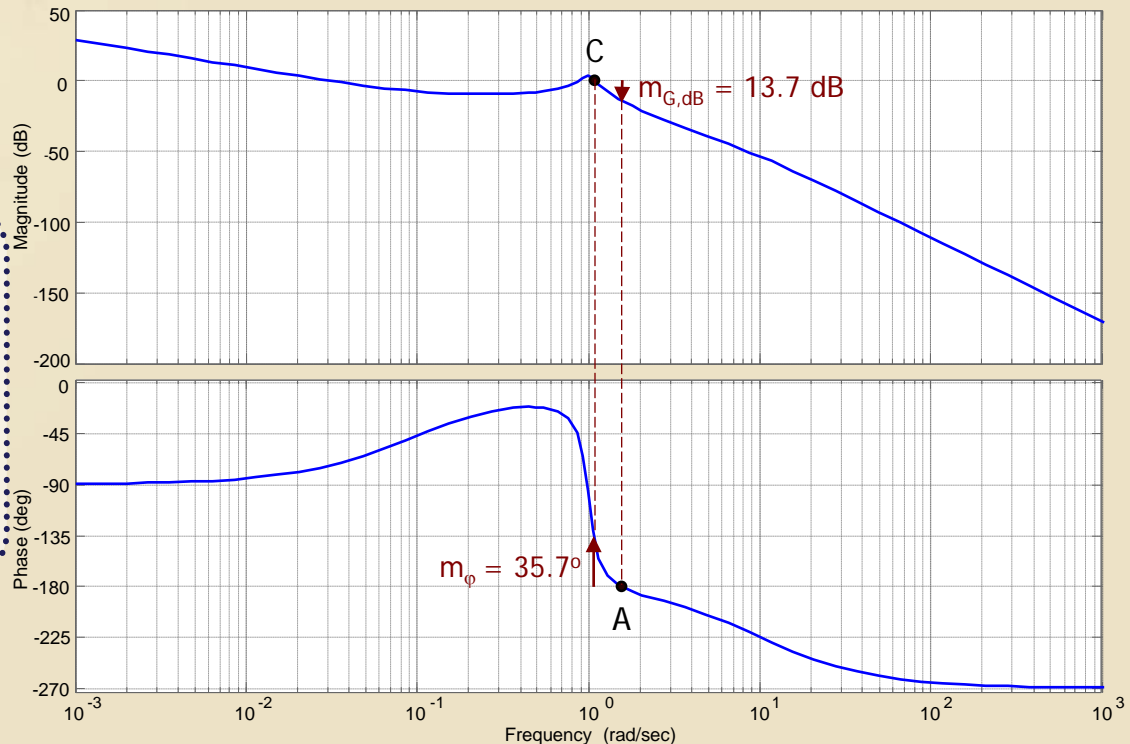
- Sui **DdB della fdt d'anello** $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$ si possono leggere più accuratamente i margini



Ottenuti
con il
comando
bode(Ga)

Lettura dei margini di stabilità sul DdB

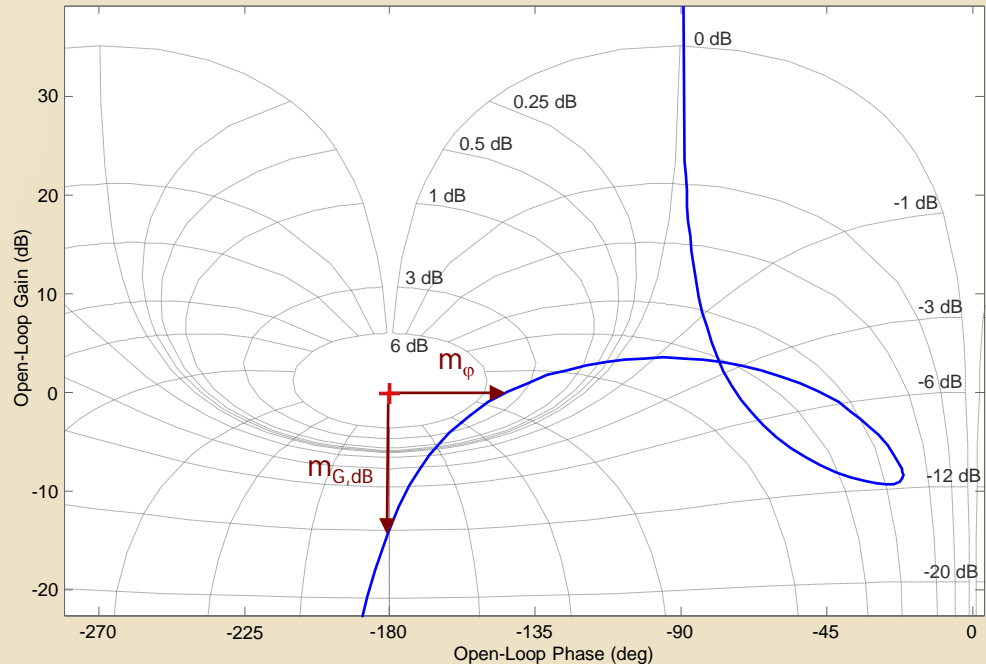
- Sul **DdB della fdt d'anello** $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$ si possono leggere più accuratamente i margini



Verificare la
correttezza
della risposta
ottenuta dal
comando
margin(Ga)

Lettura dei margini di stabilità sul DdNic

- Sul **DdNic della fdt d'anello** $G_a(j\omega) = K_c F(j\omega)$ si possono ritrovare i margini letti sui DdB

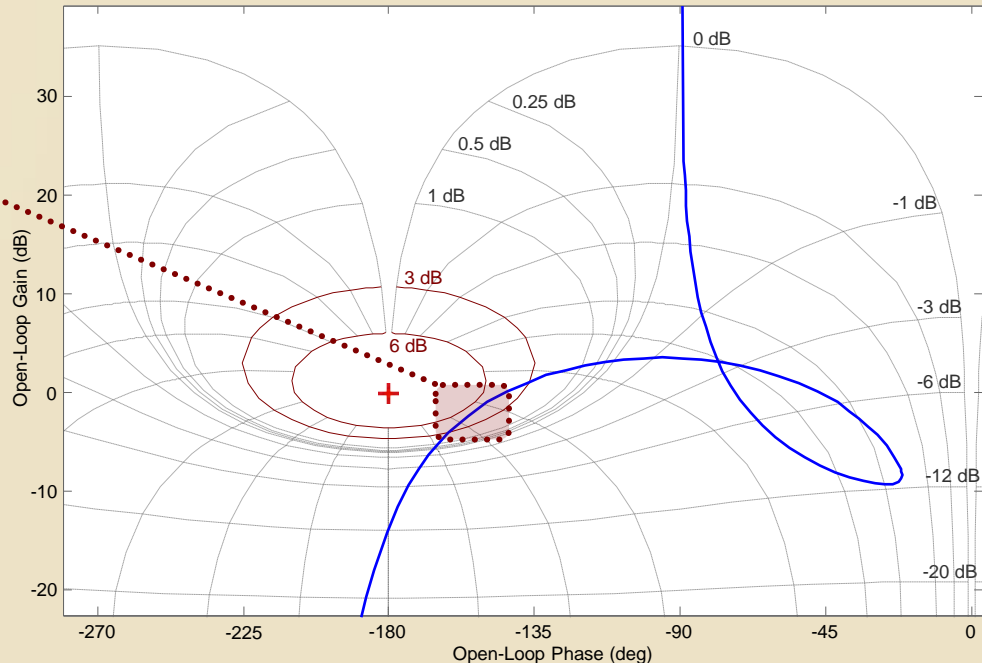


Stima di M_r dalla carta di Nichols

- Sovrapponendo la carta di Nichols al DdNic della fdt d'anello $G_a(j\omega)$ si può stimare il **picco di risonanza M_r** in catena chiusa

Il picco di risonanza M_r è stimato fra 3 e 6 dB

La carta di Nichols è semplicemente generata dal comando **grid**

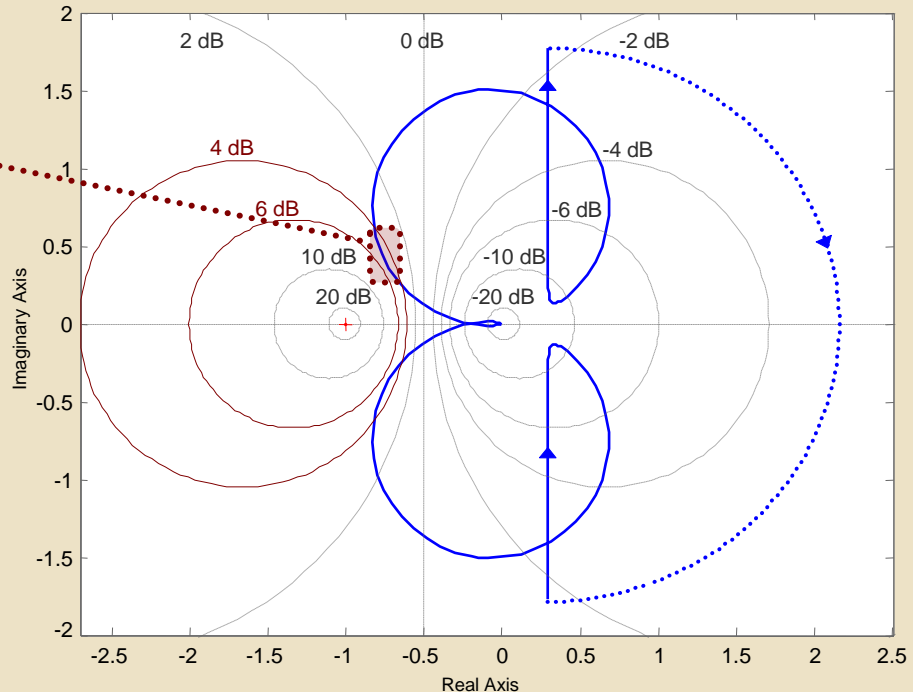


Stima di M_r dai luoghi a M costante

- M_r può essere valutato anche sul piano complesso, sovrapponendo i luoghi a modulo M costante al DdN della fdt d'anello $G_a(j\omega)$

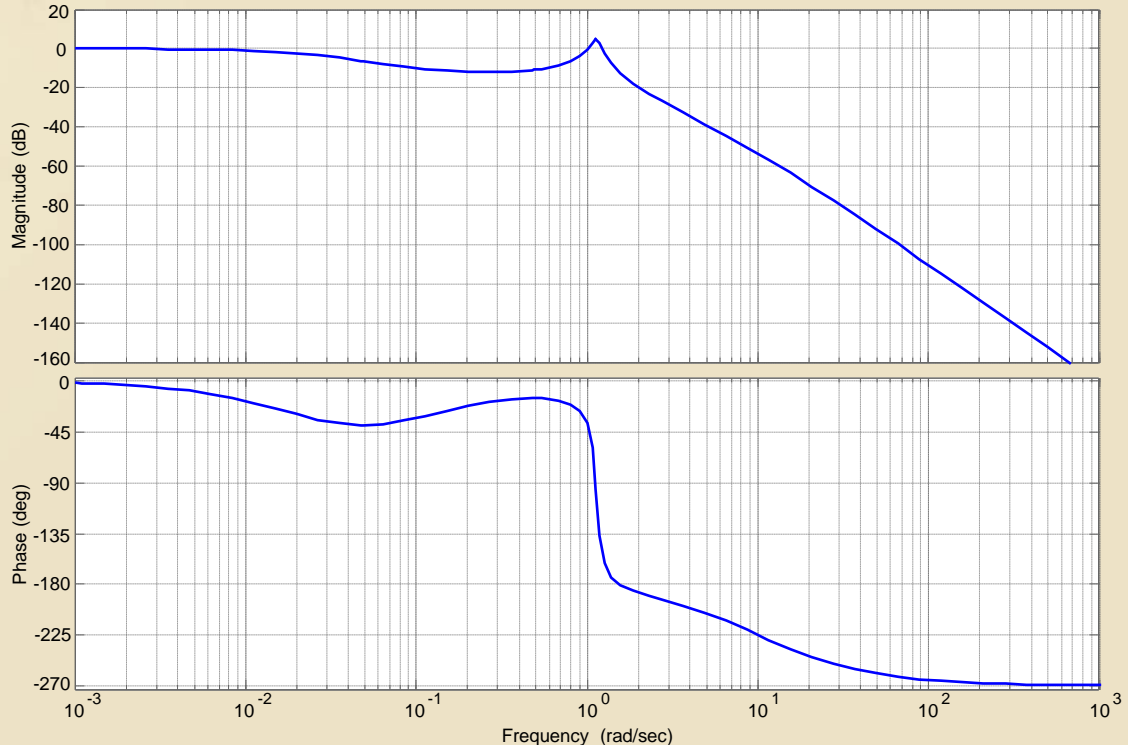
Il picco di risonanza M_r è stimato fra 4 e 6 dB

Anche i cerchi M sono generati semplicemente dal comando **grid**



Lettura di M_r sul DdB di $W_y(j\omega)$

- Sui **DdB della fdt in catena chiusa** $W_y(j\omega)$ si può leggere accuratamente il valore di M_r



Ottenuti
con il
comando
bode(W),
avendo
calcolato
W con il
comando
feedback

Lettura di M_r sul DdB di $W_y(j\omega)$

- Sul **DdB della fdt in catena chiusa** $W_y(j\omega)$ si può leggere accuratamente il valore di M_r

Letto da Matlab come **Peak Response** fra le caratteristiche del sistema

