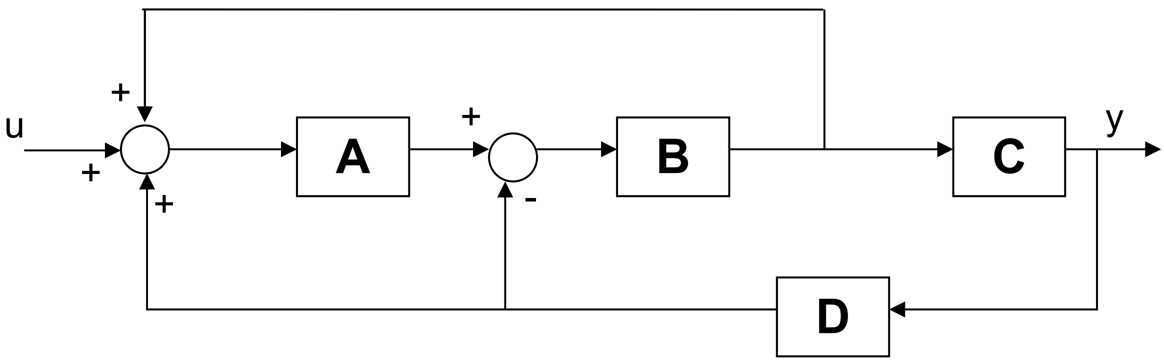
Esame di Elementi di Regolazione

Corso di Laurea Nuovo Ordinamento in Ingegneria Meccanica

25 giugno 2002

1. Ricavare la funzione di trasferimento tra **u** ed **y** nel seguente schema a blocchi:



2. Dato il sistema **$G(s)=1/(s^2+2s+3)$** ricavare, tramite la Trasformata di Laplace, la risposta **y(t)** ad un ingresso **$u(t) = 2\ \delta_{-1}(t-1) - \delta_{-1}(t-3)$**. Determinarne, quindi, il limite per **t** tendente all'infinito.

3. Chiudere intorno alla **G(s)** dell'esercizio precedente un controllore del tipo **Kc/s** con **controreazione unitaria** e determinare, con il criterio di **Routh**, per quali valori di **Kc** il sistema a ciclo chiuso risulta asintoticamente stabile.

4. Sia dato un processo **P(s)** descrivibile mediante la funzione di trasferimento

$$P(s)=\frac{3(s/30+1)(s+3)}{(s^2/100+0.06s+1)(s/100+1)}$$

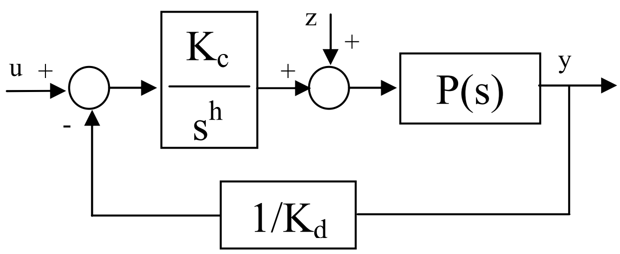
Sintetizzare il sistema di controllo in figura (determinare **h** e **K_c**) in modo tale che:

- il guadagno a ciclo chiuso sia uguale a **2**
- l'errore per ingresso a rampa **u(t)=0.9 t** sia minore o uguale a **0.4**

Scelto il valore **minimo** di **K_c** compatibile con le specifiche, tracciare i diagrammi di **BODE** e **NYQUIST** della funzione a ciclo aperto, e determinare su questi la pulsazione di attraversamento (ω_t) e i margini di stabilità (**m_ϕ** e **m_g**).

Infine calcolare:

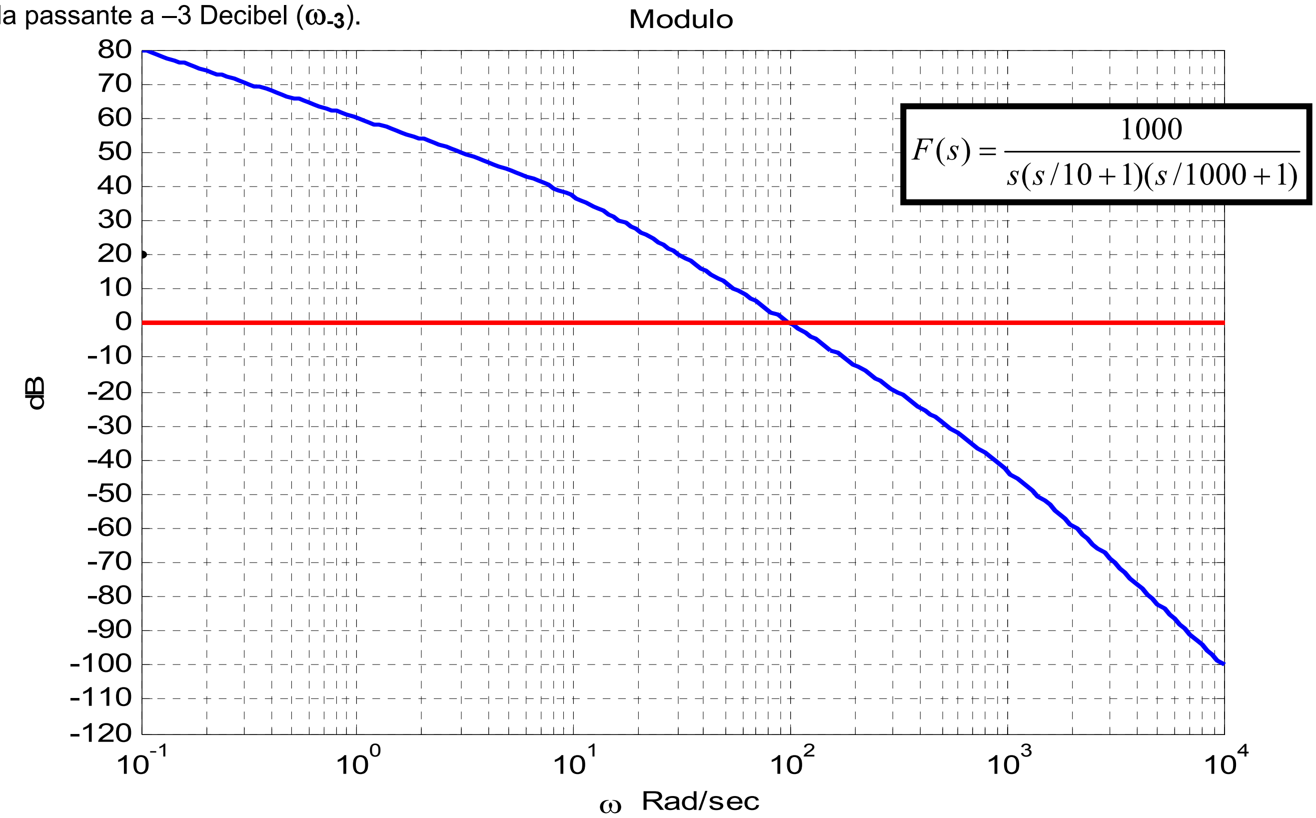
- l'effetto in uscita a regime di un disturbo **z(t)=2t**.
- fino a che pulsazione l'errore di riproduzione di una sinusoide risulti minore del **2%**.

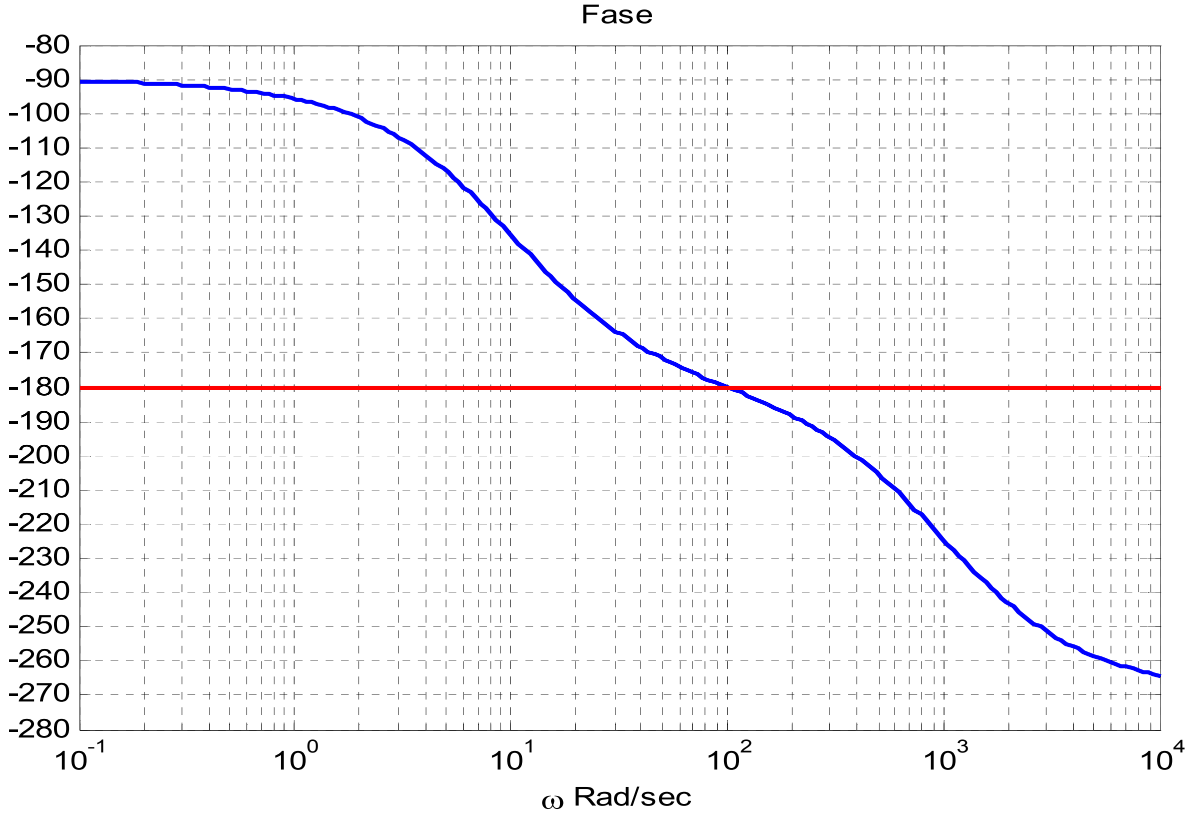


5. Ilustrare in quali casi e perché il guadagno a ciclo chiuso di un sistema a controreazione è pari all'inverso del guadagno della catena di reatroazione.

Cognome:	**Nome:**	**Matricola:**

6. Dato il diagramma di **BODE** della funzione di trasferimento a ciclo aperto **F(s)** sotto riportata determinare la rete compensatrice **R(s)** tale da assicurare ω_t**>100** Rad/sec e **m**$_\phi$>30°. Tracciare quindi il diagramma di **NICHOLS** della funzione compensata **F'(s)=F(s)R(s)** e determinare su di esso il modulo alla risonanza **Mr** e la banda passante a –3 Decibel (ω_{-3}).

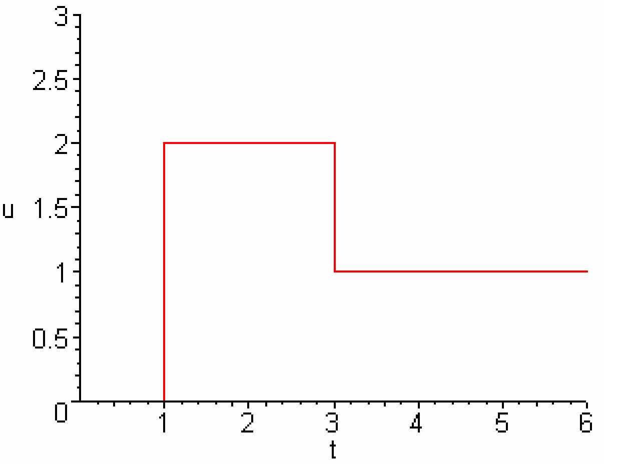




Cognome:	**Nome:**	**Matricola:**

$$W(s) = \frac{ABC}{1 + BCD - AB - ABCD}$$

$$U(s) := 2\,\frac{e^{(-s)}}{s} - \frac{e^{(-3\,s)}}{s}$$



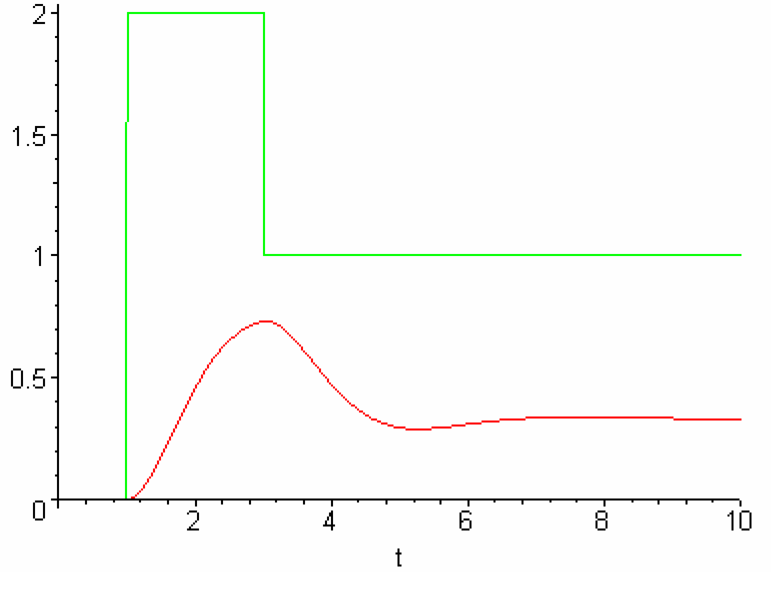
$$G(s) := \frac{1}{s^2 + 2\,s + 3}$$

$$Y1(s) := \frac{1}{(s^2 + 2\,s + 3)\,s}$$

$$y1(t) := \frac{1}{3} - \frac{1}{3}\,e^{(-t)}\cos(\sqrt{2}\,t) - \frac{1}{6}\sqrt{2}\,e^{(-t)}\sin(\sqrt{2}\,t)$$

$$y(t) := 2\,y1(t-1)\,\delta_{-1}(t-1) - y1(t-3)\,\delta_{-1}(t-3)$$

$$y(\infty) := \frac{1}{3}$$



$$F(s) = \frac{K_c}{s}\frac{1}{s^2+2s+3}, W(s) = \frac{K_c}{s(s^2+2s+3)+K_c}$$

$$D_w(s) = s^3 + 2s^2 + 3s + K_c$$

3	1	3
2	2	K_c
1	$-(\mathrm{K_c}-6)/2$	
0	K_c	

$$0 < \mathrm{K_c} < 6$$

- Kd=2 per avere il guadagno a ciclo chiuso richiesto
- h=1 per avere un sistema di controllo di tipo 1 (errore finito per ingresso a rampa)
- Kc>= 1 in conseguenza della specifica sull'errore.

$$W_z(s) = \frac{sK_d N_P(s)}{sK_d D_P(s) + K_c N_P(s)}$$

$$z(s) = \frac{2}{s^2}$$

$$z(\infty) = \lim_{s\to 0} sW_z(s)z(s) = \frac{K_d}{K_c}2 = 4$$

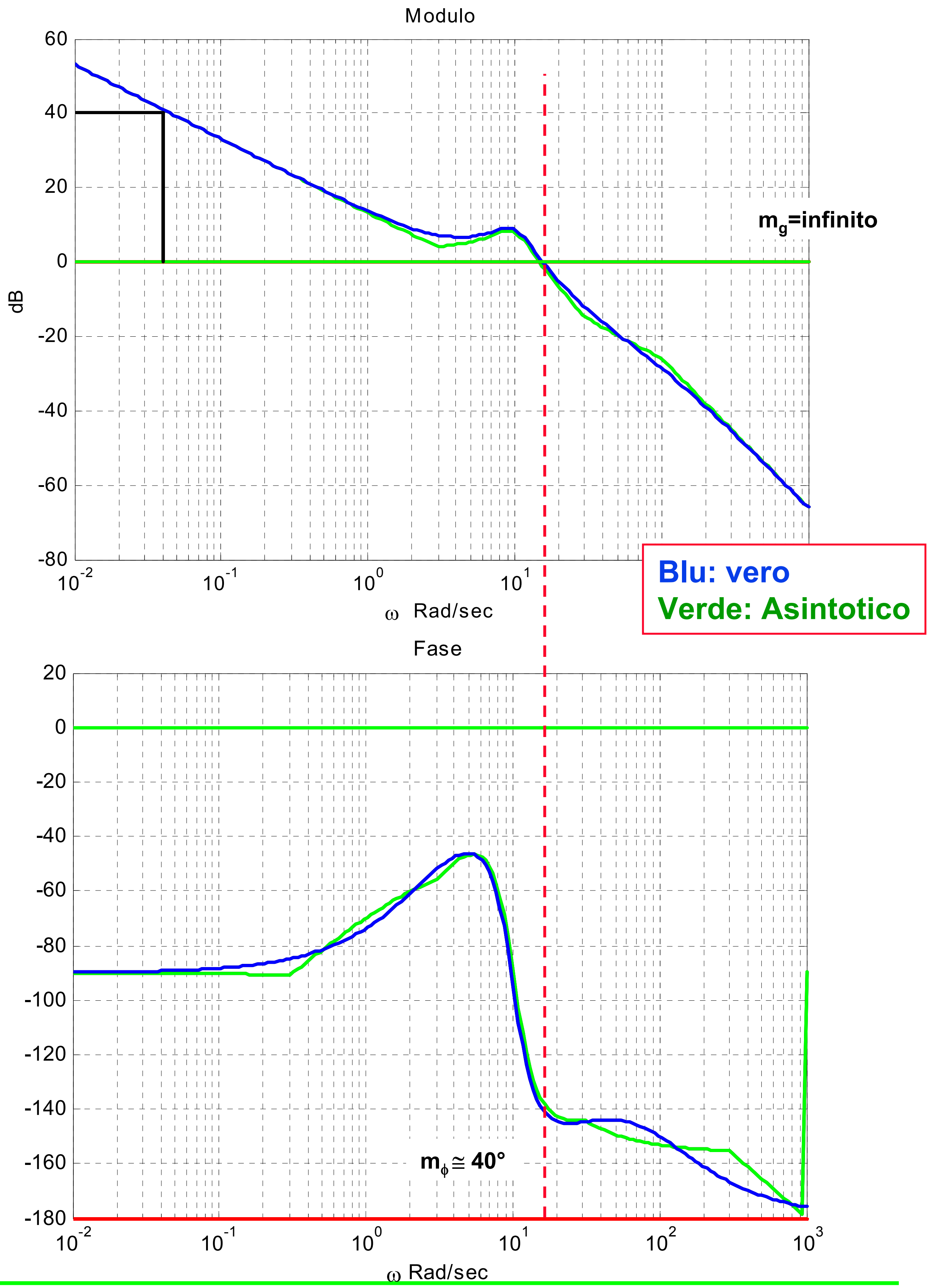
$$\left|\frac{K_d}{1+F(j\omega)}\right| < e$$

$$|F(j\omega)| > \frac{K_d}{e} = \frac{2}{0.02}$$

$$|F(j\omega)| > 100 = 40dB$$

fino a $\omega < 0.04$ rad/sec

SINTESI (1)


Modulo
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
dB
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
ω Rad/sec
m_g=infinito
Blu: vero
Verde: Asintotico
Fase
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
-140
-160
-180
$m_\phi \cong$ 40°
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
ω Rad/sec

SINTESI (1)

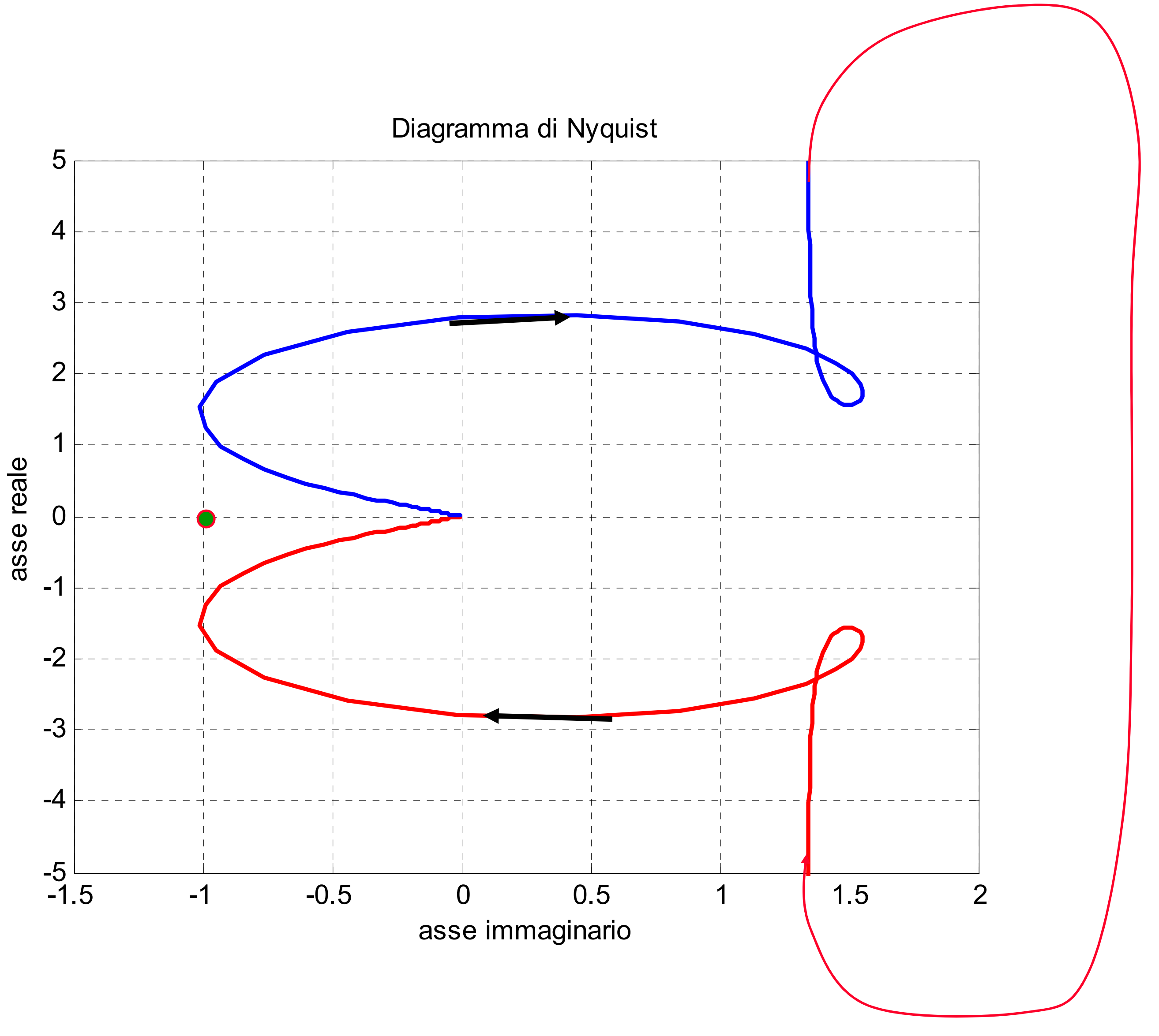


Diagramma di Nyquist
asse reale
asse immaginario
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5
2

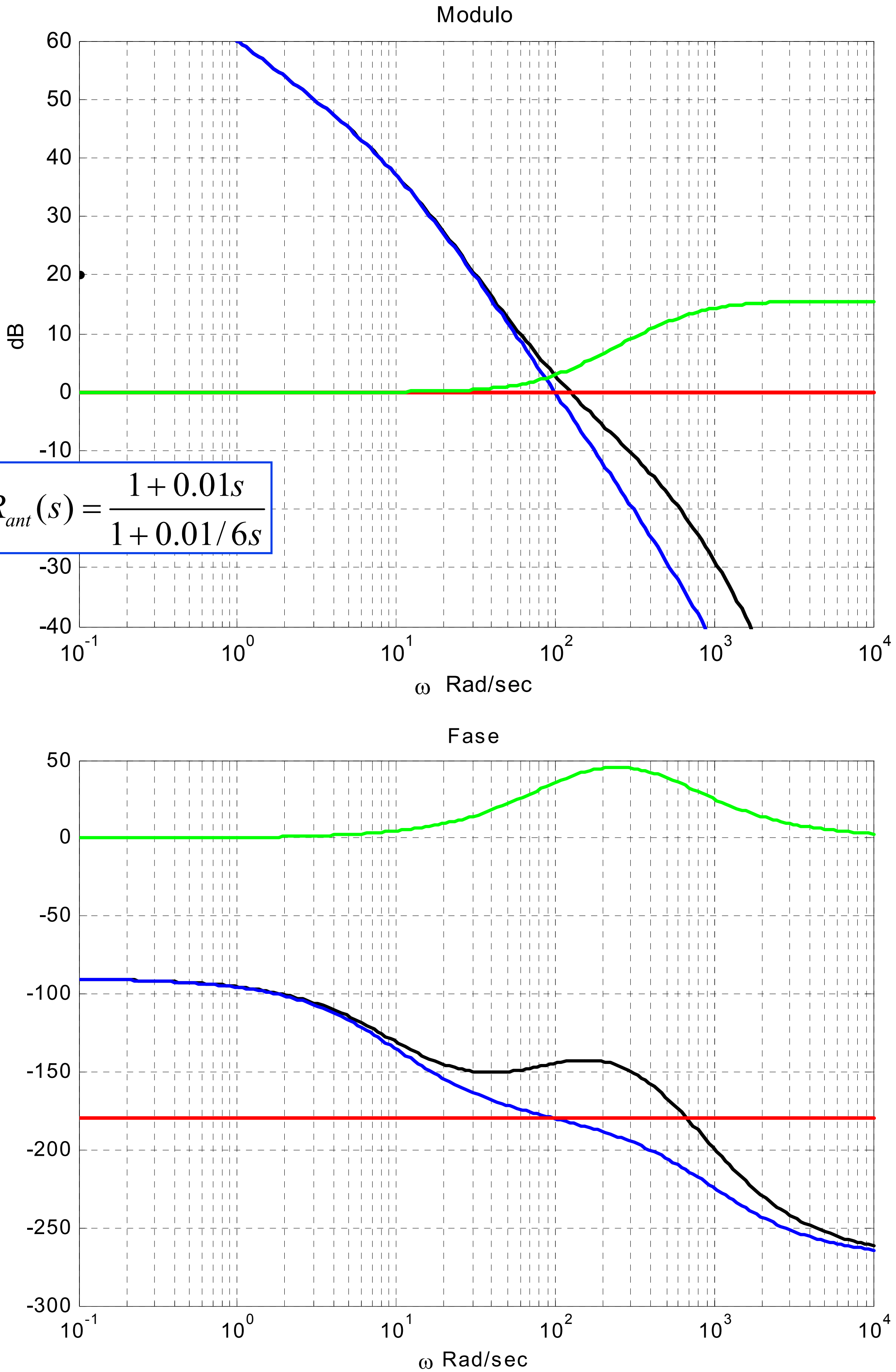
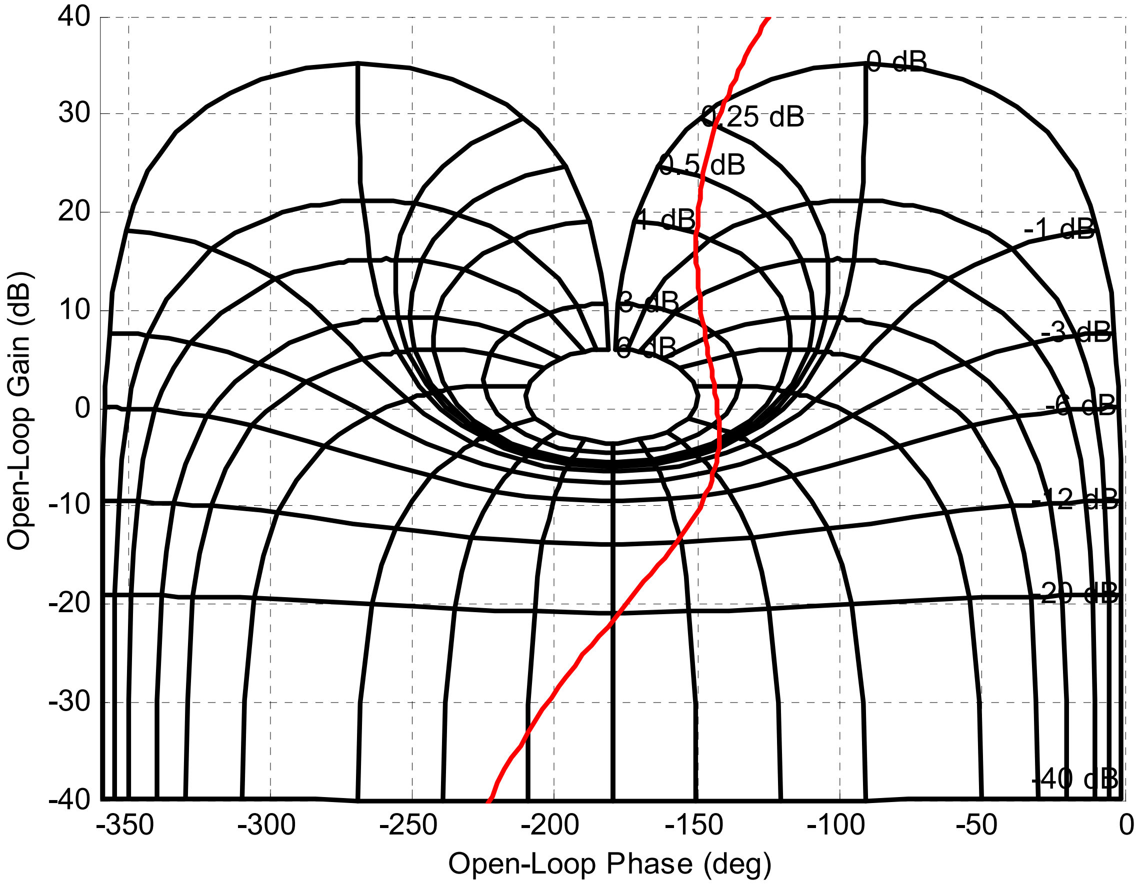
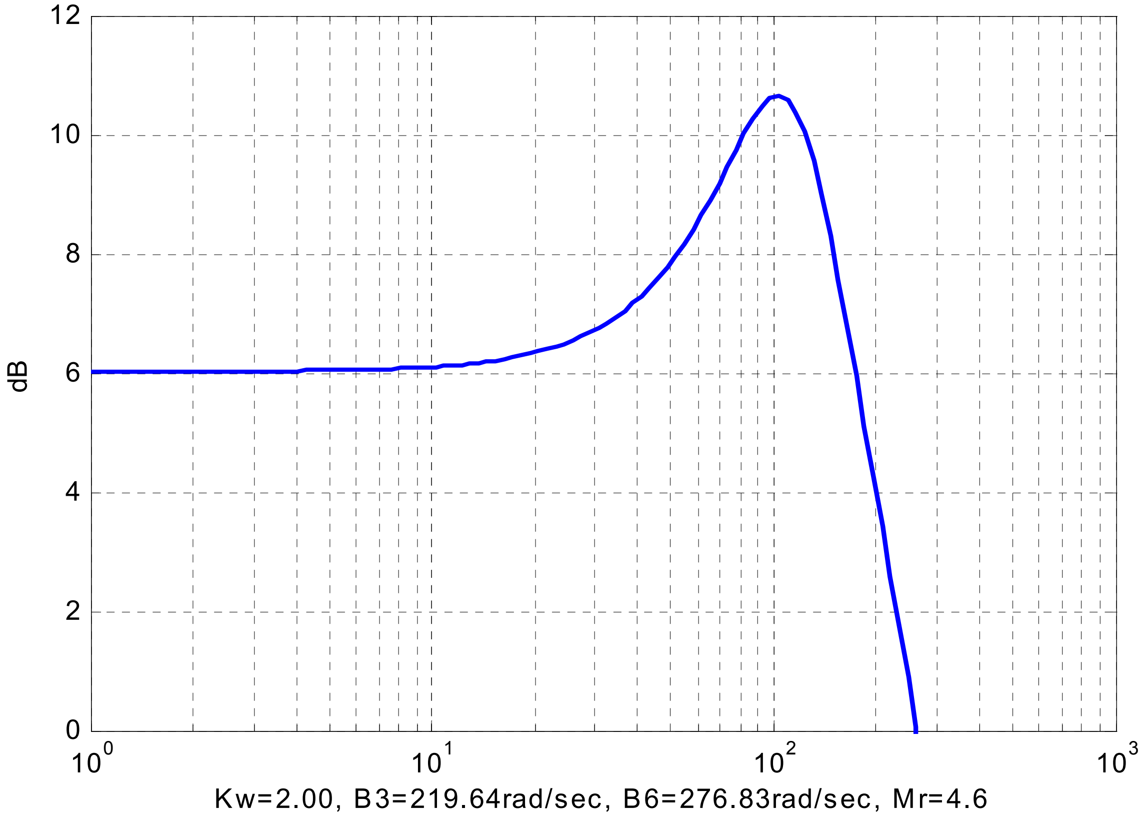

Modulo
dB
60
50
40
30
20
10
0
-10
-30
-40
$R_{ant}(s) = \frac{1+0.01s}{1+0.01/6s}$
10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3} 10^{4}
ω Rad/sec
Fase
50
0
-50
-100
-150
-200
-250
-300
10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3} 10^{4}
ω Rad/sec

Diagramma di Nichols



Modulo ad anello chiuso W=F/1+F



Kw=2.00, B3=219.64rad/sec, B6=276.83rad/sec, Mr=4.6