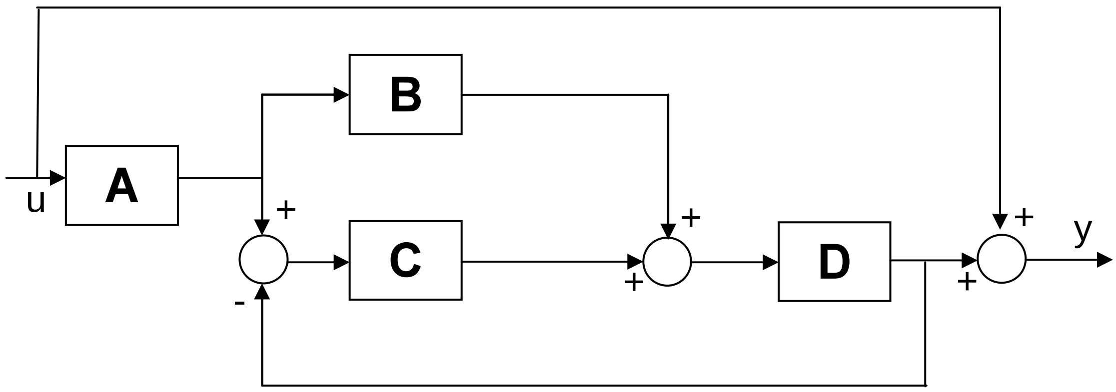
Esame di Fondamenti di Automatica

Corso di Laurea Vecchio Ordinamento in Ingegneria Elettronica

13 novembre 2002

Cognome:	Nome	Matricola:	E-mail:

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



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

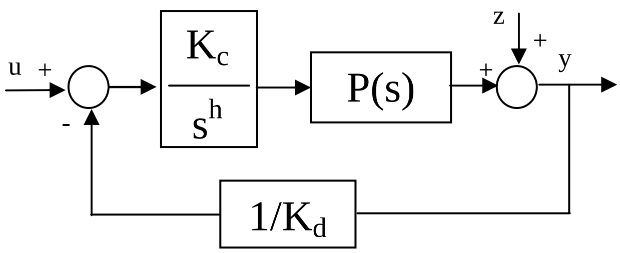
3. Calcolare, tramite il criterio di Routh, per quali valori di **K** la funzione a ciclo aperto $\boldsymbol{F(s)=K*(10s+10)/(s^3+4s^2-2s+1)}$ risulta stabile a ciclo chiuso. Supporre la controreazione unitaria.

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

$$P(s)=\frac{50(s/300+1)}{((s/50)^2+(0.4/50)s+1)(s/100+1)}$$

Sintetizzare il sistema di controllo in figura (determinare **h** e $\mathbf{K_c}$) in modo tale che:

- il guadagno a ciclo chiuso sia uguale a **10**
- l'errore per ingresso a rampa **u(t)=0.1t** sia minore o uguale a **0.1**



Scelto il valore **minimo** di $\mathbf{K_c}$ 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, in caso di sistema stabile a ciclo chiuso, i margini di stabilità ($\mathbf{m_\phi}$ e $\mathbf{m_g}$).

Infine calcolare l'effetto in uscita a regime di un disturbo **z(t)= 0.2 t**.

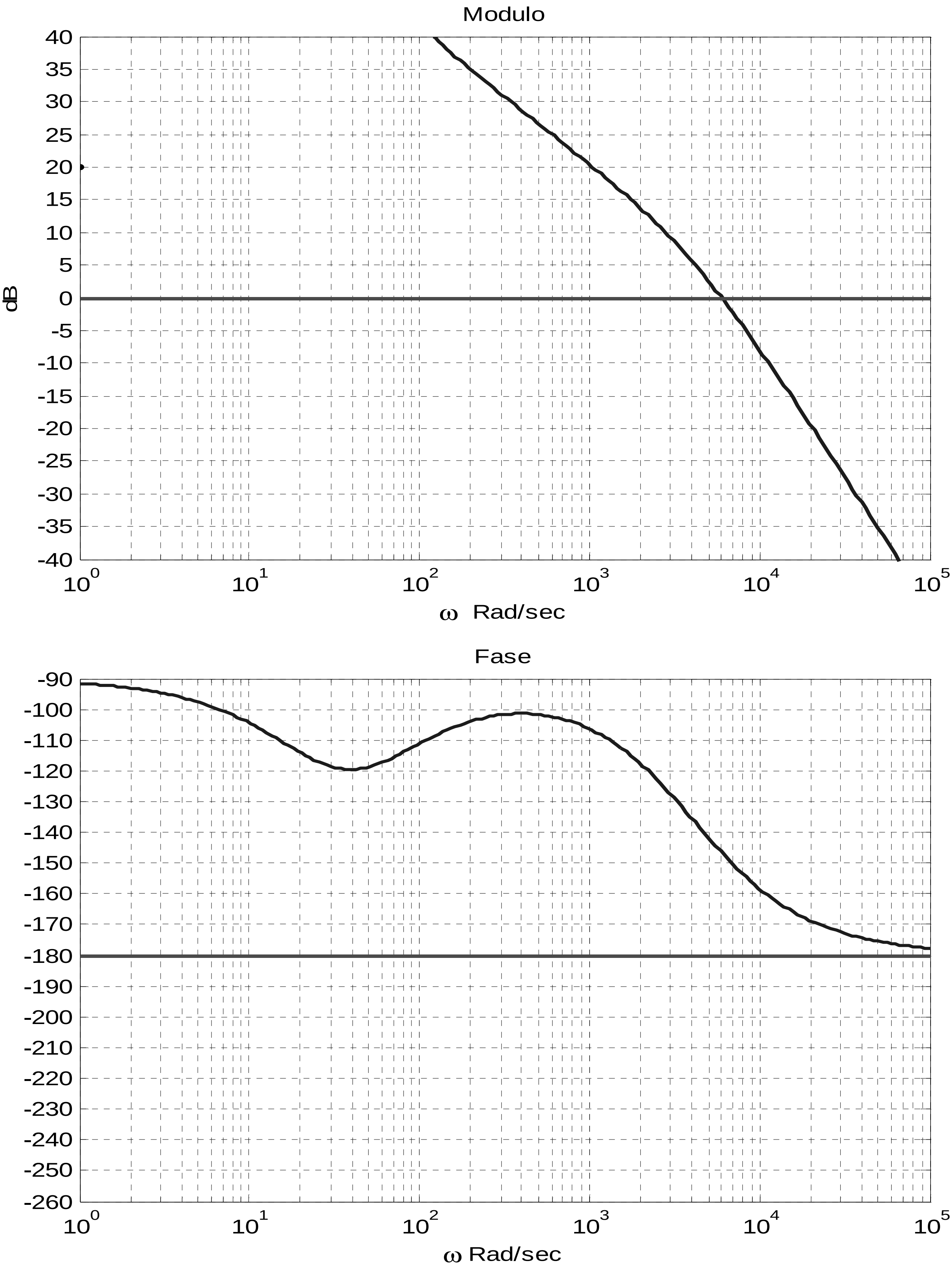
5. Dato il sistema dinamico descritto dalla terna di matrici

$$A=\begin{bmatrix}2 & 1\\ 0 & 2\end{bmatrix};B=\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix};C=\begin{bmatrix}1 & -2\end{bmatrix},$$

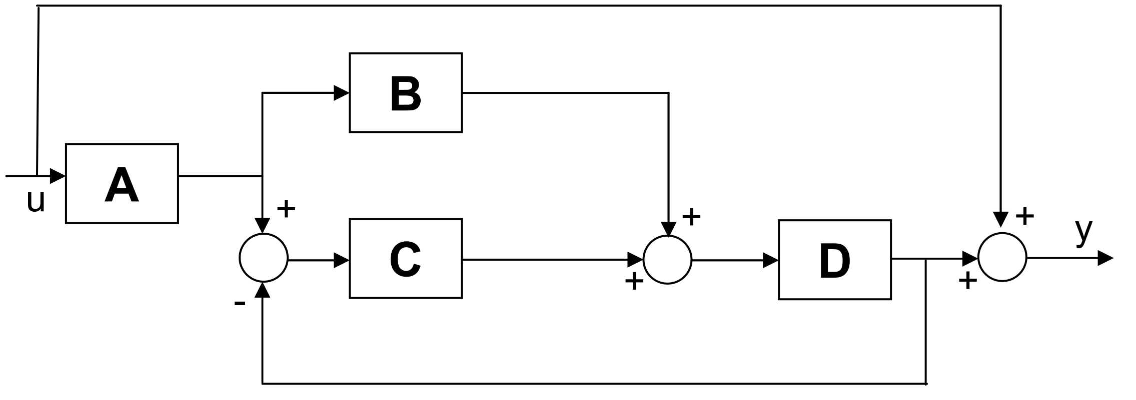
dire se il sistema è diagonalizzabile e determinarne la sua funzione di trasferimento. Individuare, quindi, uno schema di controllo con reazione dinamica dallo stato tale da assegnare due dinamiche coincidenti in -1.

6. Fornire l'enunciato del criterio di Nyquist ed accennare i passaggi salienti della sua dimostrazione.

7. 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**<3000** rad/sec e **m**$_\phi$>40°. 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.



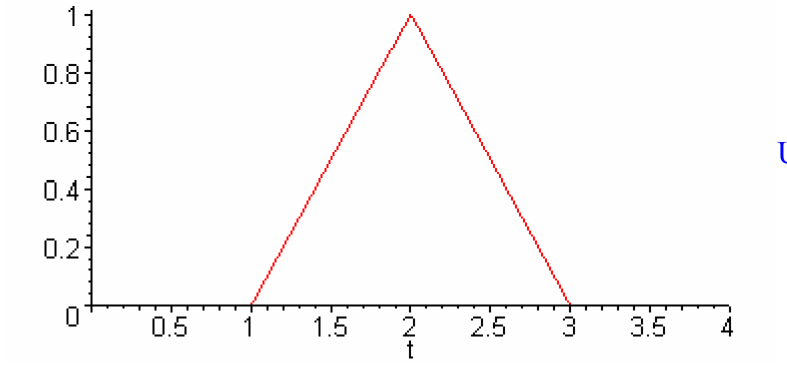
(V.O.) Schema a Blocchi, Routh



$$W(s) = \frac{1 + C + ACD + ABD}{1 + CD}$$

$$\mathrm{W}(s) := 10 \frac{Kc\,(s+1)}{s^3 + 4\,s^2 + (10\,Kc - 2)\,s + 10\,Kc + 1}$$

$$eq3 := 0 < \frac{15}{2} Kc - \frac{9}{4} \qquad eq4 := 0 < 10\,Kc + 1 \qquad \{\frac{3}{10} < Kc\}$$



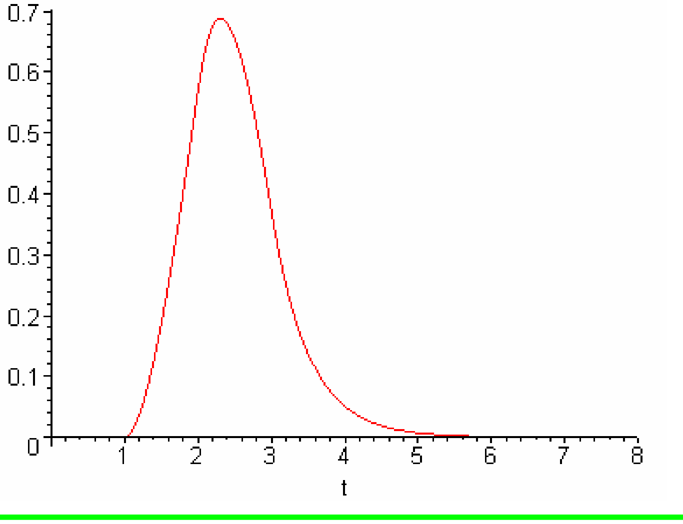
$$U(s) := \frac{e^{(-s)}}{s^2} - \frac{2\,e^{(-2\,s)}}{s^2} + \frac{e^{(-3\,s)}}{s^2}$$

$$G(s) := 2\,\frac{1}{s+2} \qquad U1(s) := \frac{1}{s^2} \qquad Y1(s) := 2\,\frac{1}{(s+2)\,s^2}$$

$$Y1d(s) := \frac{1}{2}\,\frac{1}{s+2} - \frac{1}{2}\,\frac{1}{s} + \frac{1}{s^2} \qquad y1(t) := \frac{1}{2}\,e^{(-2\,t)} - \frac{1}{2} + t$$

$$Y(s) := -2\,\frac{e^{(-s)}\,(-1 + 2\,e^{(-s)} - e^{(-2\,s)})}{(s+2)\,s^2} \qquad y(\infty) := 0$$

$$y(t) := \frac{1}{2}\,\delta_{-1}(t-1)\,e^{(-2\,t+2)} - \frac{3}{2}\,\delta_{-1}(t-1) + \delta_{-1}(t-1)\,t - \delta_{-1}(t-2)\,e^{(-2\,t+4)} + 5\,\delta_{-1}(t-2)$$
$$-\,2\,\delta_{-1}(t-2)\,t + \left(\frac{1}{2}\,e^{(-2\,t+6)} - \frac{7}{2} + t\right)\delta_{-1}(t-3)$$



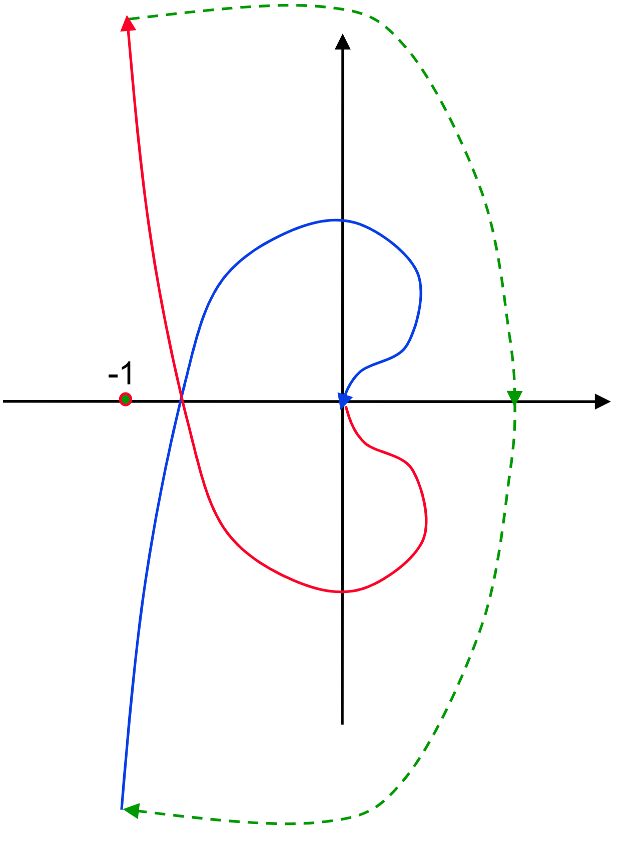
- Kd=10 per avere il guadagno a ciclo chiuso richiesto,
- h=1 per avere un sistema di controllo di tipo 1 (errore finito per ingresso a rampa)
- Kc>= 2 in conseguenza della specifica sull'errore.

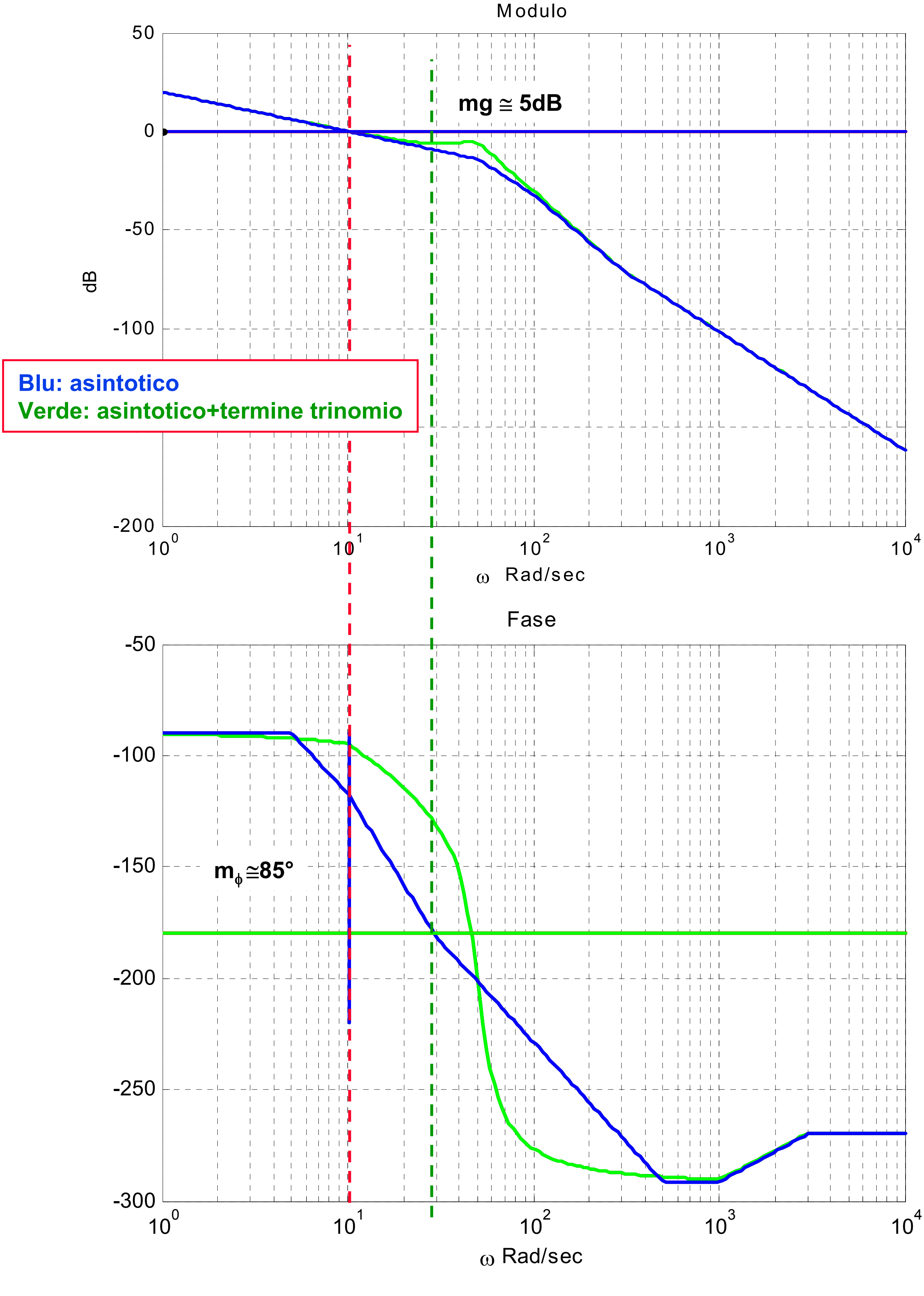
$$P(s) = K_p \frac{N_p(s)}{D_p(s)}$$

$$W_z(s) = \frac{1}{1 + \frac{K_c}{s} P(s) \frac{1}{K_d}} = \frac{sK_d D_P(s)}{sK_d D_P(s) + K_c K_p N_P(s)}$$

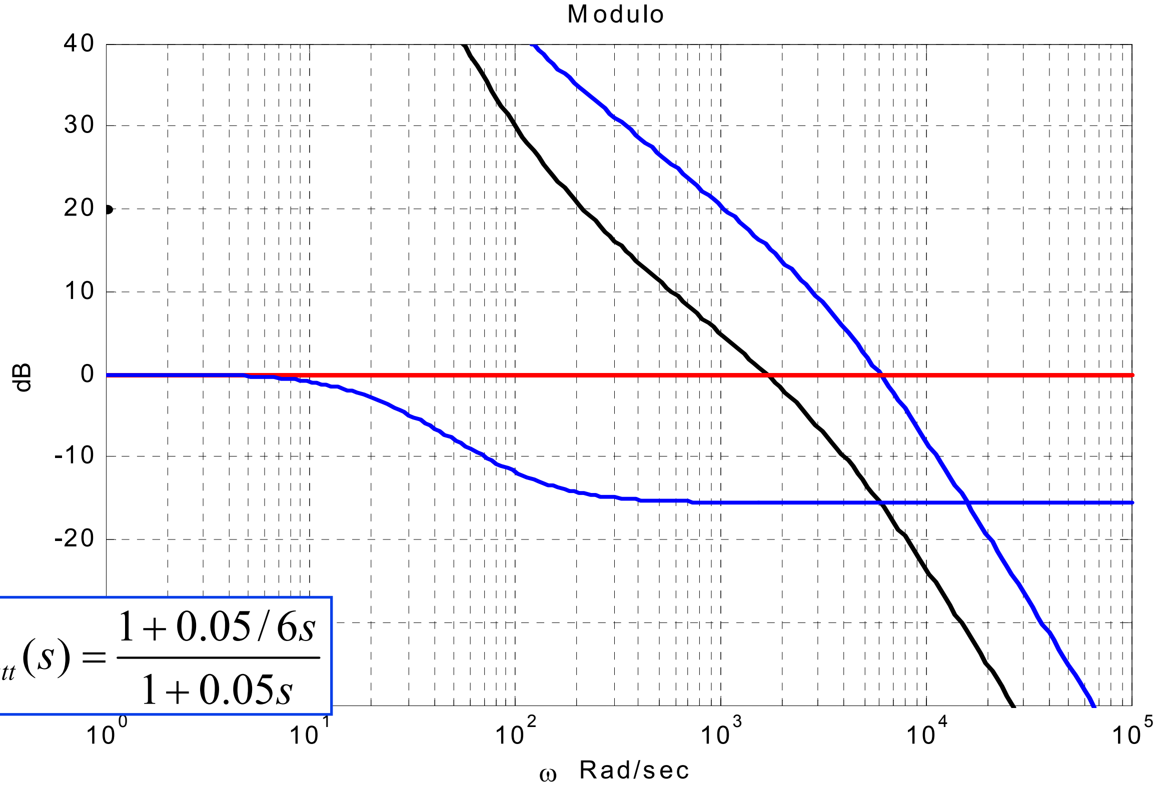
$$z(s) = \frac{0.2}{s}$$

$$z(\infty) = \lim_{s \to 0} sW_z(s) z(s) = \frac{K_d}{K_c K_p} 0.2 = \frac{10}{2 * 50} 0.2 = 0.02$$

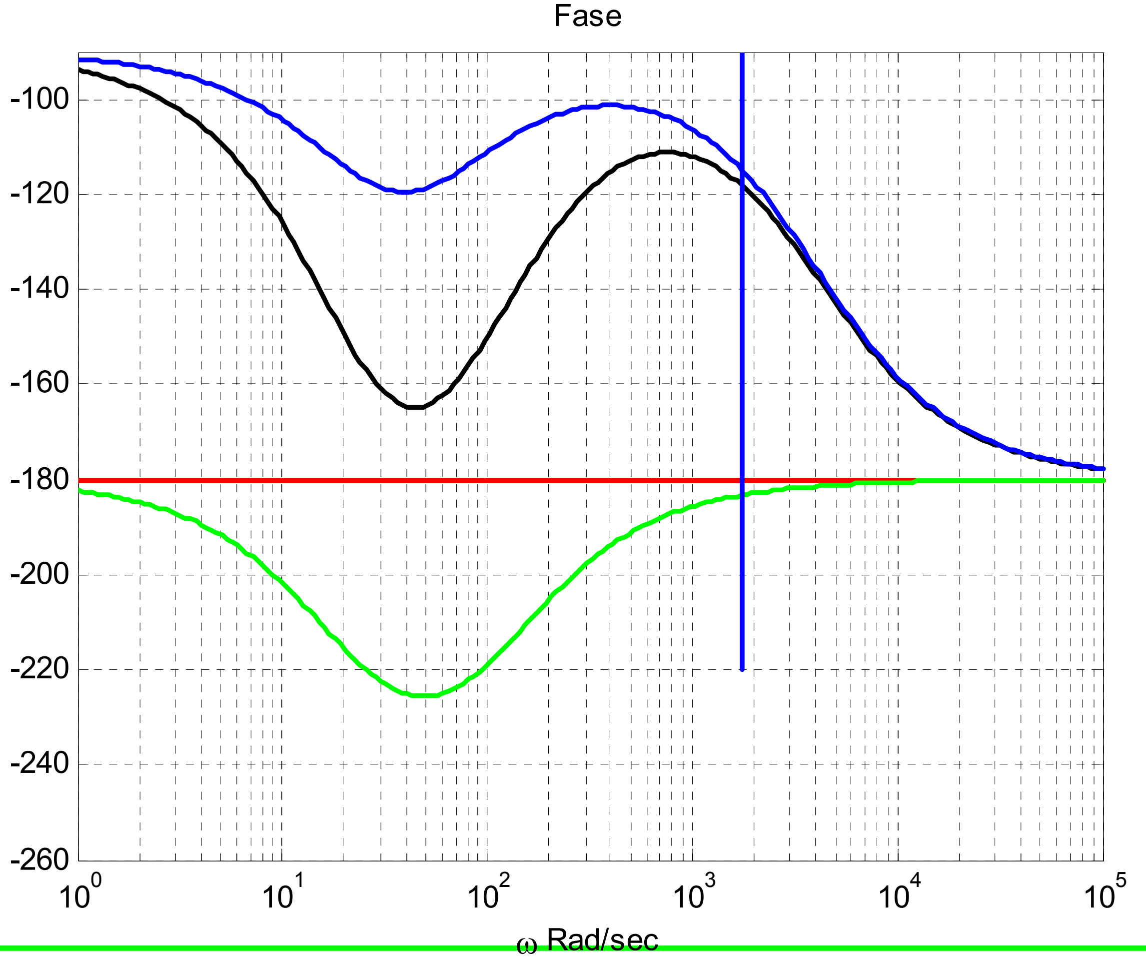



Modulo
50
0
-50
-100
-200
dB
mg ≅ 5dB
Blu: asintotico
Verde: asintotico+termine trinomio
10^0
10^1
10^2
10^3
10^4
ω Rad/sec
Fase
-50
-100
-150
-200
-250
-300
m_φ ≅85°
ω Rad/sec

Sintesi Rete



$$R_{att}(s) = \frac{1+0.05/6s}{1+0.05s}$$



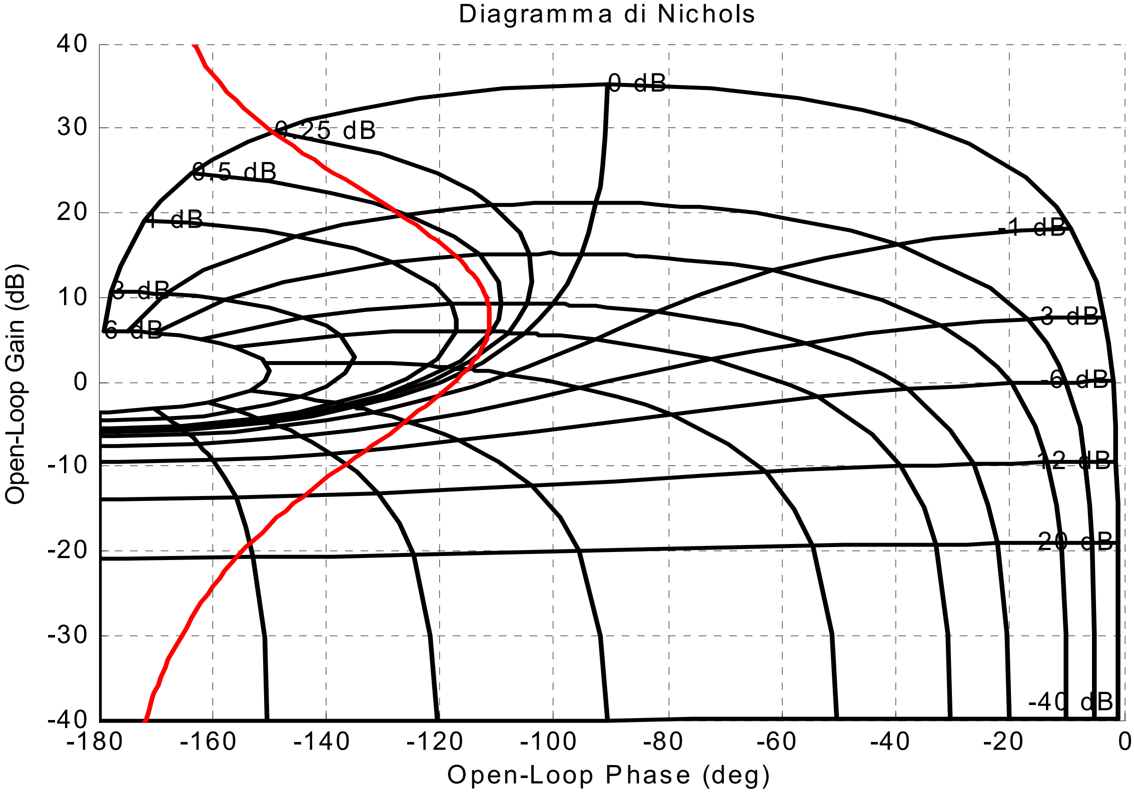
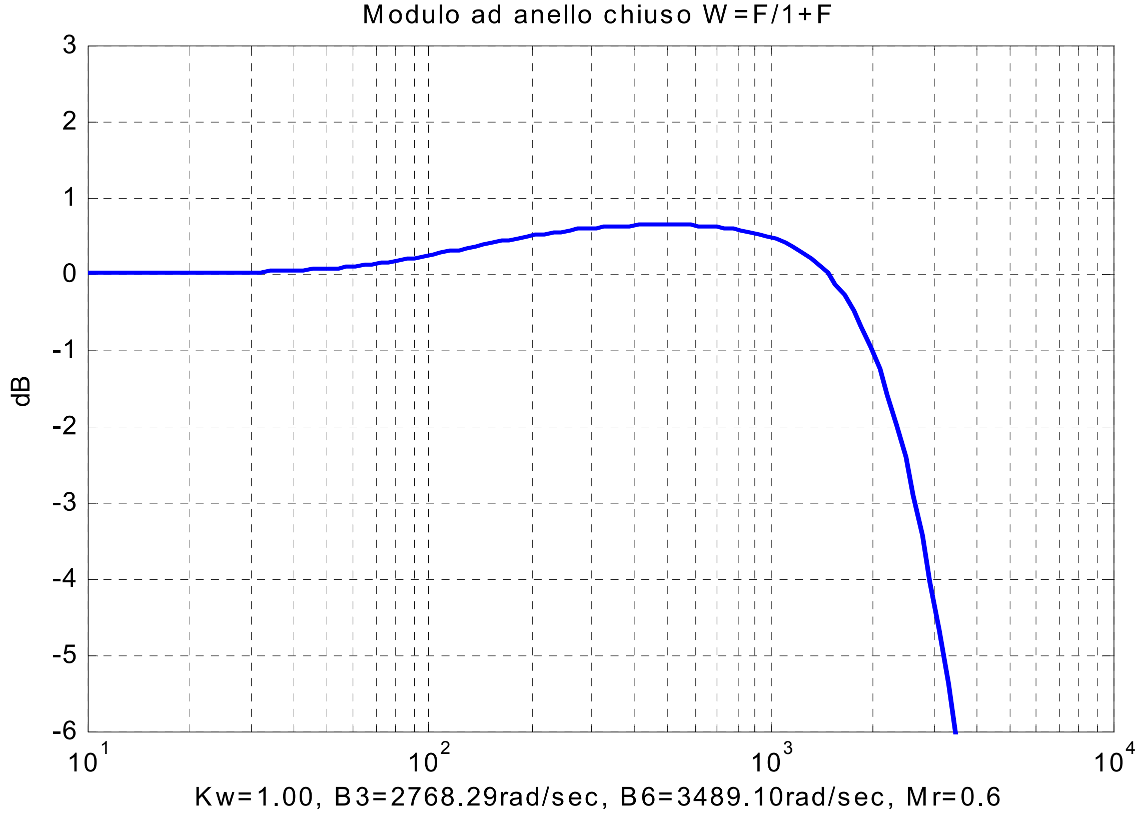


Diagramma di Nichols
Open-Loop Gain (dB)
Open-Loop Phase (deg)
0 dB
0.25 dB
0.5 dB
1 dB
3 dB
6 dB
-1 dB
-3 dB
-6 dB
-12 dB
-20 dB
-40 dB
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-180
-160
-140
-120
-100
-80
-60
-40
-20
0


Modulo ad anello chiuso W=F/1+F
dB
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
10^1
10^2
10^3
10^4
Kw=1.00, B3=2768.29rad/sec, B6=3489.10rad/sec, Mr=0.6