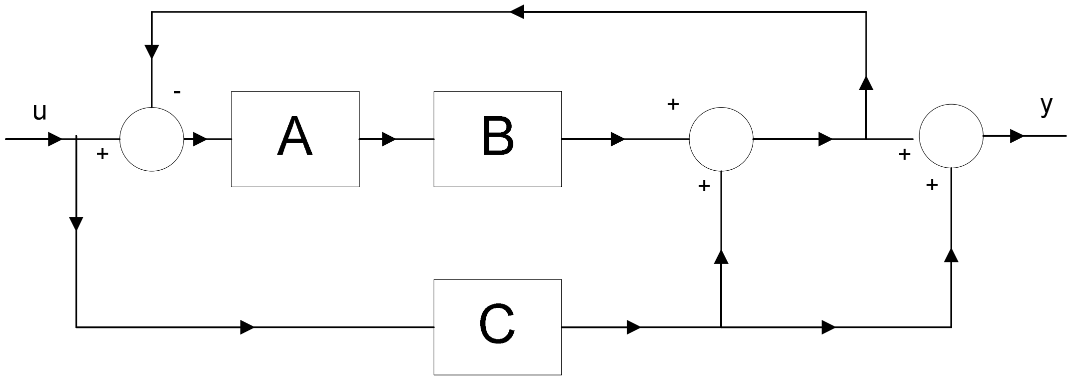
Esame di Elementi di Regolazione

Corso di Laurea Nuovo Ordinamento in Ingegneria Meccanica

12 settembre 2002

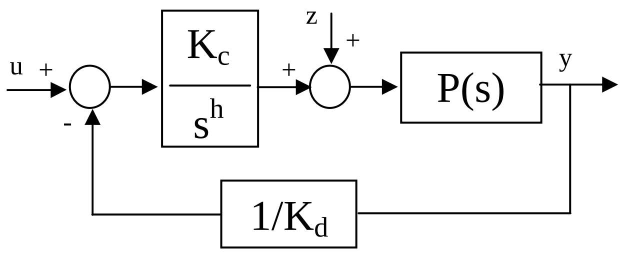
Cognome:	Nome	Matricola:	E-mail:

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



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

$$P(s) = \frac{5(1 - s/10)(1 + s/60)}{(s+1)(s/2+1)}$$



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

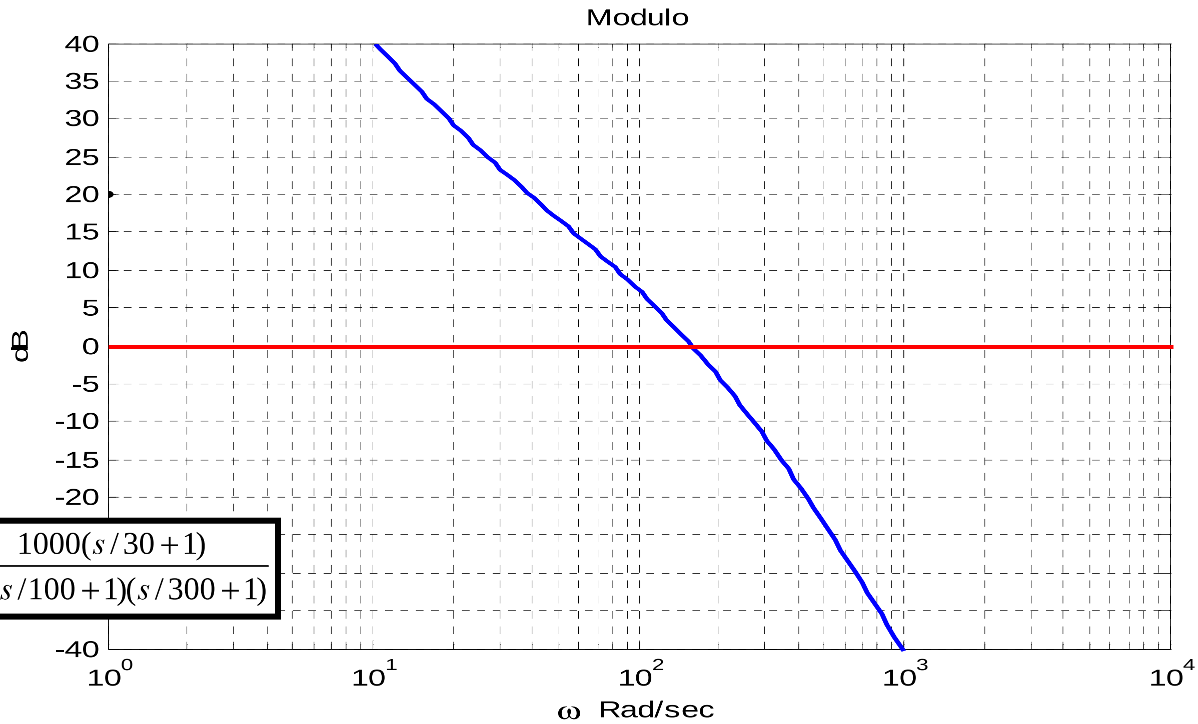
- il guadagno a ciclo chiuso sia uguale a **10**
- l'errore per ingresso a rampa **u(t)=t** sia minore o uguale a **10**

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, in caso di sistema stabile a ciclo chiuso, i margini di stabilità (**m_ϕ** e **m_g**).

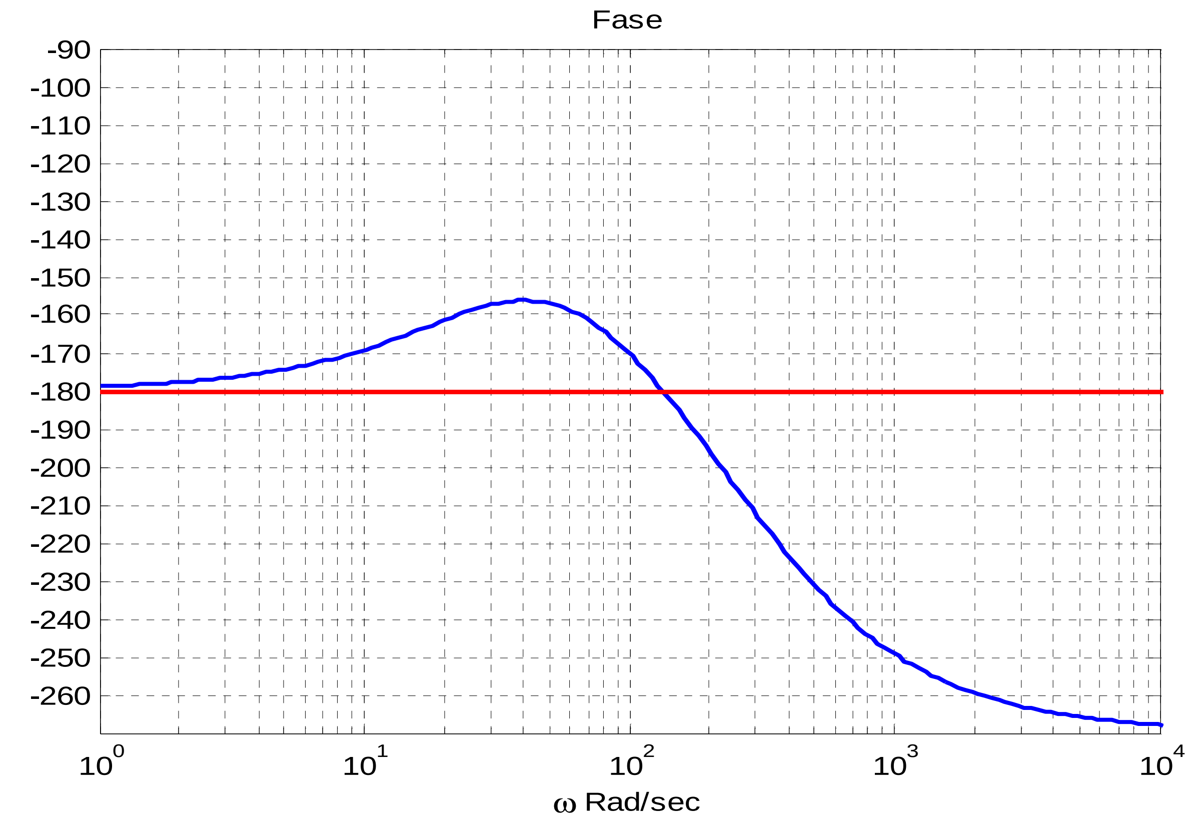
Infine calcolare:

- l'effetto in uscita a regime di un disturbo **$z(t)=3\delta_{-1}(t)$**.
- fino a che pulsazione l'errore di riproduzione di una sinusoide unitaria risulti minore di **1** (in uscita la sinusoide ha ovviamente ampiezza desiderata pari a Kd).

3. 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**$_\phi > 25°$. 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.



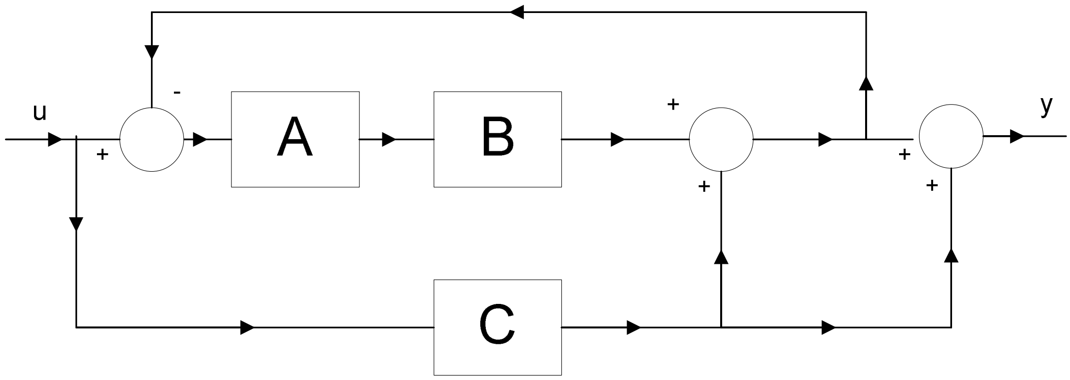
$$F(s) = \frac{1000(s/30+1)}{s^2(s/100+1)(s/300+1)}$$



Esame di Fondamenti di Automatica
Corso di Laurea Vecchio Ordinamento in Ingegneria Meccanica
12 settembre 2002

Cognome:	Nome	Matricola:	E-mail:

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

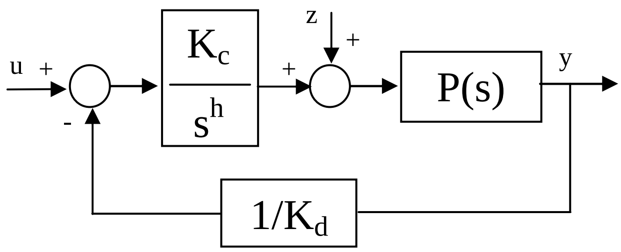


2. Sia dato un processo **P(s)** descrivibile mediante la funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{5(1 - s/10)(1 + s/60)}{(s+1)(s/2+1)}$$

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

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



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, in caso di sistema stabile a ciclo chiuso, i margini di stabilità (**m$_\phi$** e **m$_g$**).

Infine calcolare:

- l'effetto in uscita a regime di un disturbo **z(t)=3δ_{-1}(t)**.
- fino a che pulsazione l'errore di riproduzione di una sinusoide unitaria risulti minore di **1** (in uscita la sinusoide ha ovviamente ampiezza desiderata pari a Kd).

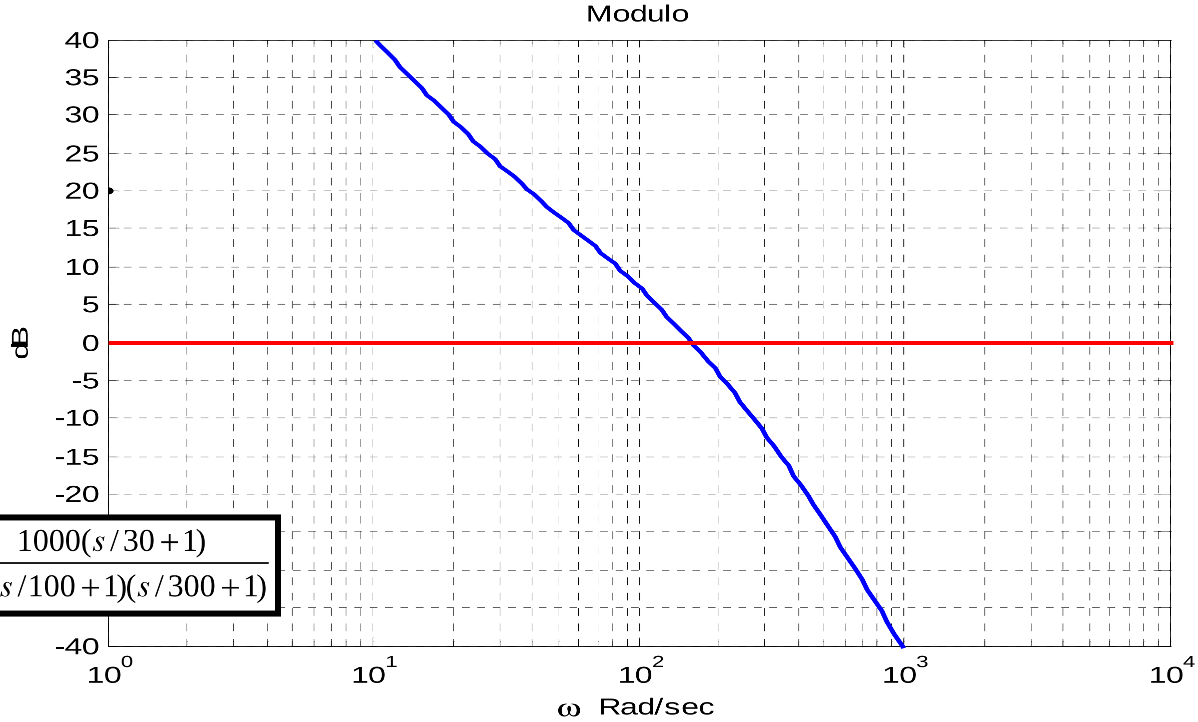
3. Dato un sistema di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti descritto dalle matrici

$$A = \begin{pmatrix} -3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 & 0 \end{pmatrix},$$

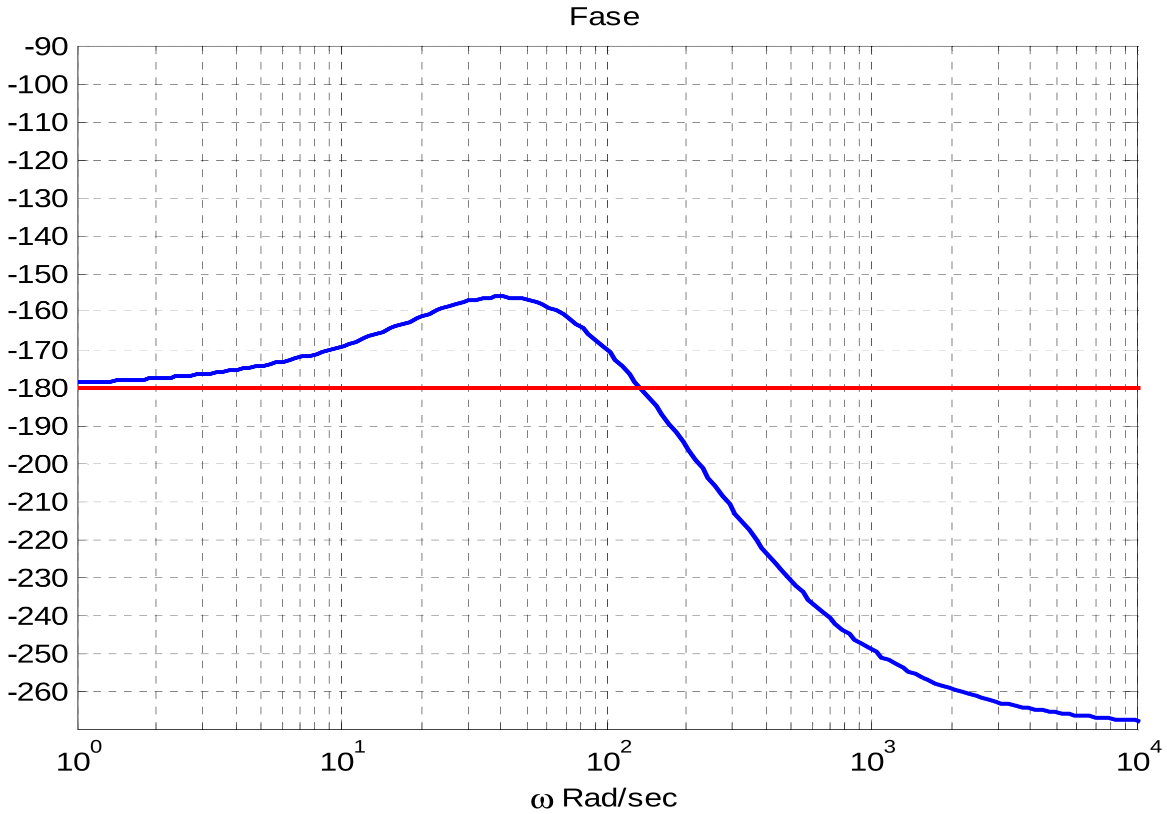
determinare:

- se è possibile o meno diagonalizzare il sistema
- la funzione di trasferimento tra l'ingresso e l'uscita
- Controllabilità ed osservabilità delle singole dinamiche
- l'evoluzione libera di y(t) per t=2 e stato iniziale x_0=(1, 2, 0, 0)

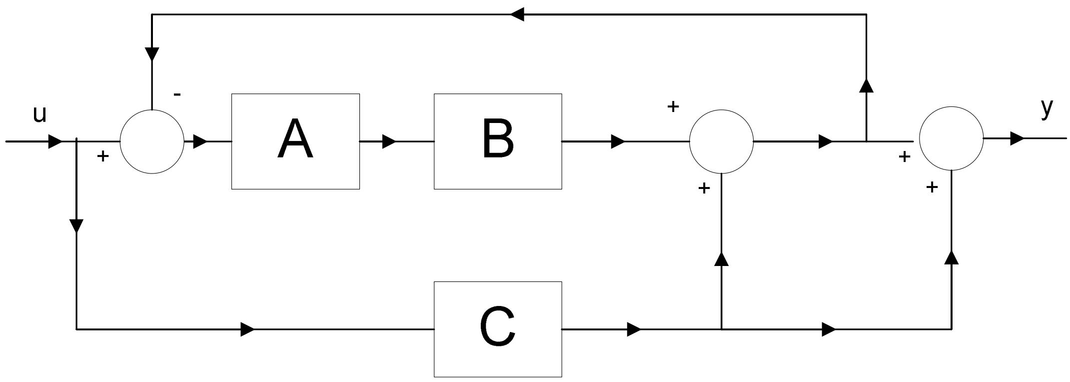
4. Dato il diagramma di **BODE** della funzione di trasferimento a ciclo aperto **F(s)** sotto riportata determinare la rete compensatrice **R(s)** tale da assicurare ω_t**>100** Rad/sec e **m**$_\phi$$>25°$. Tracciare quindi il diagramma di **NICHOLS** della funzione compensata **F'(s)=F(s)R(s)** e determinare su di esso il modulo alla risonanza **Mr** e la banda passante a –3 Decibel.



$$F(s) = \frac{1000(s/30+1)}{s^2(s/100+1)(s/300+1)}$$



Schema a Blocchi e Spazio di Stato



$$W(s) = \frac{AB + C}{1 + AB} + C$$

$$A = \begin{pmatrix} -3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

1) Il sistema non è diagonalizzabile in quanto gli autovalori in -1 costituiscono un blocco di Jordan di ordine 2.

2) La FdT, visto che le prime due dinamiche sono disaccoppiante e le seconde due costituiscono un blocco di Jordan, vale

$$F(s) = \frac{4}{s+3} - \frac{4}{s+2} + \frac{3}{(s+1)^2} = \frac{s^2 - 7s - 14}{(s+3)(s+2)(s+1)^2}$$

3) Le dinamiche sono tutte controllabili ed osservabili, infatti non c'è nessuna cancellaizone nella funzione di trasferimento.

4) Poichè lo stato iniziale è diverso da zero solo per le prime 2 dinamiche l'evoluzione libera sarà unicamente da queste. A causa del disaccoppiamento

$$y(t) = 1e^{-3t}1 - 2e^{-2t}2$$

$$y(2) = e^{-6} - 4e^{-4} = -0.07$$

- 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.

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

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

$$z(s) = \frac{3}{s}$$

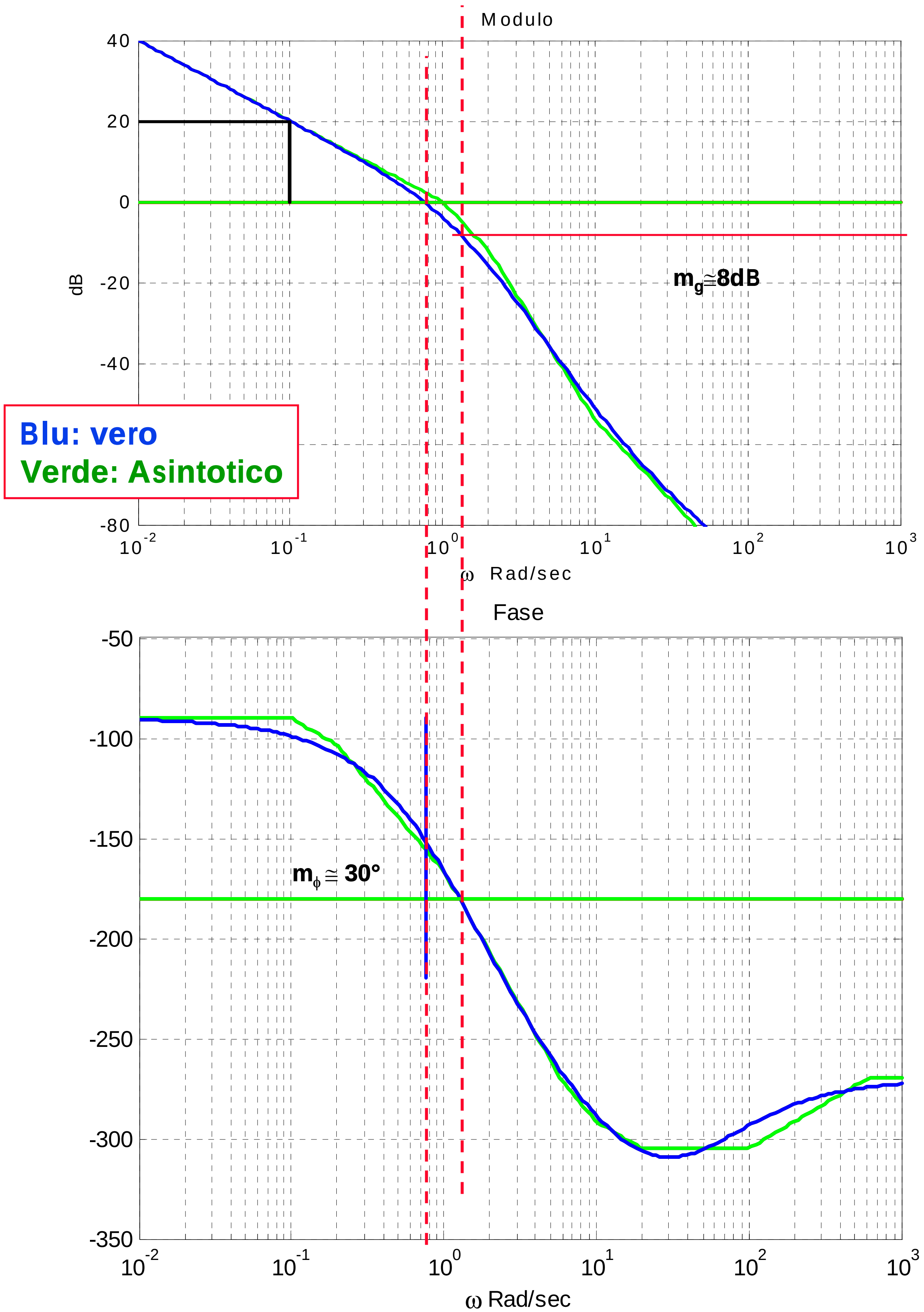
$$z(\infty) = \lim_{s \to 0} sW_z(s) z(s) = \lim_{s \to 0} s \frac{K_d}{K_c} 3 = 0$$

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

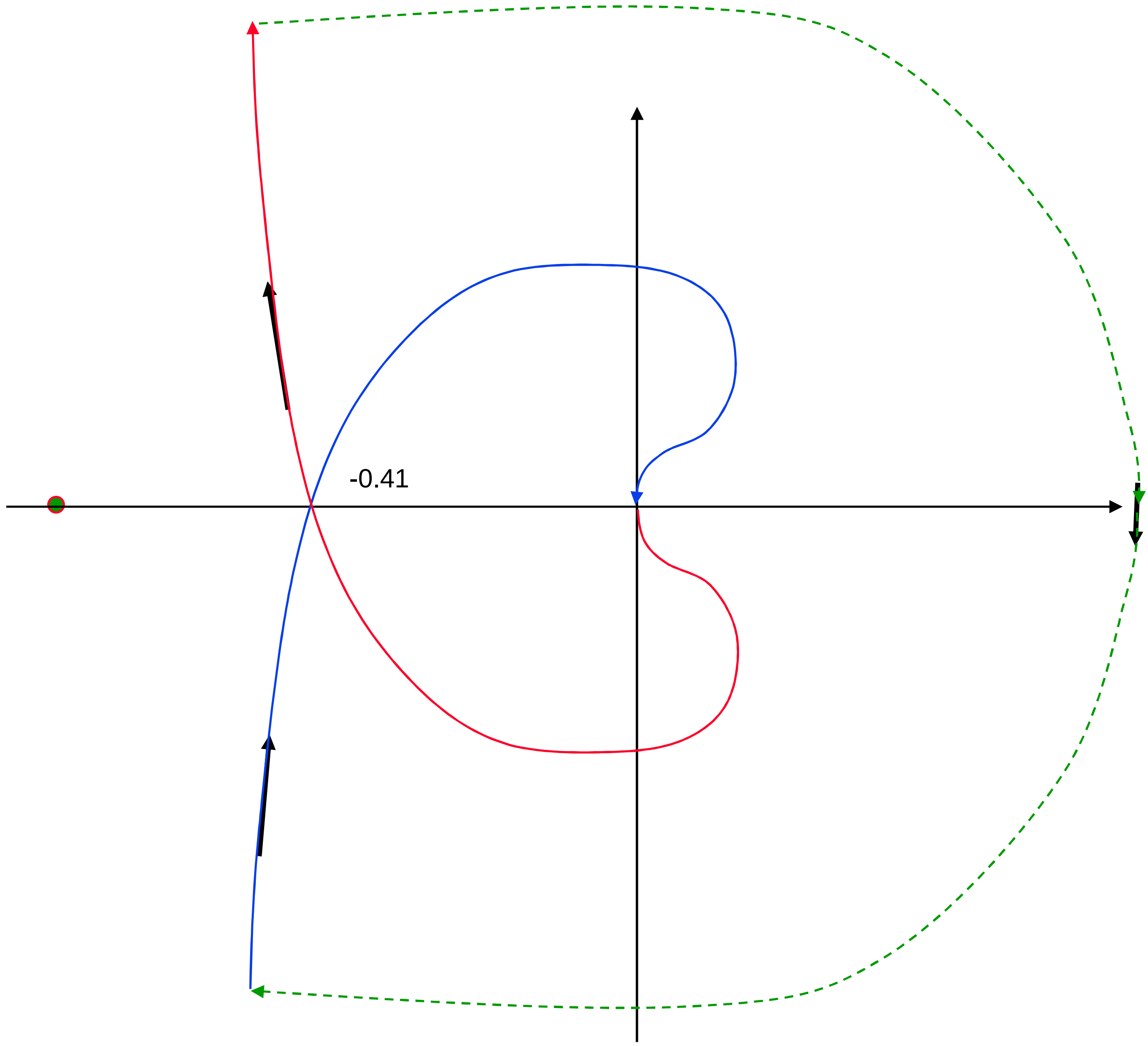
$$\left| F(j\omega) \right| > \frac{K_d}{e} = \frac{10}{1}$$

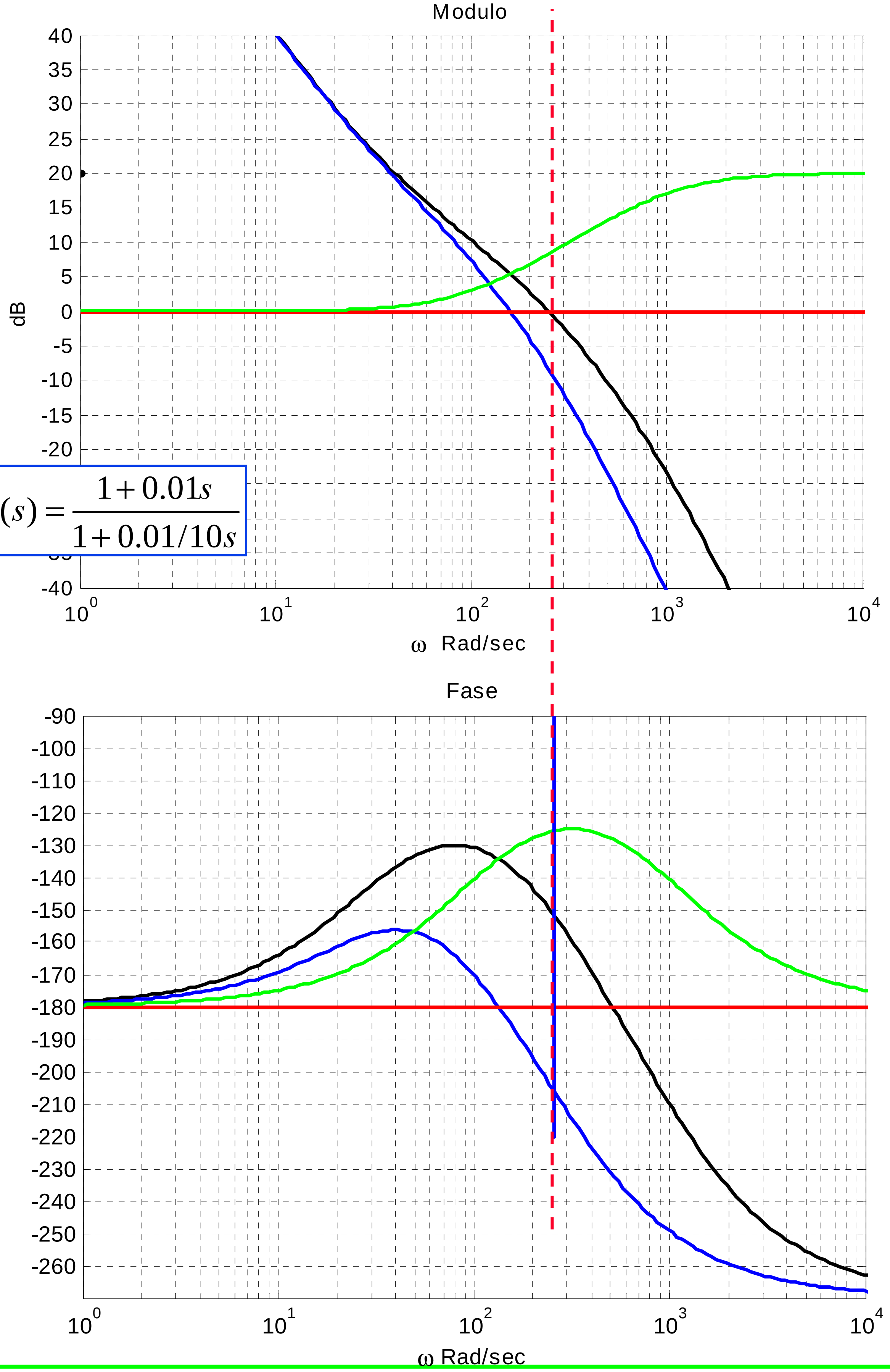
$$\left| F(j\omega) \right| > 10 = 20dB$$

fino a $\omega < 0.1$ rad/sec

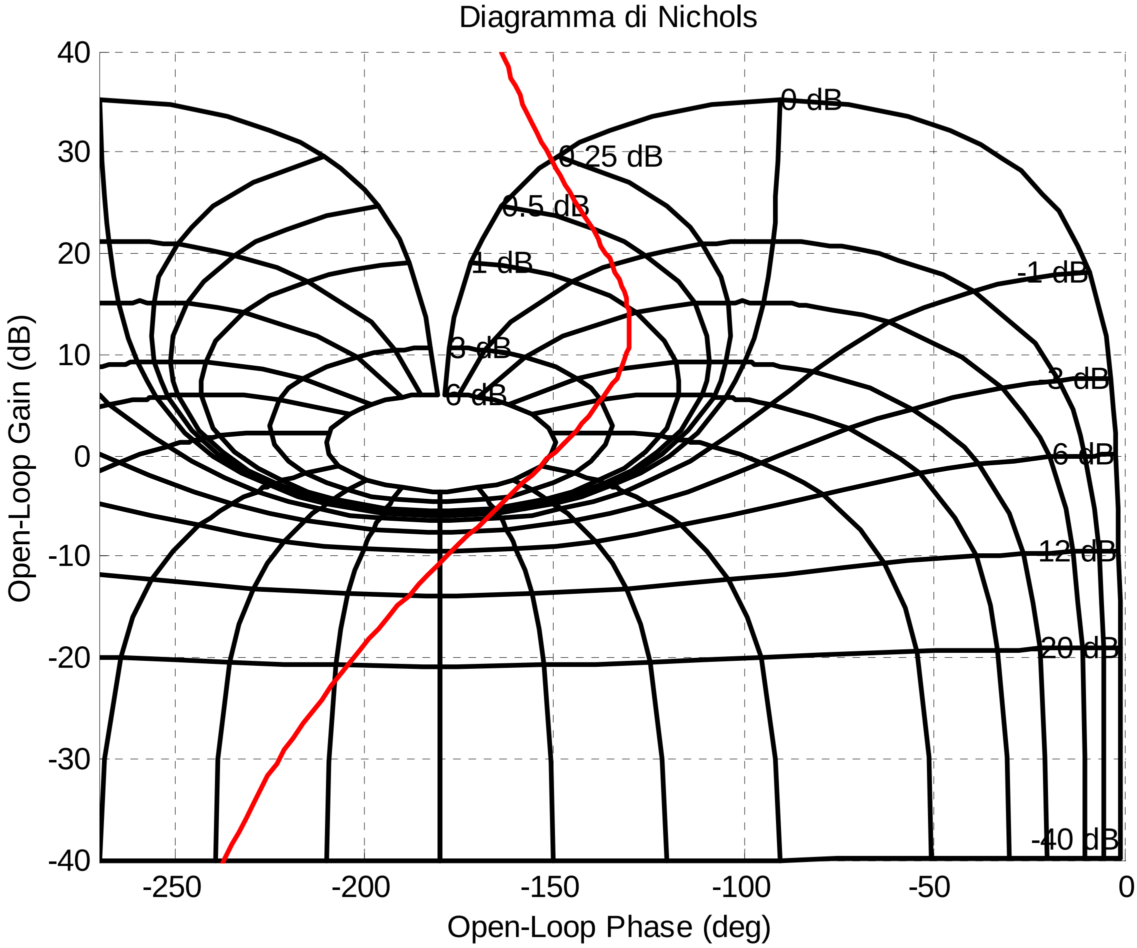


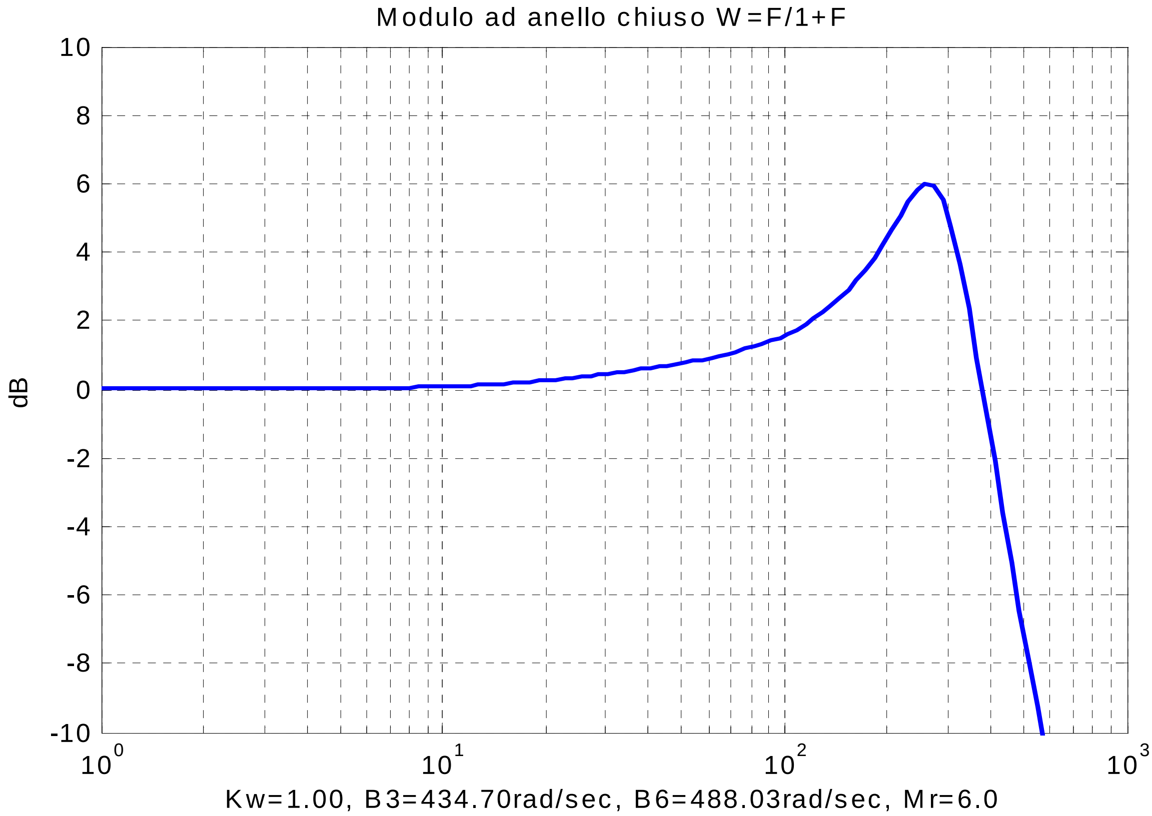
Modulo
40
20
0
-20
-40
-80
dB
$m_g \cong 8dB$
Blu: vero
Verde: Asintotico
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
ω Rad/sec
Fase
-50
-100
-150
-200
-250
-300
-350
$m_\phi \cong 30°$
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
ω Rad/sec


-0.41



$$R_{ant}(s) = \frac{1+0.01s}{1+0.01/10s}$$





Kw=1.00, B3=434.70rad/sec, B6=488.03rad/sec, Mr=6.0