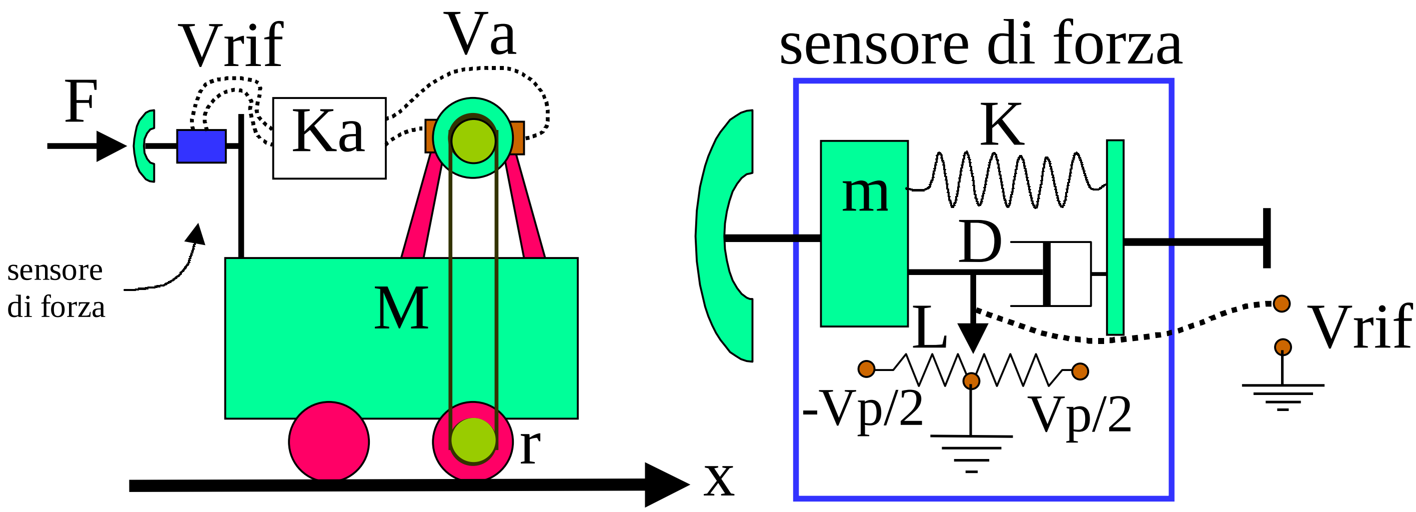
1) Il sistema in figura è un servomeccanismo in grado di facilitare la movimentazione di un carrello di massa M.



Tramite un *sensore di forza*, rappresentato come un sistema massa molla smorzatore (**m**,**K**,**D**) collegato ad un *potenziometro*, viene prodotta una tensione di riferimento proporzionale (ma con una sua dinamica) alla forza applicata. Questa tensione viene mandata in ingresso ad un *amplificatore* di guadagno **Ka** il quale, a sua volta, alimenta in corrente il circuito di armatura di un *motore in c.c.* descritto da una costante **Km**. Questo, tramite una *puleggia* è collegato alle ruote (di raggio **r**) del carrello stesso. Ricavare lo schema a blocchi dell'intero sistema supponendo la presenza di *attrito viscoso* sulle ruote del carrello ed il guadagno della funzione di trasferimento tra forza **F** applicata alla *maniglia* e la *forza effettiva* **Fe** applicata al carrello.

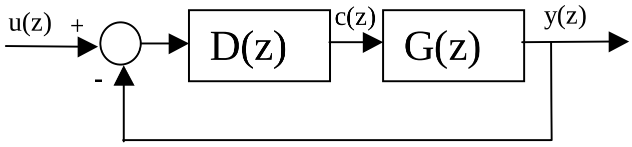
2) Sia dato un processo P(s) descrivibile mediante la funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{20(s+10)}{(s+3)(s+50)} e^{-0.01s}$$

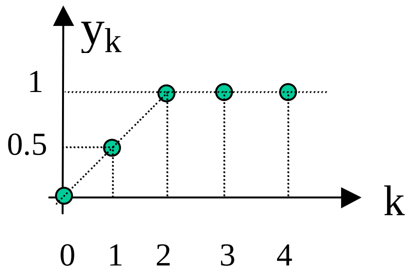
Sintetizzare un sistema di controllo a controreazione tale che il guadagno a ciclo chiuso sia pari a **2** e l'errore a regime per ingresso a rampa **u(t)=0.1t** sia minore di **0.0012**. Inoltre, l'omega di attraversamento ed il margine di fase della *funzione a ciclo aperto* soddisfino le: $\omega_t \geq 50$ rad/sec e $m\phi \geq 45°$. Calcolare, poi, l'errore di riproduzione di un ingresso del tipo **u(t)=1+2sin(10t)**, e determinare, infine, utilizzando la carta di *Nichols*, la *banda passante* (in Hz) ed *il modulo alla risonanza* della funzione a ciclo chiuso.
N.B.: non utilizzare nessuna approssimazione per il termine esponenziale e tracciare i diagrammi di bode della funzione da compensare, della rete compensatrice e della funzione di anello finale.

Nome ……………………… Cognome ……..…………………. Matricola …..………..…………...

3) Dato il sistema di controllo discreto con **G(z)=(z-0.1)/(z-0.2)**

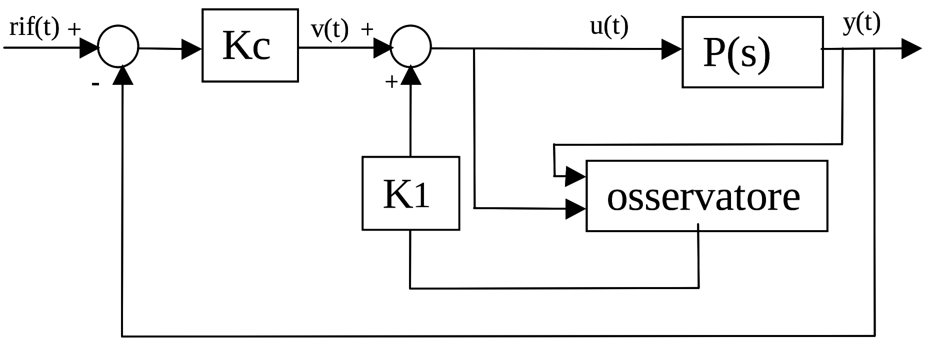


determinare il controllore **D(z)** in modo che l'uscita **y(z)** prodotta da un ingresso **u(z)** a *gradino* (in k=0) abbia il seguente andamento (la y_k rimane costante per k che tende ad infinito):



Calcolare, infine, i primi **5** campioni del segnale di controllo **c(z)**.

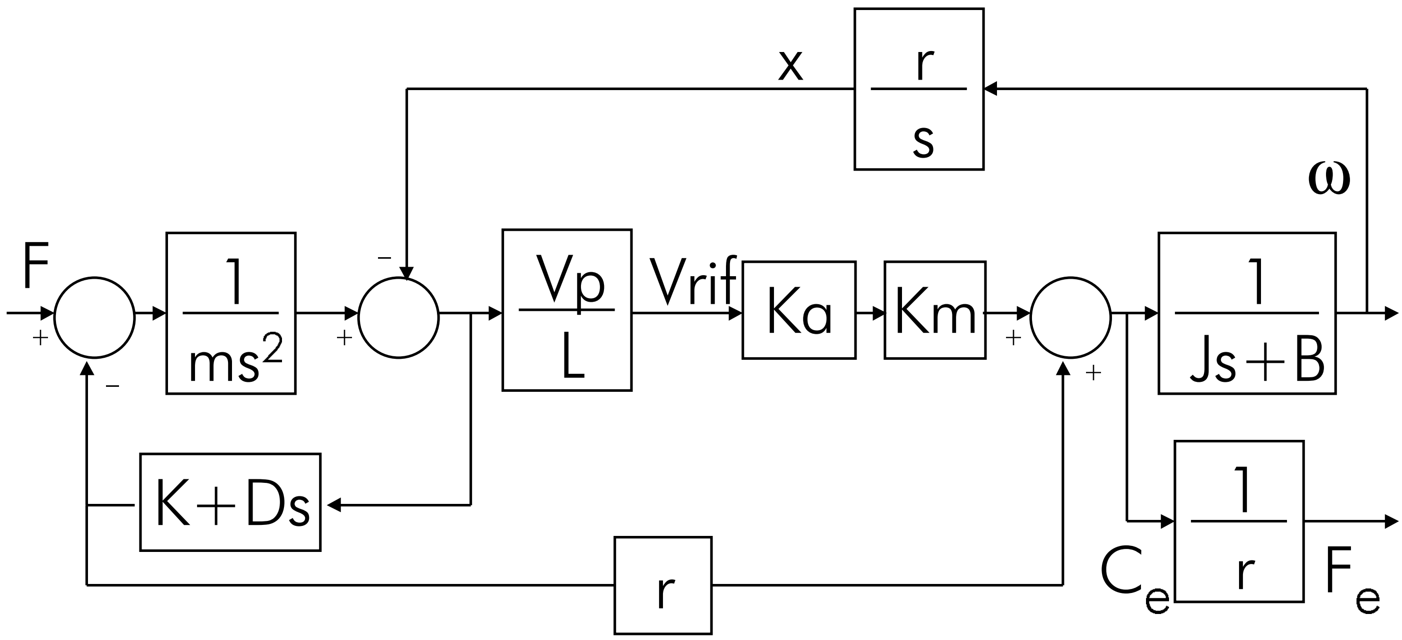
4) Considerato il seguente sistema



determinare le matrici $\mathbf{K_c}$, $\mathbf{K_1}$ e quelle *dell'osservatore*, in modo che:
1) il *sistema di errore* abbia una dinamica descritta dagli autovalori **(-2, -2)**
2) il *sistema di controllo* nel suo complesso si di **tipo 1**
3) *l'errore di inseguimento* di una rampa **rif(t)=0.1t** sia inferiore a **0.0025**
con:

$$P(s) = \frac{4}{(s+1)(s+2)}$$

Nome ……………………… Cognome ……..………………… Matricola …..………..…………...

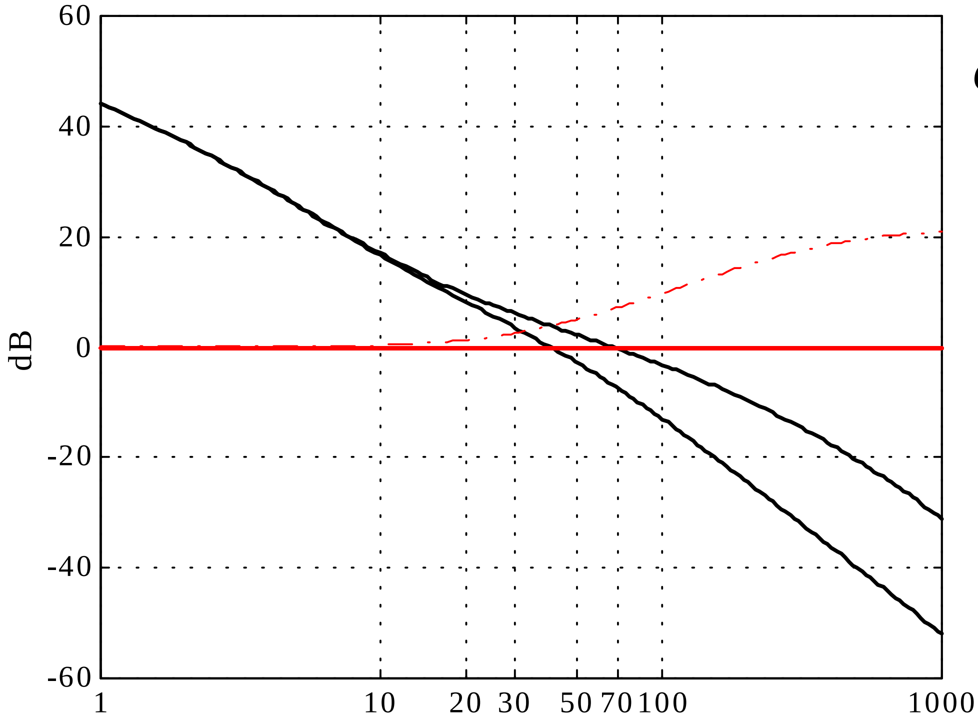


$$W(s)=\frac{F_e(s)}{F(s)}=\frac{1}{r}\frac{(rLK+rLDs+V_pK_aK_m)(Js+B)}{(ms^2+Ds+K)L(Js+B)+(rLK+rLDS+V_pK_aK_m)rms}$$

$$W(0)=\frac{rLK+V_pK_aK_m}{rKL}$$

$$\lim_{K\to\infty} W(0)=1$$

Moduli di Processo modificato, Rete e Catena diretta



Omega di taglio del processo modificato= 69.0551

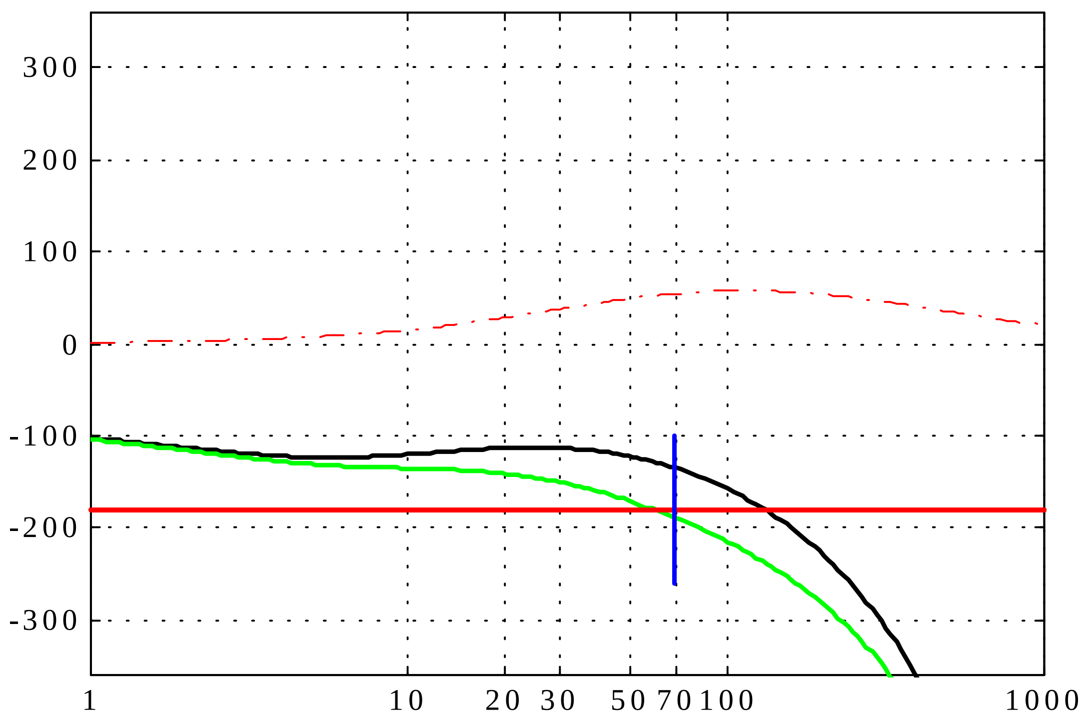
$$C(s)=\frac{250}{s}\,\frac{0.03s+1}{\frac{0.03}{12}s+1}$$

$$2\left|\frac{K_d}{1+F(10j)}\right|=$$

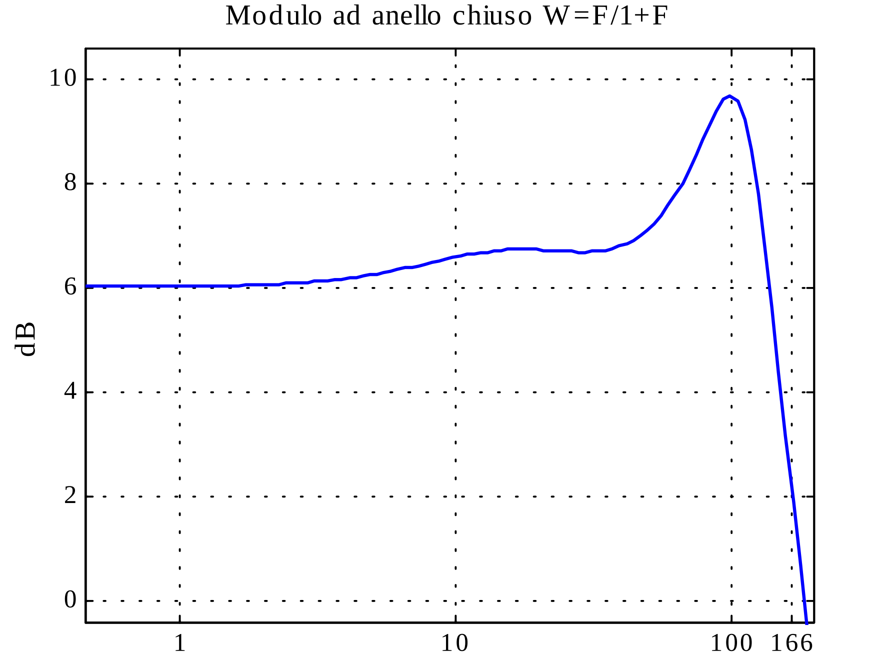
$$2\left|\frac{2}{1+6.92e^{-2.09j}}\right|=$$

$$=0.6169$$

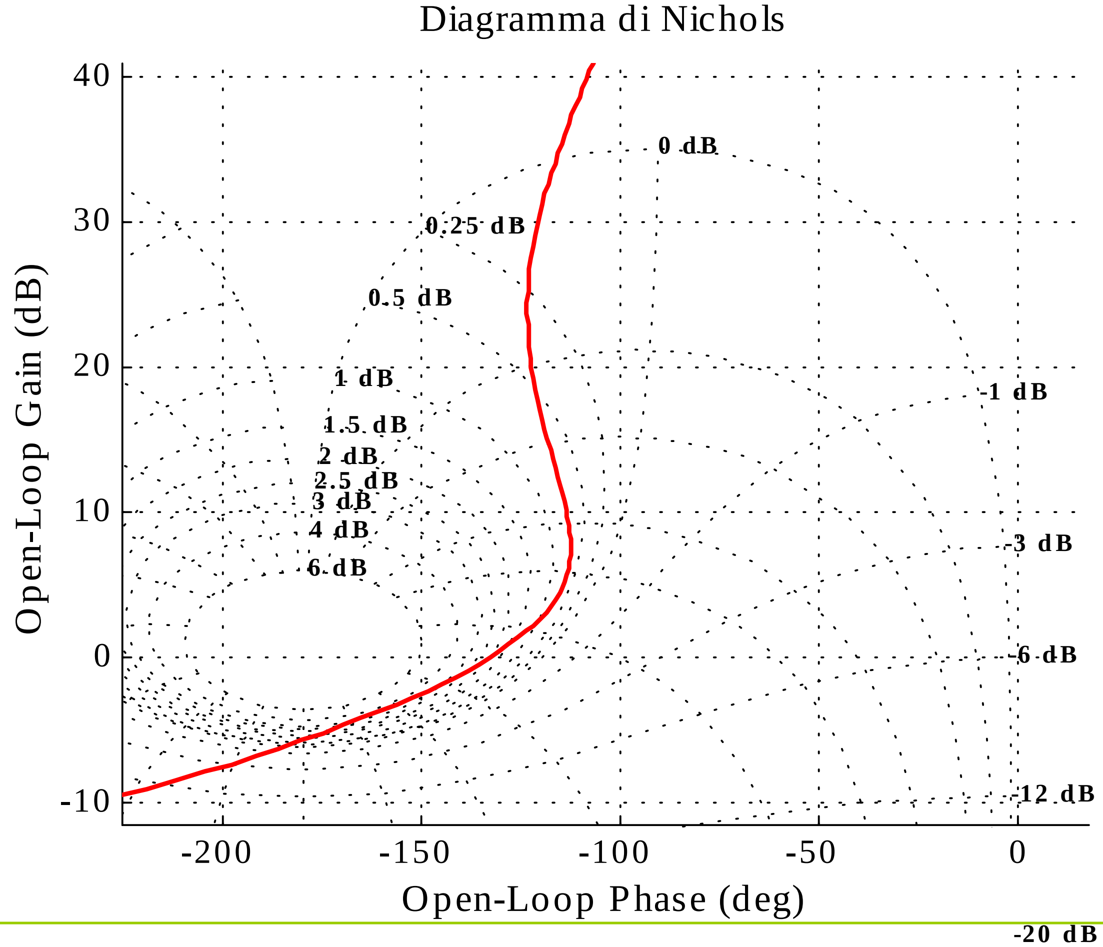
Fasi di Processo modificato, Rete e Catena diretta



margine di fase processo modificato= 45.0



Kw=2, B3=26.41Hz, Mr=3.7



```
> y(z):=0.5*z^(-1)+z/(1-z)*1/z*z^(-1);
```

$$y(z) := .5\ 1/z + \frac{1}{z\,(1 - z)}$$

```
> y(z):=simplify(y(z));
```

$$y(z) := .5\ \frac{-3. + z}{z\,(-1. + z)}$$

```
> G(z):=(z-0.1)/(z-0.2);
```

$$G(z) := \frac{z - .1}{z - .2}$$

```
> u(z):=z/(1-z);
```

$$u(z) := \frac{z}{1 - z}$$

```
> W(z):=y(z)/u(z):
> simplify(W(z));
```

$$W(z) = -.5\ \frac{-3. + z}{z^2}$$

```
> D(z):=1/G(z)*W(z)/(1-W(z)):
> D(z):=simplify(D(z));
```

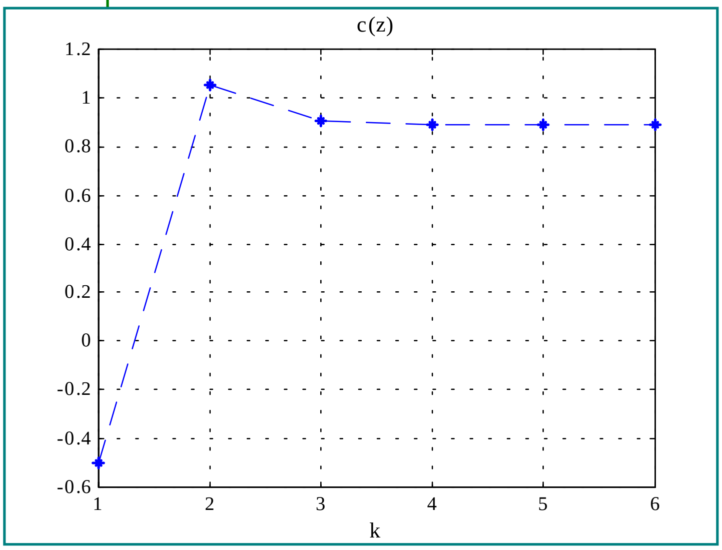
$$D(z) := -2.\ \frac{(-3. + z)\,(5.\,z - 1.)}{(2.\,z^2 - 3. + z)\,(10.\,z - 1.)}$$

```
> Wc(z):=D(z)/(1+D(z)*G(z)):
> simplify(Wc(z));
```

$$Wc(z) = -1.\ \frac{(-3. + z)\,(5.\,z - 1.)}{z^2\,(10.\,z - 1.)}$$

Primi campioni della risposta al gradino

-0.5000
1.0500
0.9050
0.8905
0.8891
0.8889



Il processo P(s) si può realizzare utilizzando la forma compagna:

$$A=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} \quad B=\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C=[4 \;\; 0]$$

Per avere un sistema di tipo uno devo avere un solo polo nell'origine in catena diretta. Scelgo come autovalori da assegnare per il processo 0 e -1.

$K1=-\gamma P^*(A) = [2 \;\; 2]$

con γ ultima riga di R^{-1} (inverso della matrice di raggiungibilità) e $P^*(\lambda)=\lambda^2+\lambda$

Osservatore:

$dz/dt=F\,z + B\,u + K2\,y$

$F=A - K2\,C$

dove

$K2=P^*_e(A)\,\chi=[0.25 \; -0.25]'$

e χ è l'ultima colonna di O^{-1} (inverso della matrice di osservbilità)

La funzione di trasferimento tra v(t) e y(t) diventa

$P'(s)=C\,[sI-(A + B\,K1)^{-1}]\,B=$

$$= \frac{4}{s\,(s + 1)}$$

che presenta un guadagno pari a 4. Quindi dalla

$$\frac{Kd^2}{Kc\;Kp} \quad 0.1< e$$

da cui Kc>10