

27/05/2020

E12 10/01/2019, E4

$$P(s) = \frac{e^{-0,5s}}{1+5s}$$

$R(s)$

PI tanto per cancellazione
in modo da ottenere $\varphi_m = 50^\circ$

1) $R(s)$?

2) determinare T_s per realizz. digitale in modo che

- $\omega_s \geq 30 \omega_c$

- riduzione di φ_m dovuta a S&H + int. calcolo non oltre 5°

- attenuazione di $L(f(\omega))$ a ω_N almeno 40 dB

3) $R^*(z)$ con Eulero implicito?

4) $u(k) = \dots$?

$$1) \text{ PI: } R(s) = K \frac{1+5Ti}{5Ti}$$

$$\text{cancello polo } P(s): Ti = 5 \Rightarrow L(s) = K \frac{\cancel{1+5s}}{5s} \frac{e^{-0,5s}}{\cancel{1+5s}} = \frac{K e^{-0,5s}}{5s}$$

$$T_{max} \omega_c: \frac{K}{5\omega_c} = 1 \Rightarrow \omega_c = \frac{K}{5}$$

$$\varphi_c = \angle L(j\omega_c) = -90^\circ - \underbrace{\frac{K}{5}}_{\omega_c} \cdot \underbrace{0,5}_{RTT} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$\text{Voglio } \varphi_m = 50^\circ, \text{ cioè } \varphi_c = -130^\circ$$

$$\Rightarrow \frac{K}{5} \cdot 0,5 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 40^\circ \Rightarrow K = 6.98 \Rightarrow \omega_c = \frac{K}{5} = 1,4$$

2) Vincolo $\omega_s \geq 30 \omega_c$

$$\frac{2\pi}{T_s} \geq 30 \cdot 1,4 \Rightarrow T_s \leq \frac{2\pi}{30 \cdot 1,4} \approx 0,14$$

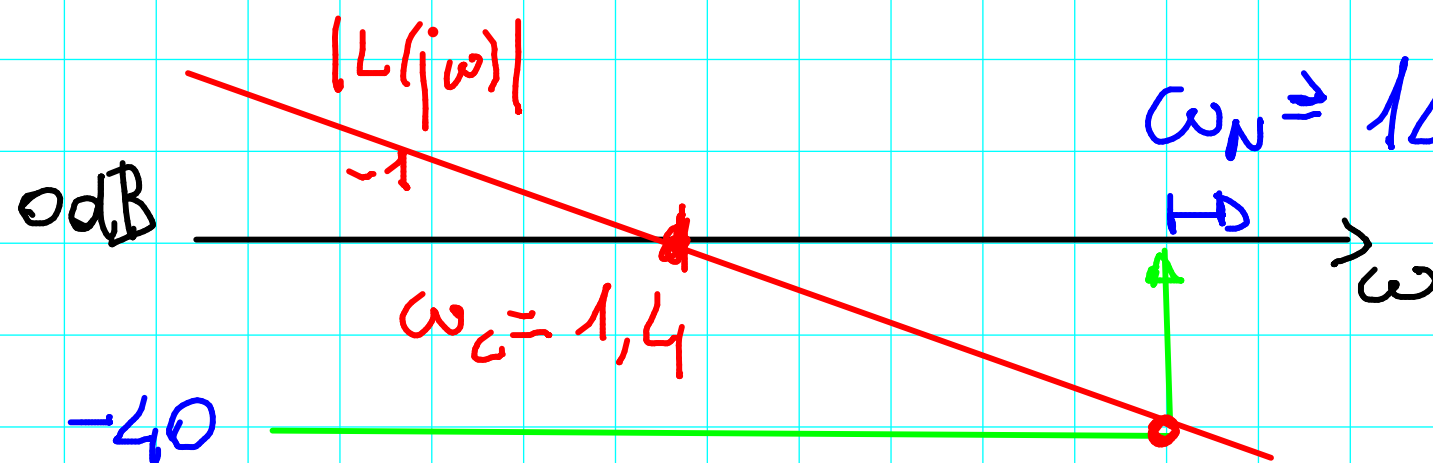
Vincolo riduzione q_m

$$\frac{3}{2} 1,4 \cdot T_s \leq 5^\circ \frac{\pi}{180^\circ} \Rightarrow T_s \leq \frac{5^\circ \pi}{180^\circ} \frac{2}{3} \frac{1}{1,4} \approx 0,04$$

SRH $\rightarrow 1/2$
SRH + calcolo

ω_c

Vincolo attenuazione di $L \geq \omega_n$



$$\omega_n = 140 \Rightarrow \omega_s \geq 280$$

$$\frac{2\pi}{T_s} \geq 280$$

$$\Rightarrow T_s \leq \frac{2\pi}{280} \approx 0,02$$

\Rightarrow Scegli $T_s = 0,02$

3) $R^*(z)$ can be

$$R^*(z) = R\left(\frac{z-1}{z-5}\right) = 6,98 \frac{1+5 \frac{z-1}{0,02z}}{5 \frac{z-1}{0,02z}} =$$

$$= 6,98 \frac{5,02z-5}{5(z-1)} = 1,4 \frac{5,02z-5}{z-1}$$

4) Legge di controllo 2TD



$$1.4 \frac{5.02z - 5}{z - 1} = \frac{U(z)}{E(z)}$$

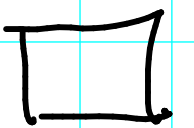
$$1.4 (5.02z - 5) E(z) = (z - 1) U(z)$$

$$1.4 (5.02 e(k+1) - 5 e(k)) = \underbrace{u(k+1) - u(k)}$$

uscita + recente, risolvo e scalo i tempi

$$u(k) = u(k-1) + 1.4 (5.02 e(k) - 5 e(k-1))$$

↑ se questo coeff. non è unitario
non c'è il polo in $z=1$



NB esempio

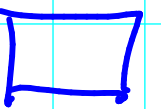
4 2 zeri e 2 poli di cui uno in $z=1$
 \Rightarrow PID o TD

$$R^*(z) = \frac{z^2 - 0,5}{\underbrace{(z-1)(z-0,1)}} = \frac{z^2 - 0,5}{z^2 - 1,1z + 0,1} = \frac{v}{E}$$

Polo in 1 \Rightarrow INTEGRATORE

$$v(k) = 1,1 v(k-1) - 0,1 v(k-2) + e(k) - 0,5 e(k-2)$$

Summa 2 1



Richieste:

- D. pdrn / Nyquist

- Repole di tarstus (3) → (1)

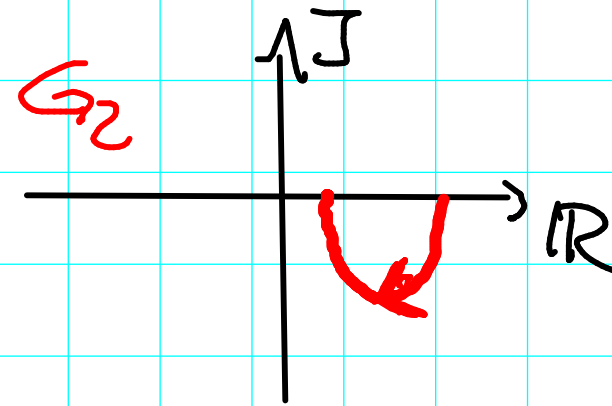
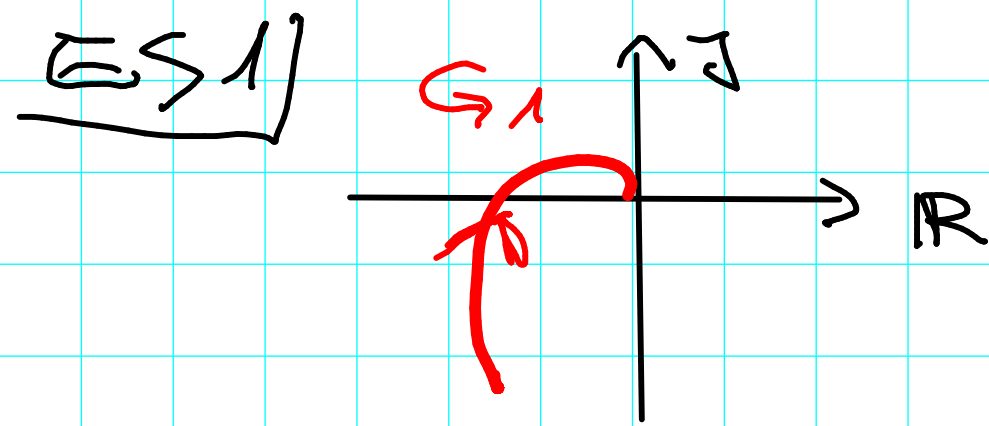
- Criterio Nyquist

- Antiwindup

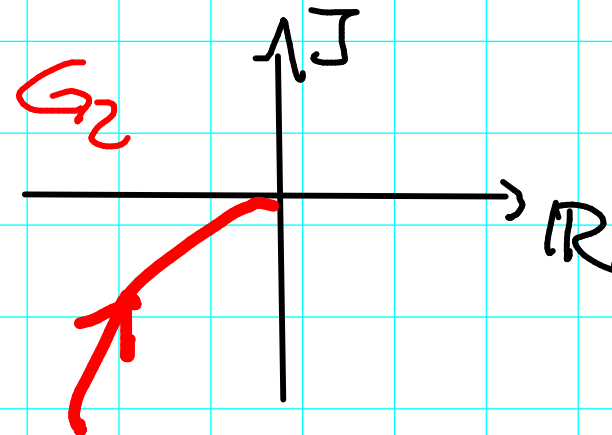
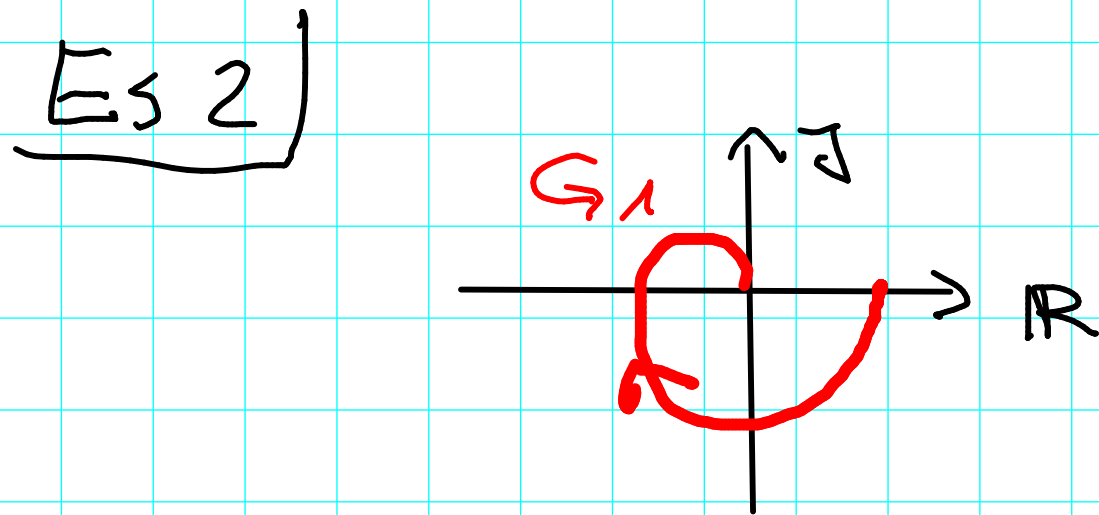
- 2 gdl (4)

non c'è nulla da calcolare, dovrete conoscere
(2) gli schemi che abbiano visto ed eventualmente
saper scrivere le poche righe di codice relative
al loro tracking

① Competenze: saper individuare le info "base" da un DP



Quale delle 2 ha più poli che zeri?
 G_1 perché DN finisce nell'origine

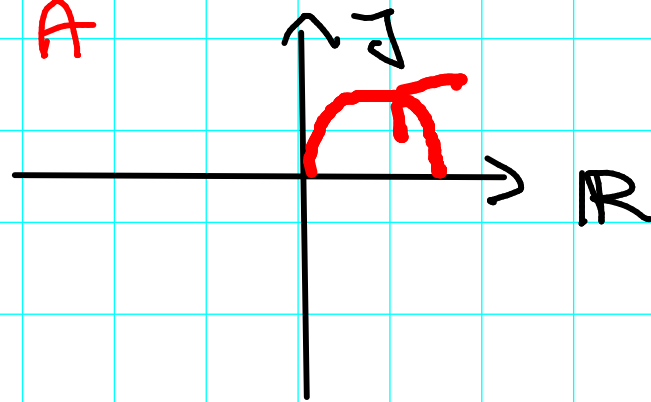


Quale ha tipo $q=1$?

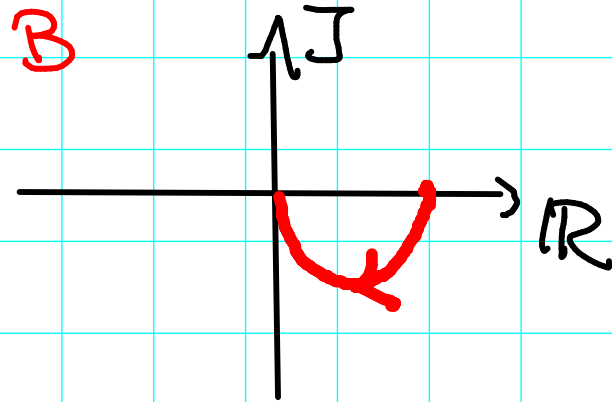
G_2 , arriva da ∞ con $\text{Fase} = 90$

ES 3)

A



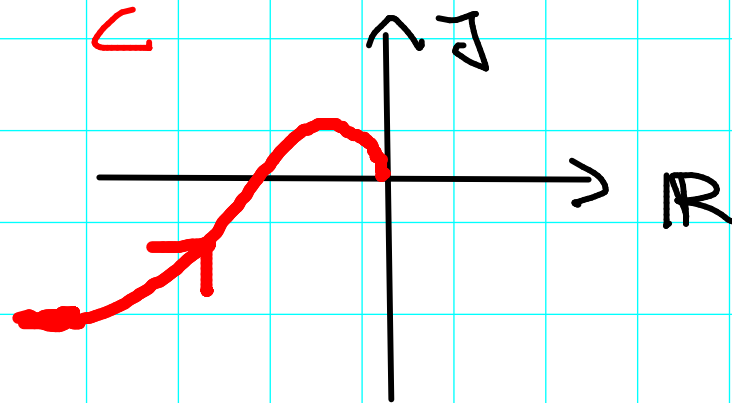
B



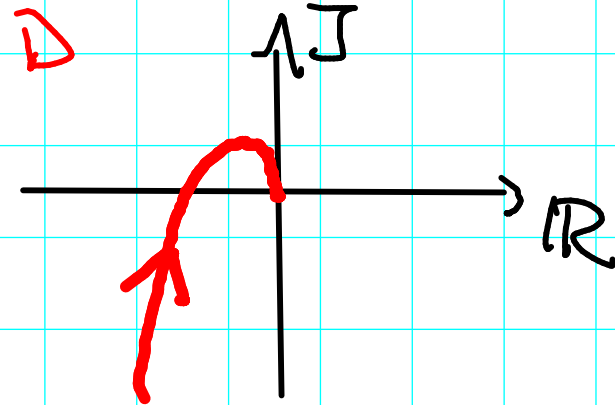
$$G_1 = \frac{1+s/5}{s^2(1+s)^2} \quad C$$

A/B/C/D?

$$G_2 = \frac{1}{1-s} \quad A$$



D

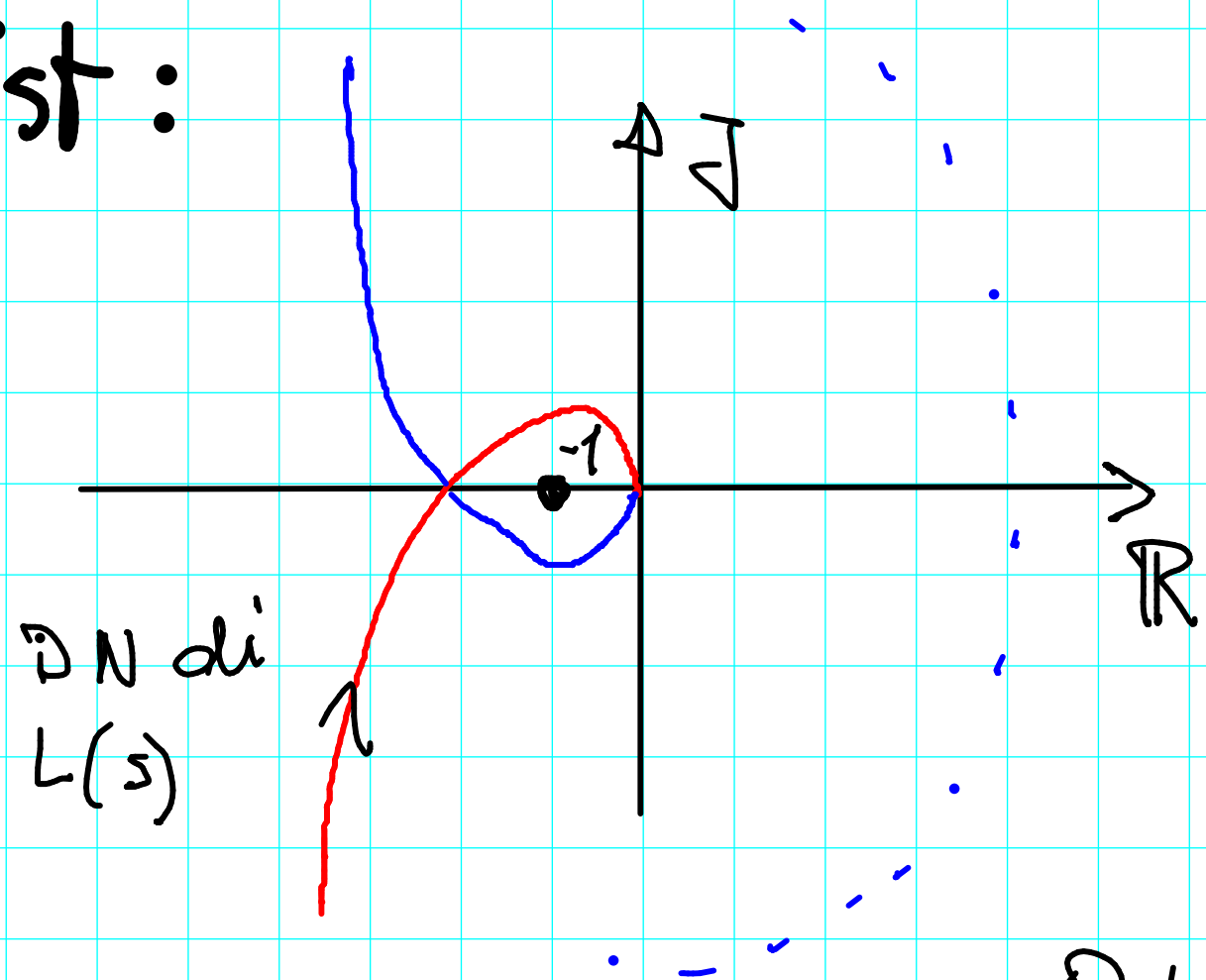


$$G_3 = \frac{4}{1+s} \quad B$$

$$G_4 = \frac{50(1+4s)}{s(1+s)^3} \quad D$$

NB all' esame se succede la trascin. col computer!!
qui posso esserci imprecisioni

Nyquist:



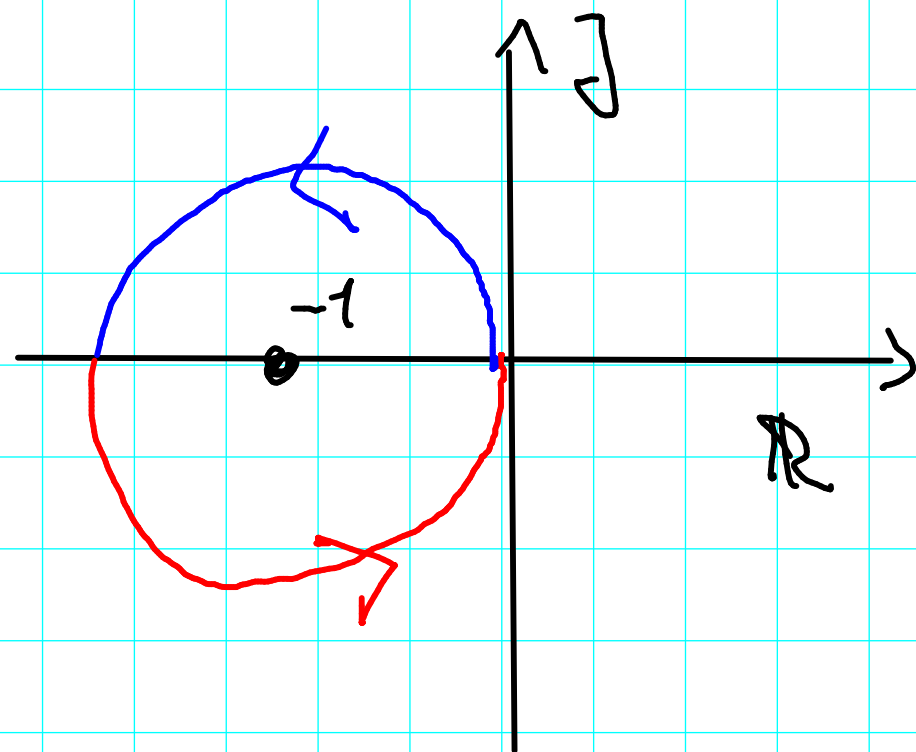
Quanti poli nel SD deve avere $L(s)$ perché il sistema in AC sia AS?

• $N = \# \text{ poli AO} \stackrel{\text{Stewart}}{=} -1$

Qui $N = -2$

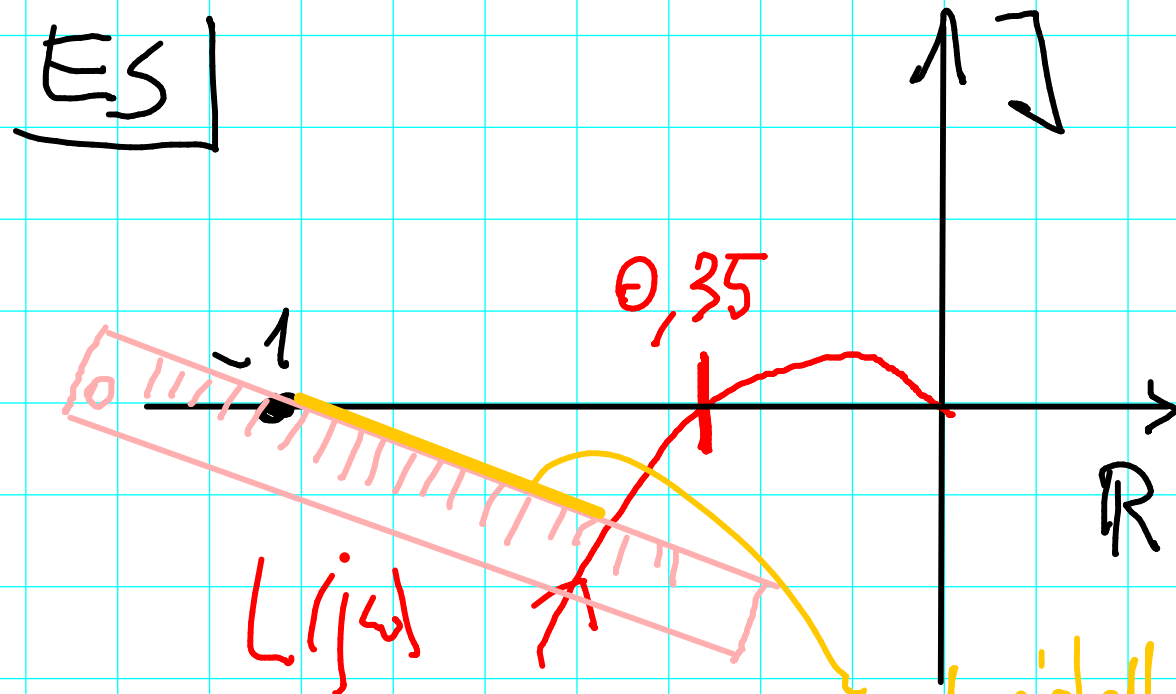
Non è possibile che un L con questo DN dia AC AS

e con un DN fatto così?



Occorre $\phi_0 = 1$

(DN fa 1 giro attorno a -1)



• ϕ_0 è 0, quindi AC AS
Quanto vale il margine di
fase dopo?

$$k_u = \frac{1}{0,35}$$

col righello poter anche misurare il margine di modulo

□

②

tipicamente servono

Schema rischi = lezione

PI



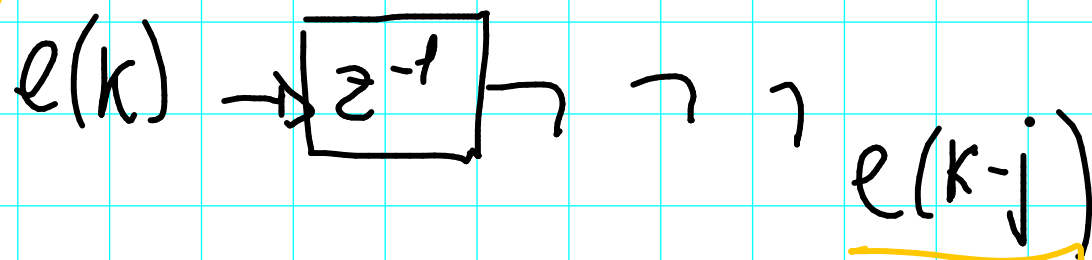
idea generale: se realizzo R in Fama non

minimo con

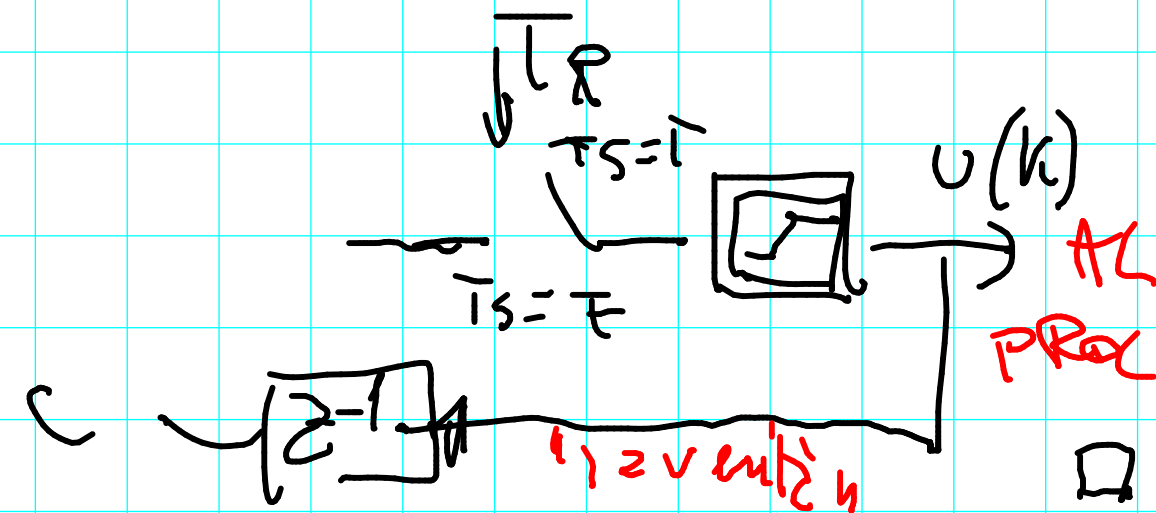
$$v(k) = \sum_{i=1}^n a_i v(k-i) + \sum_{j=0}^m b_j e(k-j)$$

per avere ALW e tracking costs

↑
incassare sempre la rendita



\sum
 $v(k-i)$



3

Z&N, 177C

Z&N)

y risposta = scilino del proc. in AA

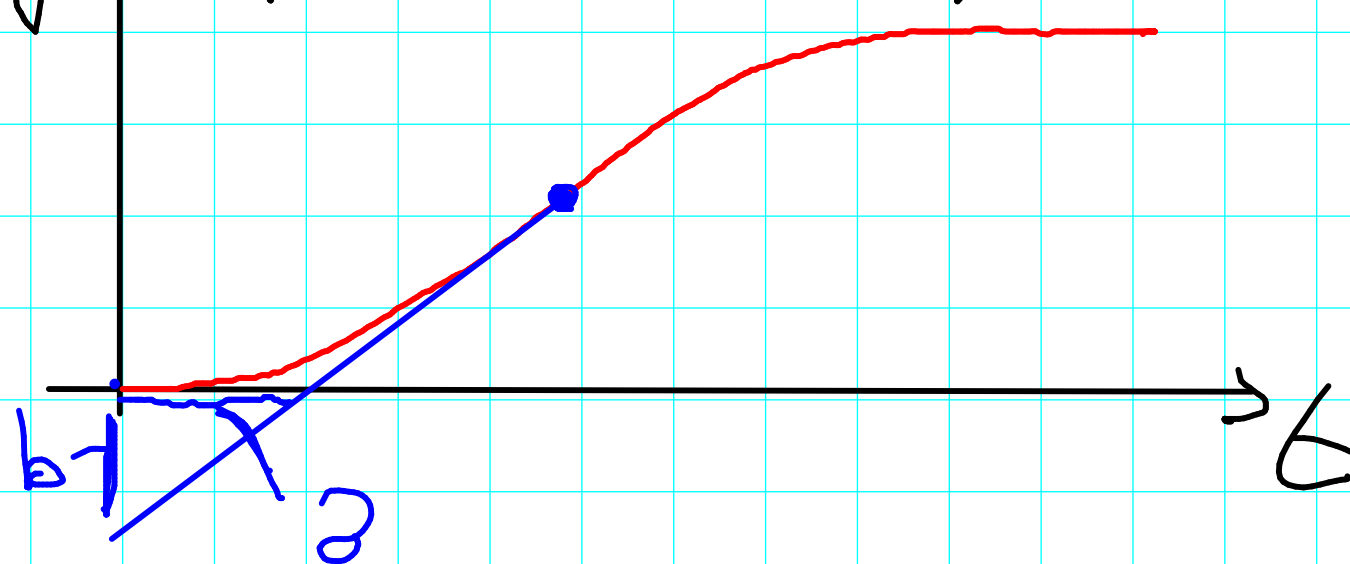


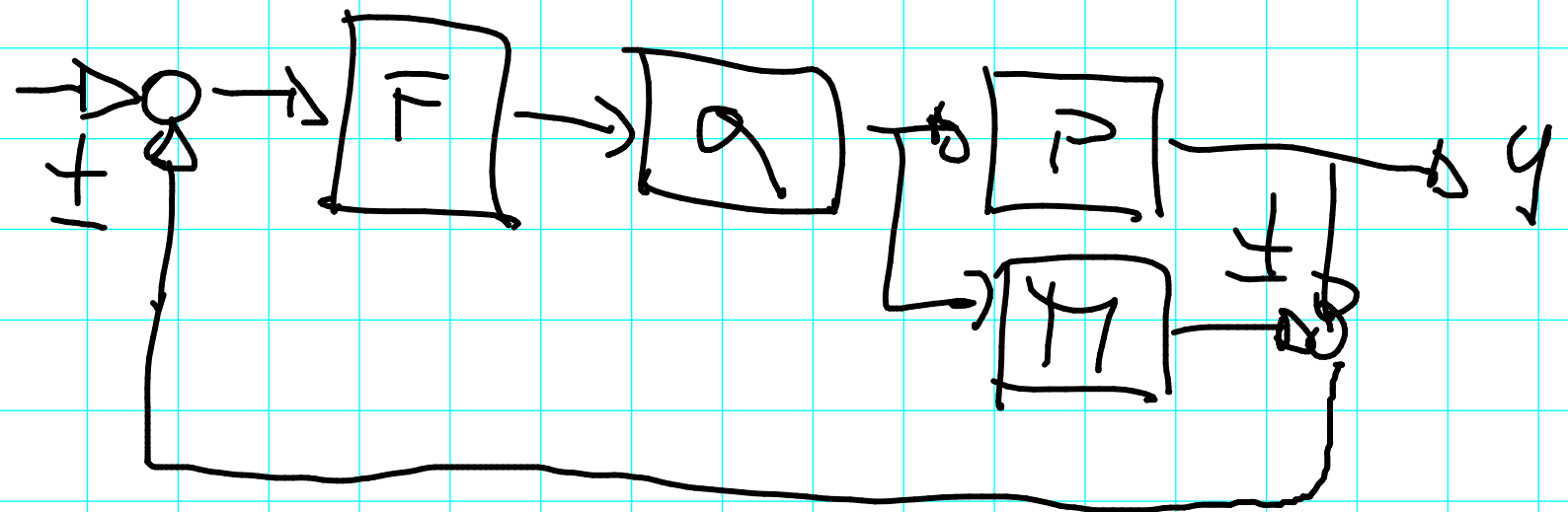
Tabelle DATE

(a,b)
+ tipo rep. richiesto } → per

stessa cosa con sup. e periodo

data una risposta in Ac al limite di stabilità

IMC) • lo schema



e il significato
dei blocchi

- Offrire un PI/PID da $\Pi(s) = K \frac{e^{-s\tau}}{1+sT}$

ponendo $\Pi =$

$$Q = \frac{1+sT}{\Pi}$$

$$F = \frac{1}{1+s\lambda}$$

$\Rightarrow b(1, \lambda)$
 $\frac{1-sT\lambda}{1+sT/2}$
 per il
 PID

e usando per τ la $\phi_{pole}(1,0) 1-s\tau$ (PI)

□

E 13

$$P(s) = 2 \frac{e^{-0,25}}{1+3s}$$

$$\lambda = 5$$

PI e PID tramite MC

$$\Pi = P$$

$$Q = \frac{1+3s}{2}$$

$$F = \frac{1}{1+5s}$$

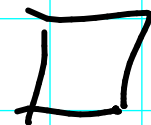
$$R = \frac{QF}{1-QF\Pi} = \frac{\frac{1+3s}{2} \frac{1}{1+5s}}{1 - \frac{1+3s}{2} \frac{1}{1+5s} \frac{2}{1+3s} (1-0,25)}$$

PI

PID

polo $(1,0)$ di $e^{-0,25}$
 $(1,1)$

$\frac{1-0,15}{1+0,15}$ al posto di

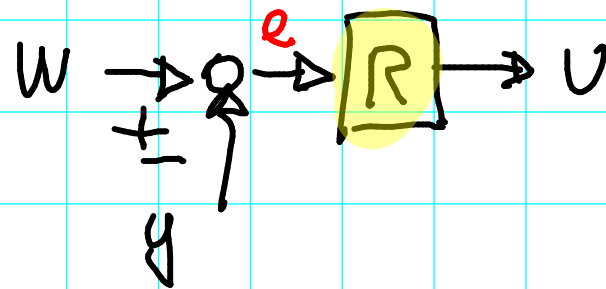


④ 2 gold

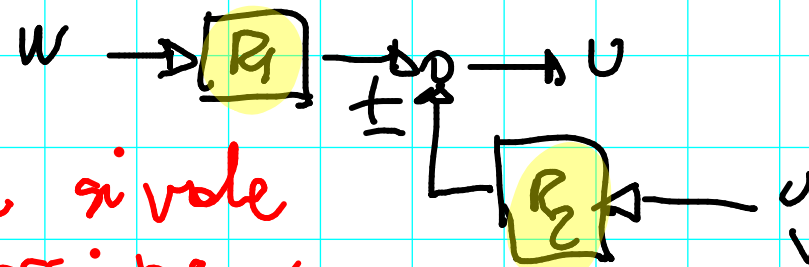
• concetto base: il regolatore è fatto in modo che

$$\frac{U}{W} \neq -\frac{U}{Y}$$

1 gold



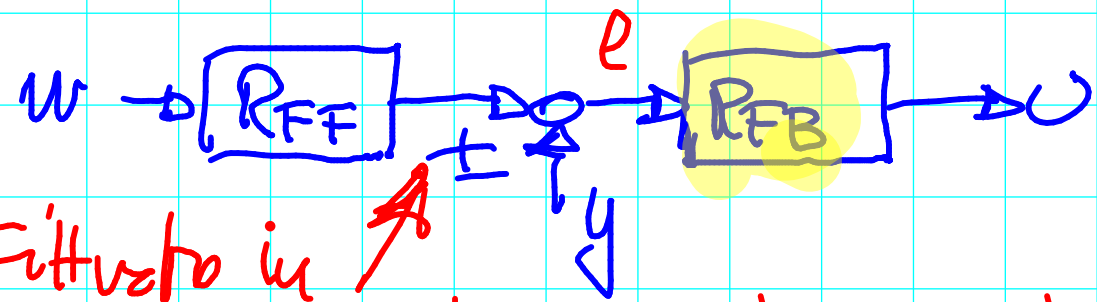
2 gold



ma va bene se si vuole
che e (w-y) passi per un
blocco (R sopra) non AS

$$U/W = R_1$$

$$U/Y = -R_2$$



$$\frac{U}{W} = R_{FF} R_{FB}$$

$$\frac{U}{Y} = -R_{FB}$$

RUA1: R_{FB} stat. AC e reieq. distrib. e ω_c max possibile

R_{FF} "sopra" "risposta al set point"

si Filtra in modo da avere le risposte veloci

Esercizi 4 tipi

Variazioni sul tema

dato $P(s)$ trova R_{FB} in modo che

e poi determinare R_{FF} in modo che

quello che sarebbe lo sens.
complementare col solo zero
a 1 golo, cioè con $R_{FF} = 1$

si calcola $T = \frac{R_{FB} T}{1 + R_{FB} P}$

e poi si decide un T desiderato e si calcola $R_{FF} = \frac{T_{desiderato}}{T_{CL}}$
con cui proviamo a vedere se R_{FF} viene o non realizzabile

SI PUO' FARE
per cancellare
col metodo di ~~Bode~~

circulo limiti e prestazioni sono = Fase non minima

E 14

$$P(s) = \frac{1 - 0,15}{(1+s)^2}$$

Rq. 2goll

Voglio $T_{CL} \approx \frac{1}{1+2s}$

e $T \approx \frac{1}{1+10s}$

$R_{FF}, R_{FB}?$

$R_{FB}: \text{Voglio } T_{CL} = \frac{1}{1+2s} \Rightarrow L = \frac{1}{2s}$

MA NON POSSO CANCELLARE LO ZERO ADX
D/P

Quindi nella L volute quello zero $\pi E \in \mathbb{C}$ ~~DEU~~
 TENER È e useri

$$L = \frac{1}{2s} \frac{1-0,15}{1+s/5}$$

\uparrow
 $\omega_c = 0,5$

\rightarrow gruppo polo
 \supset no ω_c

$$R_{FB} = \underbrace{\frac{1}{2s} \frac{\cancel{1-0,15}}{1+s/5}}_L \cdot \underbrace{\frac{(1+s)^2}{\cancel{1-0,15}}}_{1/p} = 0,5 \frac{(1+s)^2}{s(1+s/5)}$$

$$\# \text{pol} L \geq \# \text{pol} P = 1$$

Quindi

$$T_{CL} = \frac{L}{1+L} = \frac{L_u}{L_u + L_d} = \frac{1-0,15}{D(s)}$$

ecco lo zero de
un sistema

RFF:

$$T_{volut_2} = \frac{1}{1+10s}$$

Ma anche più dove tenermi lo zero ≥ 1

Quindi

$$T_{volut_2} = \frac{1}{1+10s} \frac{1-0,15}{1+s}$$

valore Cost-di
tempo dominato
di 10 s

efficienza 10 volte + veloce

$$R_{FF} = \frac{T_{volut_2}}{T_{CL}} = \dots$$

□