

ESEMPIO DI SINTESI PER TENTATIVI

Asservimento in continua
Stesse specifiche a regime
Due set di specifiche al transitorio
Confronto tra i risultati

IL PROCESSO DA CONTROLLARE

Asservimento di velocità

Caratteristiche:

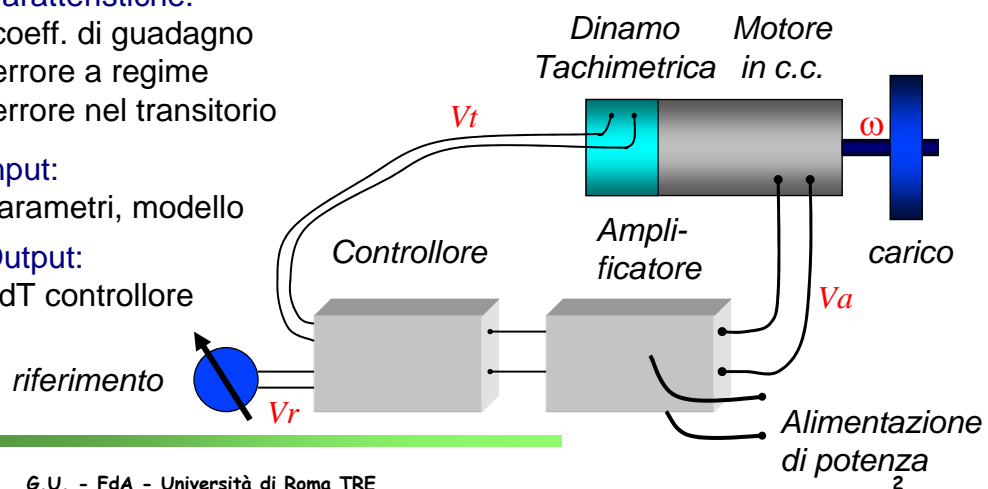
- coeff. di guadagno
- errore a regime
- errore nel transitorio

Input:

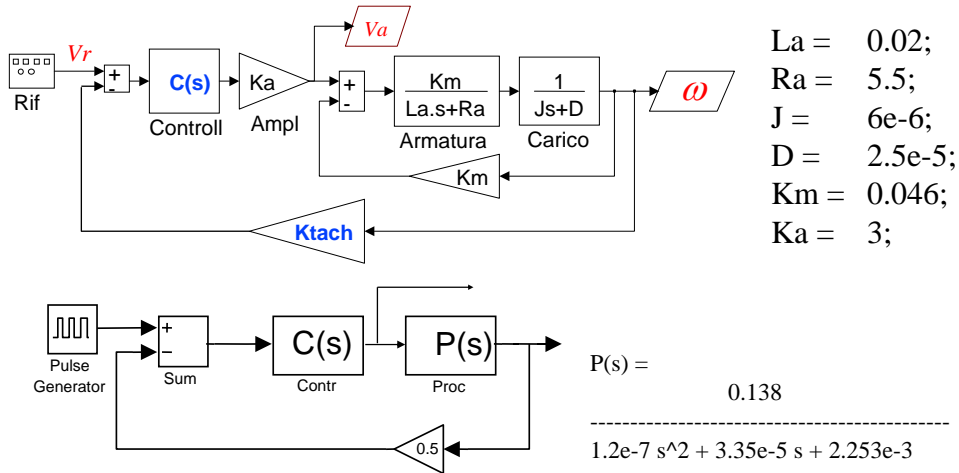
parametri, modello

Output:

FdT controllore



MODELLO



SPEC. A REGIME

$$P(s) = \frac{0.138}{1.2e-7 s^2 + 3.35e-5 s + 2.253e-3} \quad K_p = 62$$

Coeff. di Guadagno: $K_d = 2$ \rightarrow $K_{tach} = H = 0.5$

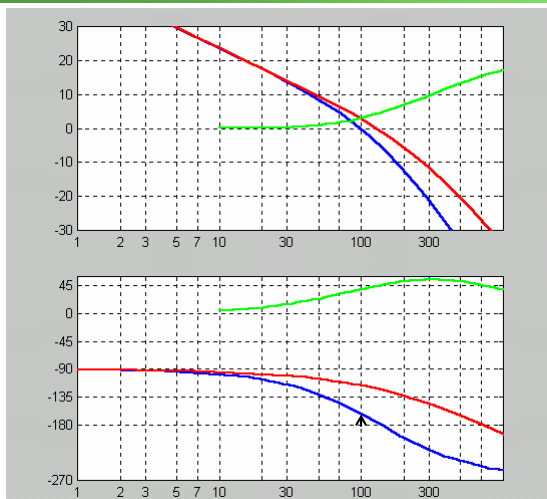
Errore per $y(t) = 0.1 * t$: \rightarrow un polo nell'origine
 $e < 0.5^\circ/s$ ($\approx 0.8e-3 \text{ rad/s}$)
 $K_F > 0.1 * 1000 / 0.8 = 125$
 $K_C > 125 / (0.5 * 62) = 4$
 $K_C = 5$

SPEC. AL TRANSITORIO 1

$B_{-3} \geq 30 \text{ Hz}$ da $1.26\omega_T < \omega_3 < 2.52\omega_T$
 si ha $\omega_3/2 < 1.26\omega_T < \omega_3$
 cioè $\omega_T = 75 \dots 150 \text{ rad/s}$
 $\omega_T \geq 100 \text{ rad/s}$

$M_R \leq 3 \text{ dB}$ da $m_\varphi \geq 60^\circ * (1 - 0.1 * M_R)$
 si ha $m_\varphi \geq 42^\circ$

SCELTA DELLA RETE



ω_T originale: al limite
 m_φ originale: piccolo

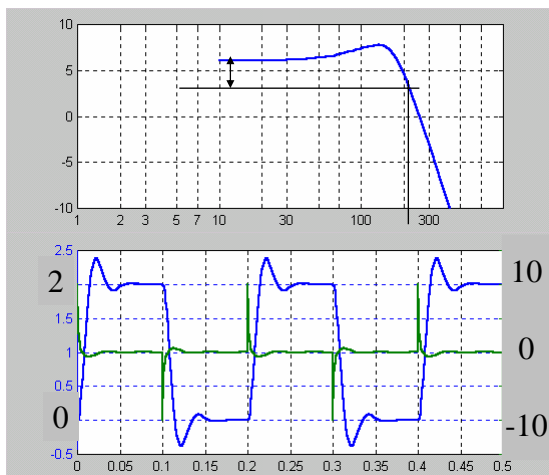


anticipatrice
 in grado di
 innalzare la fase di
 oltre 40°

Zero della rete in $\omega = 100$
 per modificare poco ω_T

$$\frac{5}{s} \frac{0.01s + 1}{0.001s + 1}$$

A CICLO CHIUSO..



6dB = 2 (vedi specifiche)
 max = 8dB
 $M_R = 2$ dB

$B_{-3} = 210/2\pi$ Hz = 48 Hz
 (un po' troppo,
 si potrebbe aggiungere
 un'attenuatrice)

Accelerazione ==>
 Impulsi al motore (± 10)

SPEC. AL TRANSITORIO 2

$B_{-3} \geq 4$ Hz da $1.26\omega_T < \omega_3 < 2.52\omega_T$

si ha $\omega_3/2 < 1.26\omega_T < \omega_3$

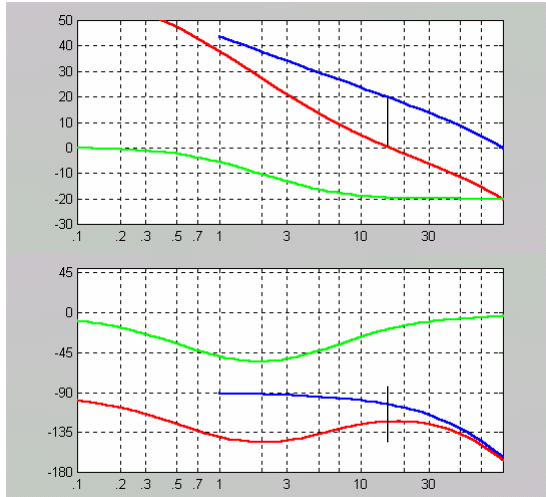
cioè $\omega_T = 13 \dots 25$ rad/s

$\omega_T \geq 15$ rad/s

$M_R = 3$ dB da $m_\varphi \geq 60^\circ \cdot (1 - 0.1 \cdot M_R)$

si ha $m_\varphi \geq 42^\circ$

SCELTA DELLA RETE



ω_T originale: grande
 m_ϕ originale: piccolo



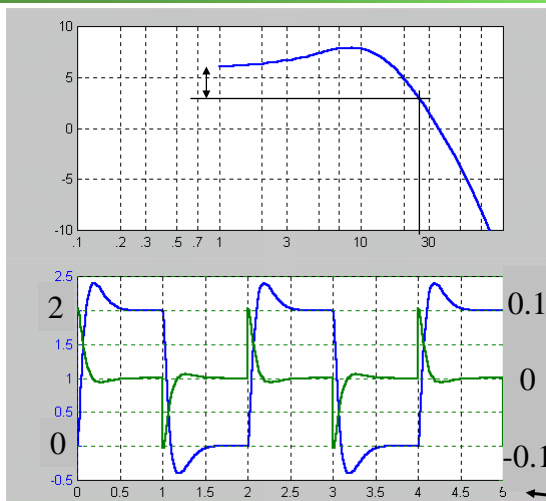
attenuatrice
 in grado di
 ridurre i moduli
 di 20 dB.
 $M_\phi \text{ orig} = 80^\circ$
 riduz. ammiss. = 30°

$$\frac{5}{s} \frac{0.2s + 1}{2s + 1}$$

G.U. - FdA - Università di Roma TRE

9

.. A CICLO CHIUSO



Scale di tempo e frequenza
 diverse dalle precedenti !

Molto più lento,
 $25/2\pi = 4 \text{ Hz}$

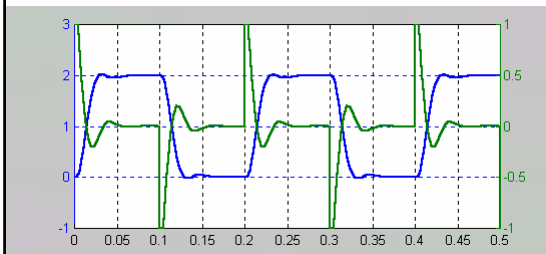
Ma lo sforzo è 100 volte
 più piccolo:
 Accelerazione ==>
 Impulsi al motore (± 0.1)

t : 10 volte più lungo!

G.U. - FdA - Università di Roma TRE

10

E SE SATURA L'AMPLIFICATORE?



ancora il caso dell'anticipatrice,
ma l'amplificatore satura a 1.

Il transitorio rallenta, ma
il sistema rimane stabile

Spesso una saturazione nel loop -- che intervenga solo nei transitori --
non pregiudica il "buon funzionamento" di sistemi stabili a anello aperto.

PASSAGGIO A TEMPO DISCRETO (CASO DELL'ATTENUATRICE)

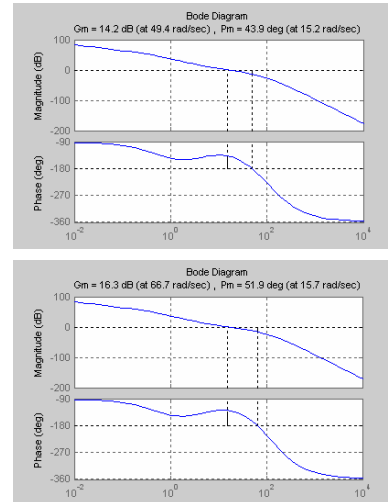
discretizzazione del controllore
verifiche
simulazione

SCELTA DEL TEMPO DI CAMPIONAMENTO

- F_c circa 10 volte la banda passante (4Hz)
- Inizialmente $M_\phi = 61^\circ$
- Verifichiamo il M_ϕ approssimando ZOH con

$$T(s) \cong \frac{1}{1+sT_c}$$

- $T_c=0.02$ riduce il M_ϕ di 17° , troppo, usiamo $T_c=0.01$



DISCRETIZZAZIONE

- Discretizziamo il controllore con Tustin, che dà una miglior fedeltà per la risposta armonica

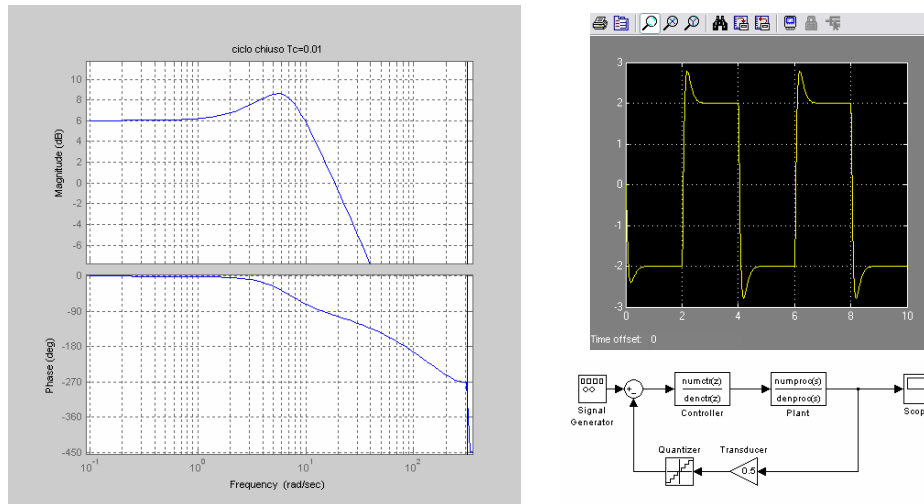
$$\frac{5}{s} \frac{0.2s+1}{2s+1} \quad \Rightarrow \quad \frac{(2.556z^2 + 0.1247z - 2.431)10^{-3}}{z^2 - 1.995z + 0.995}$$

- Per verificare il risultato, trasformiamo anche il processo (comprendendo lo ZOH)

$$(1-z^{-1}) Z \left[\frac{1}{s} \frac{0.138}{1.2E-7 s^2 + 3.35E-5 s + 2.253E-3} \right] \quad \Rightarrow \quad \frac{12.06z + 4.735}{z^2 - 0.5129z + 0.06132}$$

da implementare !

RISULTATO A CICLO CHIUSO



G.U. - FdA - Università di Roma TRE

15

EQUAZIONE ALLE DIFFERENZE

- Il risultato è soddisfacente, passiamo all'implementazione

$$\frac{(2.556z^2 + 0.1247z - 2.431)10^{-3}}{z^2 - 1.995z + 0.995} = \frac{(2.556 + 0.1247z^{-1} - 2.431z^{-2})10^{-3}}{1 - 1.995z^{-1} + 0.995z^{-2}}$$

- da cui

$$v_k = 1.995 v_{k-1} + 0.995 v_{k-2} + 10^{-3} (2.556 e_k + 0.1247 e_{k-1} - 2.431 e_{k-2})$$

- attenzione: serve una grande precisione perché i valori dell'ingresso e abbiano qualche cifra significativa nella somma!

G.U. - FdA - Università di Roma TRE

16