

**MOLARI STEFANO 727197**

**(a) Progettare il controllore attraverso il metodo della discretizzazione (tustin) tale che siano rispettate le seguenti specifiche**

```
close all
clear all
clc

% inserisco il sistema
num=4*[1 2]
den=conv([2 1],[4 1]);
G=tf(num,den)

% G =
%
%      4 s + 8
%  -----
%  8 s^2 + 6 s + 1

% inserisco lo ZOH utilizzando padé
Tc=0.001;
Gzoh=tf(1,[0.5*Tc 1])

% zoh =
%
%      1
%  -----
%  0.0005 s + 1

% calcolo il sottosist4ema analogico

Ga=G*Gzoh

% Ga =
%
%      4 s + 8
%  -----
%  0.004 s^3 + 8.003 s^2 + 6 s + 1

% progetto il controllore su Ga

% devo rispettare le specifiche nel tempo:
% 1.L'errore a regime a fronte di un riferimento a scalino
% deve essere pari a 0
%   per fare ciò devo vedere se è presente un integratore in Ga, in caso
%   non ci sia lo aggiungo io

% 2.1 sistema controllato abbia un comportamento più simile possibile
%   a quello di un sistema del primo ordine che arriva a regime
% in un tempo T = 0.5 s.
%   per fare ciò devo avere PM>75 gradi, così si comporta come un sistema
%   del primo ordine
% T=0.5 =5/cost_tempo
% cost_tempo =0.5/5=1/10
% polo=-1/cost_tempo
% quindi wc>10 rad/s
```

```

% 3.il disturbo a w=100 deve essere attenuato di almeno 30dB

% utilizzo sisotool digitando in command window:
% sisotool(Ga)

% inserisco manualmente un integratore
% ho un Pm troppo basso
% adesso, partendo da sinistr averso destra,
% compenso i primi due poli con due zeri per migliorare il margine di fase
% compenso lo zero con un polo per aumentare la pendenza del modulo
% aggiungo un polo tra wc e w=100, per far in modo di avere -30dB a w=100
% aggiusto il guadagno

% ottengo PM=72 gradi, avrei dovuto tenerlo maggiore di 75 ma osservando la
% risposta nel tempo si comporta lo stesso come un sistema del primo
% ordine, senz sovraelongazioni
% Wt=10.1 rad/s
% il sistema ottenuto è causale.

% esporto il controllore
% è in formato zpk, lo converto in tf scrivendo in command window:
% C=tf(C)

% C =

%      638.1 s^2 + 481 s + 80.98
%      -----
%      s^3 + 31.93 s^2 + 65.71 s

% lo salvo scrivendo in command window:
% save C_file C
load C_file C
% lo discretizzo utilizzando tustin
Cd=c2d(C,Tc,'tustin')

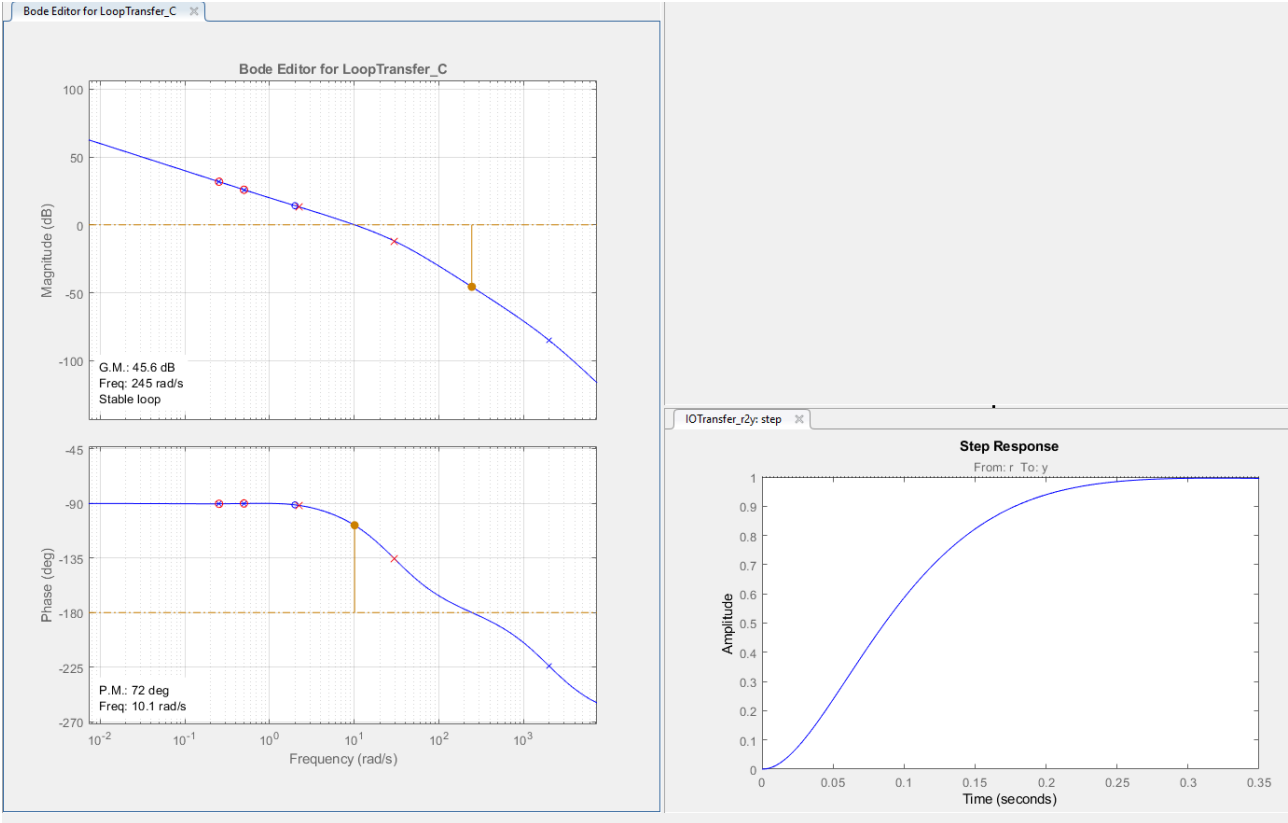
% Cd =
%
%      0.3142 z^3 - 0.3139 z^2 - 0.3142 z + 0.3139
%      -----
%      z^3 - 2.969 z^2 + 2.937 z - 0.9686
%
% Sample time: 0.001 seconds
% Discrete-time transfer function.

% apro simulink digiando da command window:
% simulink

% osservo che le specifiche nel tempo vengono rispettate.

```

Sisotool(Ga)



Compensator Editor

Compensator

C = 1.2324 x  $\frac{(1 + 3.9s)(1 + 2s)}{s(1 + 0.45s)(1 + 0.034s)}$

Pole-Zero Parameter

Dynamics

Type	Location	Damping	Frequency
Integrator	0	-1	0
Real Zero	-0.254	1	0.254
Real Pole	-2.21	1	2.21
Real Pole	-29.7	1	29.7
Real Zero	-0.5	1	0.5

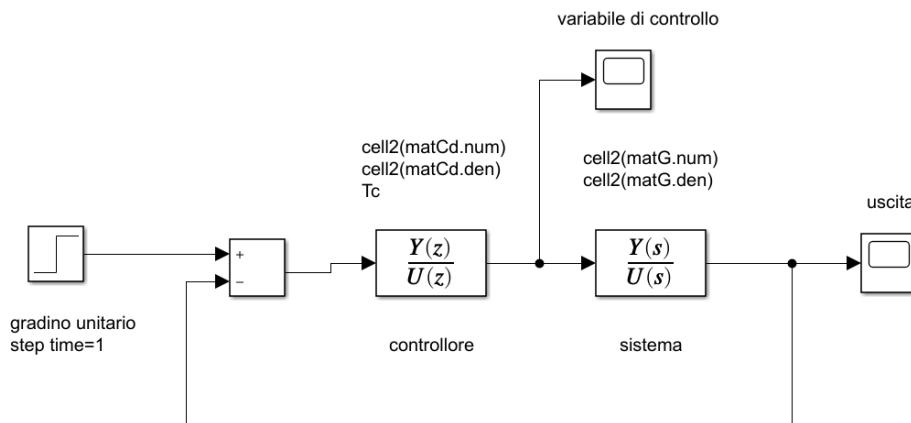
Right-click to add or delete poles/zeros

Edit Selected Dynamics

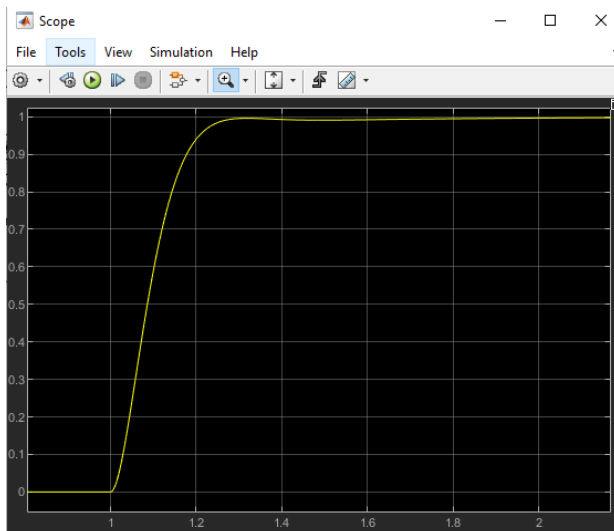
Select a single row to edit values

Help

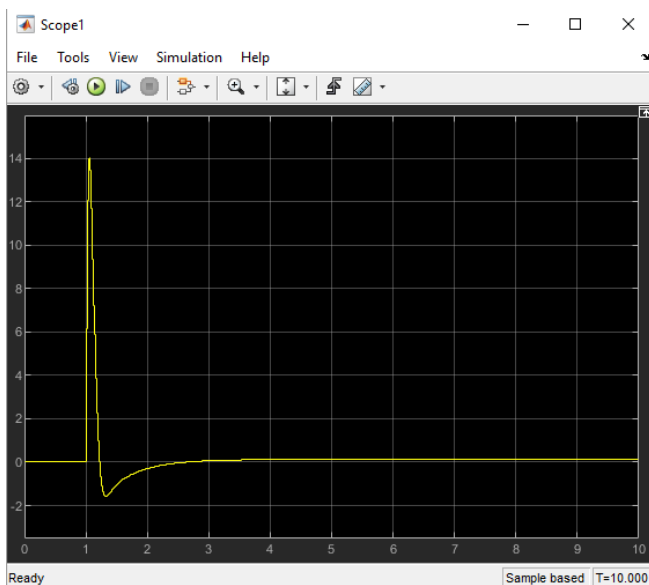
**(b) Simulare il sistema controllato con il controllore progettato in (a) a fronte di un ingresso a scalino unitario e disturbo nullo.**



Uscita



Variabile di controllo



**(c) Indicare se il tempo di campionamento indicato è in linea con le specifiche e le caratteristiche del sistema, motivando la risposta.**

Il tempo di campionamento dato è

$$T_c = 0.001 \text{ s}$$

La più alta specifica frequenziale è  $\omega = 100 \text{ rad/s}$

Calcolo il corrispettivo tempo di campionamento

$$T_{c1} = (2\pi)/(5*\omega) = (2\pi)/(5*100) = 0,01256 \text{ s}$$

$T_c < T_{c1}$  , quindi il tempo di campionamento indicato è in linea con le caratteristiche del sistema.