

# Corso di regolazione e Controllo dei sistemi meccanici

Università di Genova, Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria meccanica, Sede di La Spezia

Esempio di variazione della risposta di un sistema dinamico dopo l'introduzione di un regolatore PID. L'esempio è svolto in ambiente MATLAB, con comandi evidenziati in grassetto.

```
>> sys=tf(1,[5,6,1])           % definizione del sistema da regolare
Transfer function:
      1
-----
5 s^2 + 6 s + 1

>> ti =2                       % costante di tempo integrale del reg. PID
ti = 2

>> kp=19                         % guadagno del reg. PID
kp = 19

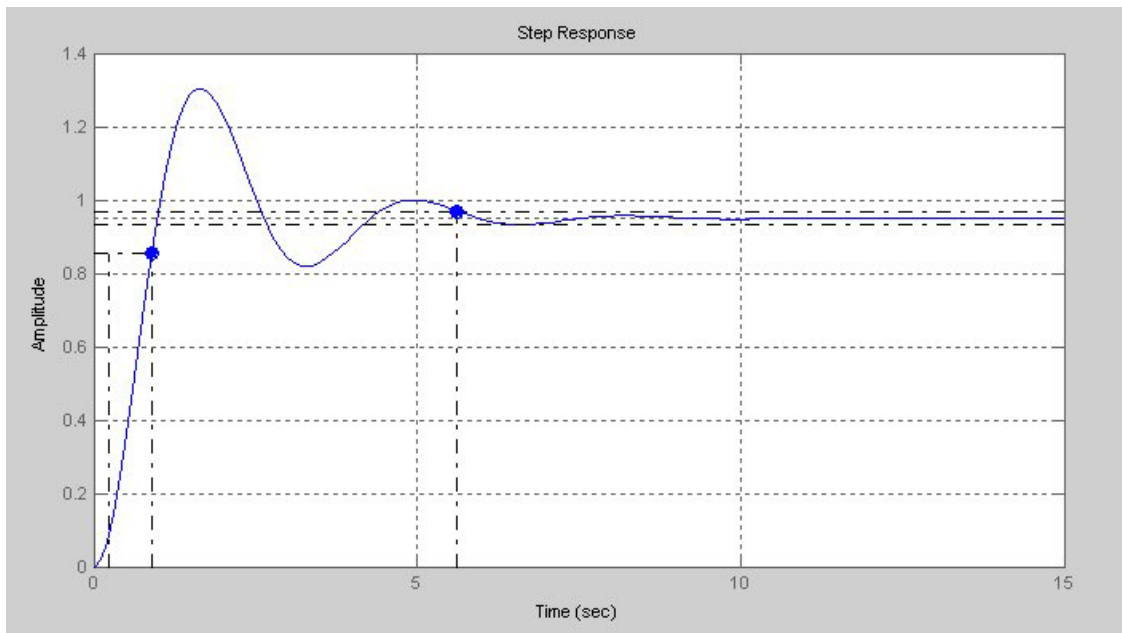
>> td=4/19                       % costante di tempo derivativa del reg. PID
td = 0.2105

% CONTROLLO PROPORZIONALE (P)

>> psys=kp*sys                   % % FT in c.a. con solo controllo proporzionale
Transfer function:
      19
-----
5 s^2 + 6 s + 1

>> psyscc =feedback(psys,1)       % FT in ciclo chiuso con solo controllo proporzionale
Transfer function:
      19
-----
5 s^2 + 6 s + 20

>> step(psyscc)                 % risp. a step del ciclo chiuso con solo controllo proporzionale
```



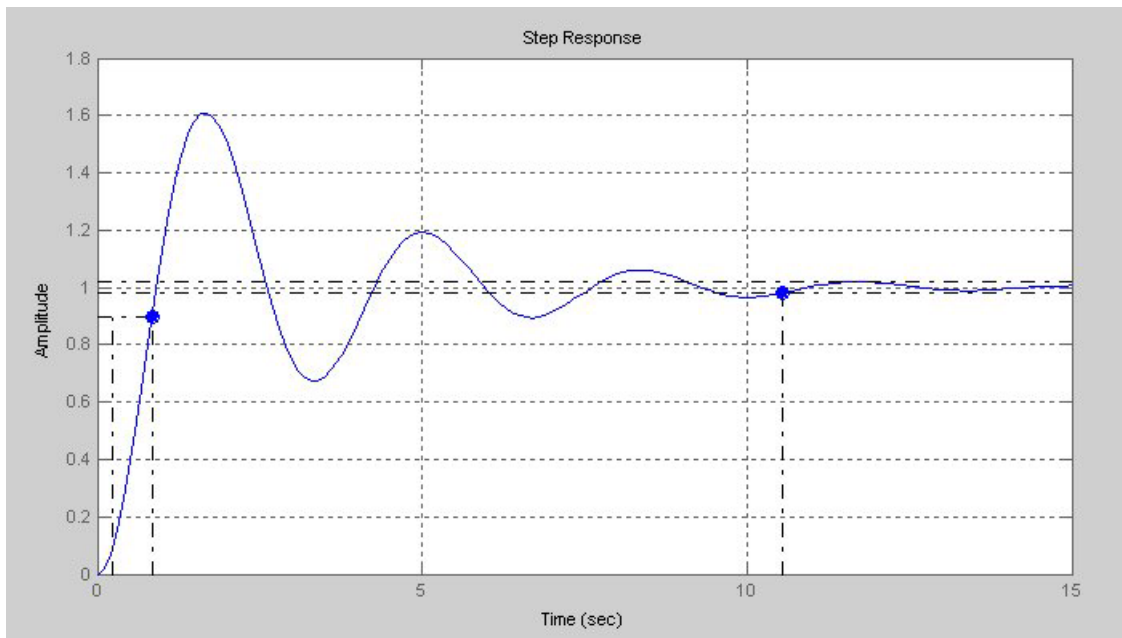
## % CONTROLLO PROPORZIONALE INTEGRALE (PI)

```
>> integr=tf(1,[1 0])           % definizione integratore
Transfer function:
1
-
s

>> pisy=kp*(1+integr/ti)*sys    % FT in c.a. con CONTROLLO PI
Transfer function:
19 s + 9.5
-----
5 s^3 + 6 s^2 + s

>> pisycc =feedback(pisy,1)     % FT in ciclo chiuso con contr. PI
Transfer function:
19 s + 9.5
-----
5 s^3 + 6 s^2 + 20 s + 9.5

>> step(pisycc)                 % risp. a step del ciclo chiuso con contr. PI.
```



!!! ATTENZIONE ALLE SCALE DEI GRAFICI !!! (la soluzione PI ha molto più overshoot della soluzione P, ma come ben noto, errore nullo a regime)

% CONTROLLO PROPORZIONALE DERIVATIVO (PD)

```
>> der=tf([1 0],1)           % definizione derivatore
```

```
Transfer function:  
s
```

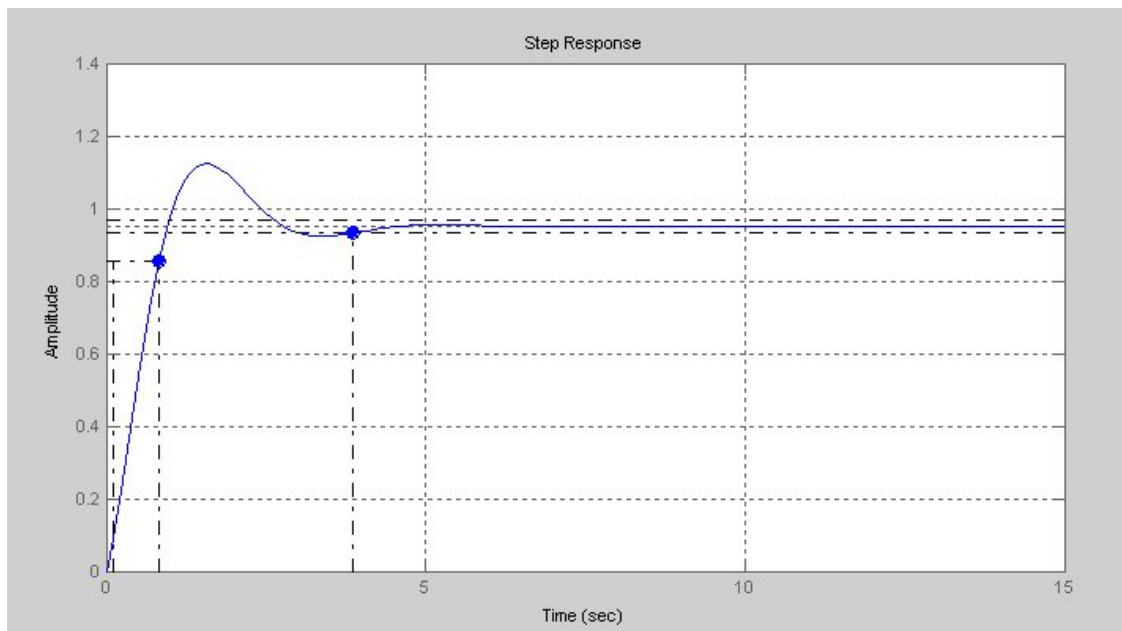
```
>> pdsys=kp*(1+td*der)*sys   % FT in c.a. con CONTROLLO PD
```

```
Transfer function:  
4 s + 19  
-----  
5 s^2 + 6 s + 1
```

```
>> pdsyscc=feedback(pdsys,1) % FT in ciclo chiuso con contr. PD
```

```
Transfer function:  
4 s + 19  
-----  
5 s^2 + 10 s + 20
```

```
>> step(pdsyscc,0:0.1:15)   % risp. a step del ciclo chiuso con contr. PD.
```



% CONTROLLO PROPORZIONALE-ITEGRALE-DERIVATIVO (PID)

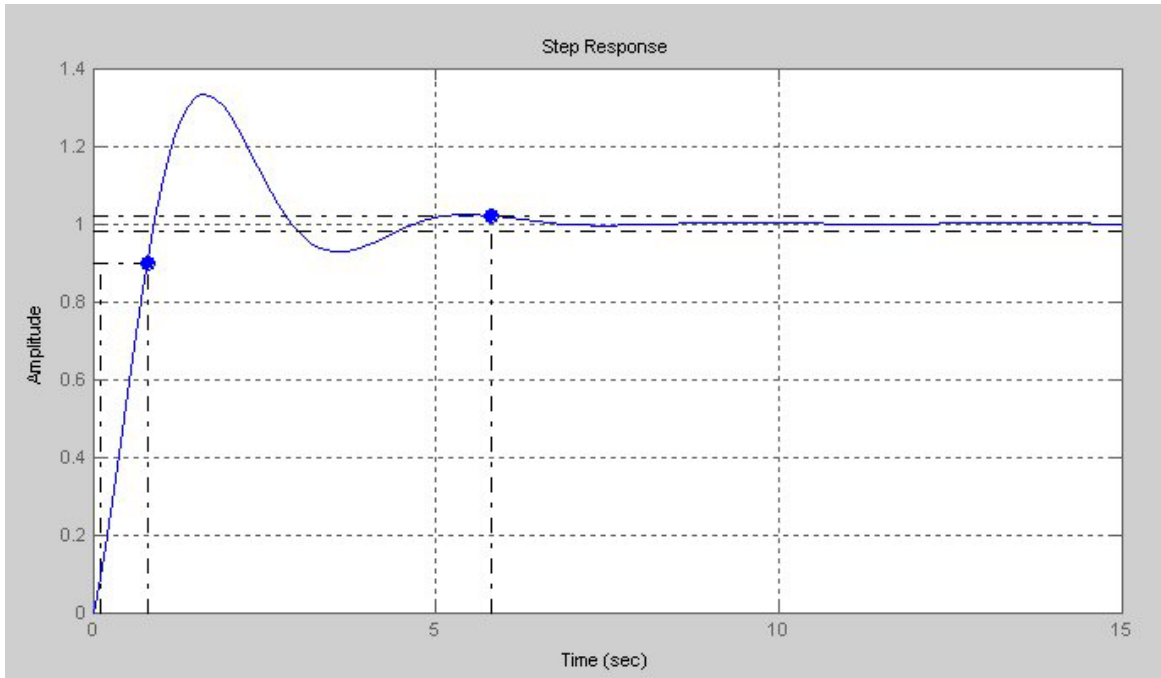
```
>> pidsys=kp*(1+integr/ti+td*der)*sys   % FT in c.a. con CONTROLLO PID
```

```
Transfer function:  
4 s^2 + 19 s + 9.5  
-----  
5 s^3 + 6 s^2 + s
```

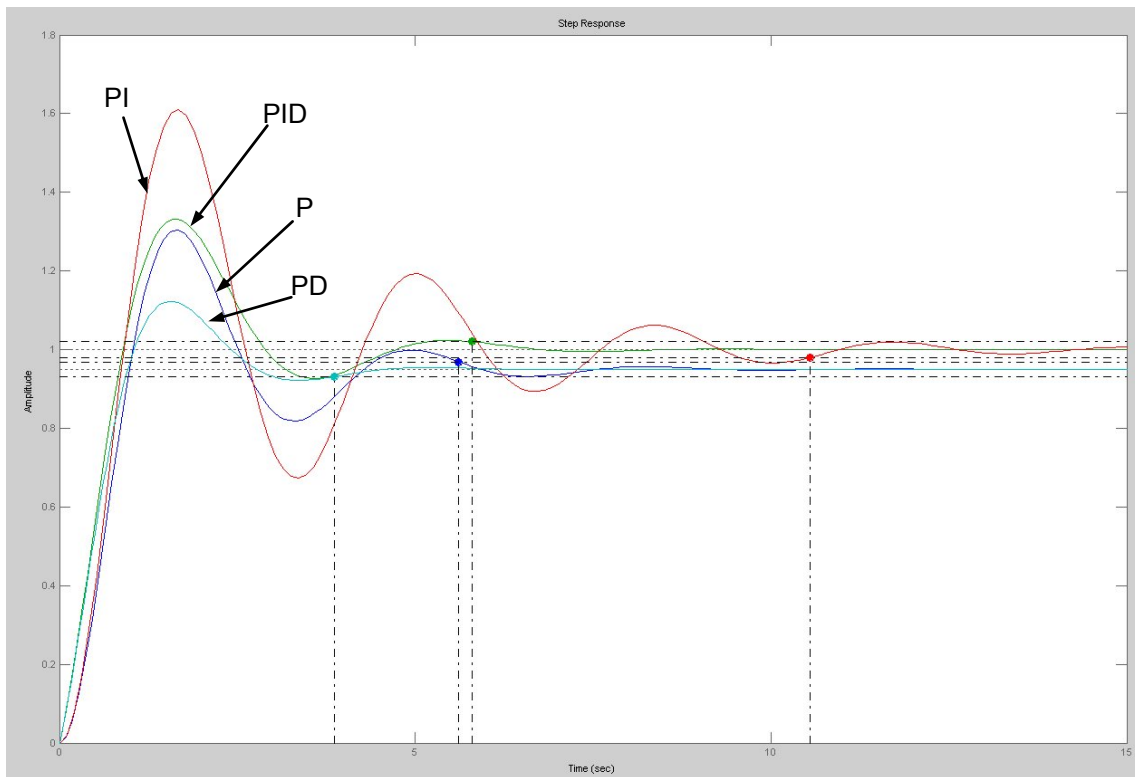
```
>> pidsyscc=feedback(pidsys,1) % FT in ciclo chiuso con contr. PID
```

```
Transfer function:  
4 s^2 + 19 s + 9.5  
-----  
5 s^3 + 10 s^2 + 20 s + 9.5
```

```
>> step(pidsyscc,0:0.1:15) % risp. a step del ciclo chiuso con contr. PID.
```



Il grafico sottostante contiene gli andamenti della risposta a gradino di spazio dei sistemi in ciclo chiuso, con i vari tipo di regolatore: analizzare le caratteristiche delle varie curve (transitorio e risposta a regime), in funzione delle proprietà dei vari regolatori.



Visualizzare i diagrammi di Bode delle varie funzioni di trasferta in ciclo aperto e associarne le caratteristiche principali ( $K_p$ , MF, pulsazione di taglio, MG) con le forme delle rispettive risposte in ciclo chiuso date nella figura soprastante.