CONTROLLO DIGITALE
LAUREA TRIENNALE IN ING. INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE– A.A. 2017/2018
LAUREA MAGISTRALE IN ING. ELETTRICA – A.A. 2017/2018

APPELLO 09/02/2018

QUESITO A

Sia assegnata la seguente equazione alle differenze:

$$y(k) - 1.3679y(k-1) + 0.3679y(k-2) = 0.3679u(k-1) + 0.2642u(k-2)$$

con $y(k) = 0$ per $k \leq 0$, ed ingresso $u(k)$ dato da:

$$u(k) = 0 \quad \text{per } k < 0 \text{ e } k > 2$$
$$u(0) = 1$$
$$u(1) = 0.2142$$
$$u(2) = -0.2142$$

- Si determini la Z- trasformata del segnale $u(k)$
- Si determini la Z- trasformata del segnale $y(k)$
- Si determini il campione n. 15 del segnale $y(k)$

QUESITO B

Si calcoli la Z-trasformata del segnale discreto ottenuto campionando con periodo $T = 0.5s$ il segnale continuo $x(t) = 5 \cdot \left|sin\left(\frac{\pi t}{2}\right)\right|$.

QUESITO C

Sia assegnato il sistema in figura 1, con $G_p(z) = K\frac{z+0.3}{(z+0.9)(z-0.9)(z+3)}$. Adottando un metodo a scelta, si studi la stabilità del sistema al variare di $K > 0$, specificando esattamente (per ciascun intervallo di valori di K) il numero di poli all'interno, all'esterno, e sul cerchio di raggio unitario.

QUESITO D

Sia assegnato il sistema in figura 2, con $G_p(s) = \frac{e^{-s}}{s+0.2}$ e $H_0(s)$ ricostruttore di ordine 0. Si progetti un regolatore digitale $D(z)$ in grado di garantire, per un ingresso a gradino, che l'uscita del sistema in anello chiuso si assesti al valore di regime nel tempo minimo con errore nullo. Si assuma un periodo di campionamento par a 1 s.

~ * ~ * ~ * ~ * ~

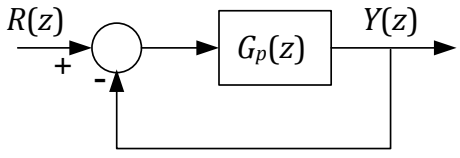


Figura 1

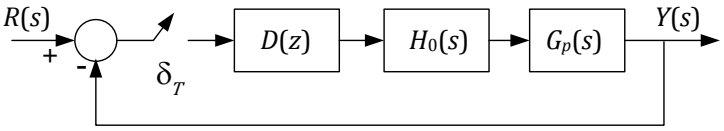


Figura 2

CONTROLLO DIGITALE
LAUREA TRIENNALE IN ING. INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE– A.A. 2017/2018
LAUREA MAGISTRALE IN ING. ELETTRICA – A.A. 2017/2018

APPELLO 17/04/2018

QUESITO A

Sia assegnato il sistema descritto dalla seguente equazione alle differenze:

$$y(k) - 1.5y(k-1) + 0.5y(k-2) = K_P u(k-1)$$

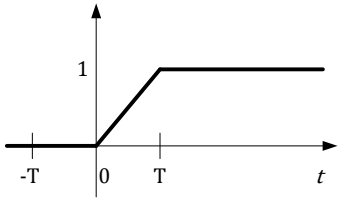
1. Si determini la funzione di trasferimento del sistema;
2. Si determini l'espressione della risposta del sistema al segnale $u(k) = |cos(k\pi)|$ (attraverso il calcolo dell'anti-trasformata); si dica se per $k \to \infty$ la risposta è convergente, divergente, o limitata;
3. Supponendo di chiudere il sistema in retroazione unitaria, si studi la stabilità al variare di K_P con un metodo a scelta.

QUESITO B

Sia assegnato il segnale $x(k) = \sum_{i=0}^{k} 0.5^{iT} \cdot cos(2iT)$, con $T = 1.57$. Si calcoli la Z–trasformata del segnale $x(k)$ (*Suggerimento: si rammenti il teorema della convoluzione reale*).

QUESITO C

La risposta di un ricostruttore ad un **gradino** discreto unitario (applicato nell'istante 0) è riportata in figura:



Si determini la funzione di trasferimento del ricostruttore. Si commenti il risultato ottenuto.

QUESITO D

La funzione di trasferimento di un regolatore continuo ottenuto mediante sintesi per discretizzazione è:

$$D_c(s) = 5\,\frac{s + 0.5}{s(s+2)}$$

Ipotizzando un periodo di campionamento pari a 1s, si determini il corrispondente regolatore digitale impiegando:

1. Il metodo dell'invarianza della risposta al gradino;
2. Il metodo per corrispondenza poli-zeri;
3. Si scriva l'equazione alle differenze corrispondente a ciascuno dei controllori di cui ai punti 1. e 2.

CONTROLLO DIGITALE
LAUREA TRIENNALE IN ING. INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE– A.A. 2017/2018
LAUREA MAGISTRALE IN ING. ELETTRICA – A.A. 2017/2018

APPELLO 29/05/2018

QUESITO A

Sia assegnato il sistema descritto dalla seguente equazione alle differenze:

$$y(k) - 0.7y(k-1) + 0.1y(k-2) = u(k-2)$$

1. Si determini la funzione di trasferimento del sistema;
2. Si calcoli la risposta del sistema ad un gradino unitario (attraverso il calcolo dell'anti-trasformata) utilizzando esclusivamente il metodo dello sviluppo in fratti semplici; se ha senso, si determini il valore dell'uscita a regime.

QUESITO B

Sia dimostri la relazione seguente, con periodo di campionamento T:

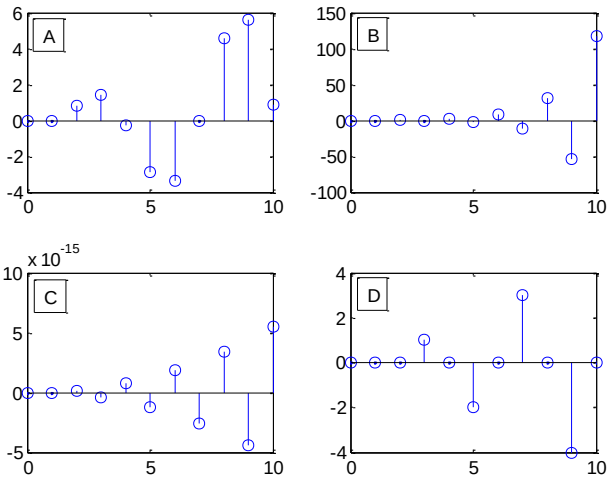
$$Z\{cos(\omega t)\} = \frac{z\big(z - cos(\omega T)\big)}{z^2 - 2zcos(\omega T) + 1}$$

QUESITO C

I grafici in figura mostrano le risposte nel tempo dei 4 sistemi discreti seguenti (con periodo di campionamento $T = 1s$):

A. $G(z) = \frac{1}{z+0.5}$ B. $G(z) = \frac{1}{z^2+z-2}$

C. $G(z) = \frac{1}{z^2+1}$ D. $G(z) = \frac{1}{z+1}$



Motivando adeguatamente la risposta, si associno gli ingressi seguenti (opportunamente campionati) a ciascuno di essi:

1. $Gradino\ unitario$
2. $k \cdot sin\left(k\frac{\pi}{2}\right)$
3. $sin\left(k\frac{\pi}{2}\right)$
4. $sin(k\pi)$

QUESITO D

Si vuole controllare in retroazione un processo descritto dalla funzione di trasferimento seguente:

$$G_P(s) = \frac{1}{s+1}$$

Si scelga l'intervallo di campionamento T e, in corrispondenza, si determini l'equazione alle differenze ottenuta discretizzando un PID mediante la regola di Tustin (sia per l'azione integrale che per quella derivativa), lasciando K_P, T_I e T_D come parametri liberi.

CONTROLLO DIGITALE
LAUREA TRIENNALE IN ING. INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE– A.A. 2017/2018
LAUREA MAGISTRALE IN ING. ELETTRICA – A.A. 2017/2018

APPELLO 14/06/2018

QUESITO A

Sia assegnato il sistema descritto dalla funzione di trasferimento discreta $G(z) = \frac{1}{(z^4-2)}$

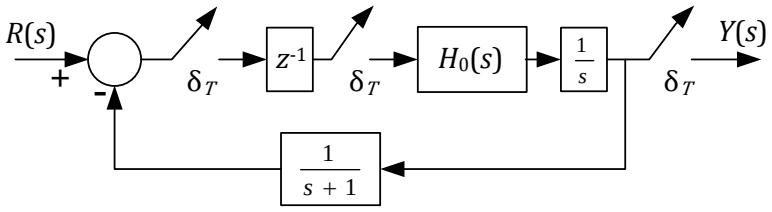
Dopo aver chiuso il sistema in retroazione unitaria:

- Si analizzi la stabilità specificando il numero di poli stabili, instabili, semplicemente stabili;
- Giustificando adeguatamente la risposta, si dica quali segnali applicati in ingresso al sistema ne fanno divergere l'uscita;
- Si calcolino i primi 3 campioni della risposta all'impulso del sistema utilizzando il metodo computazionale.

QUESITO B

Assegnato il sistema in figura, assumendo un passo di campionamento pari a $T = 0.5s$:

- Si determini (se possibile) la funzione di trasferimento discreta che lega campioni dell'ingresso a campioni dell'uscita;
- Si scriva l'equazione alle differenze corrispondente alla funzione di trasferimento di cui al punto precedente.



QUESITO C

Un sistema digitale chiuso in retroazione unitaria presenta la seguente risposta ad una rampa unitaria discreta (*N.B. La risposta è quella del sistema già chiuso in retroazione*):

$$y(k) = 2 \cdot (0.5)^{k-1} \cdot 1(k-1) + (k-1) \cdot 1(k-1) - 2 \cdot 1(k-1)$$

ove $1(k)$ rappresenta il gradino unitario discreto. Giustificando adeguatamente le risposte, assumendo un passo di campionamento pari a $T = 1s$,

- Si stabilisca se il sistema chiuso in retroazione sia asintoticamente stabile, instabile, semplicemente stabile;
- Si determini il tipo del sistema;
- Supponendo di definire l'errore come $e(k) = u(k) - 0.8 \cdot y(k)$, si calcolino gli errori di posizione, velocità e accelerazione a regime.

QUESITO D

Sia assegnato un sistema caratterizzato dalla f.d.t. discreta in anello aperto $G(z) = \frac{4}{z-0.5}$.

- Ipotizzando un ingresso a gradino unitario, si progetti per il sistema un regolatore utilizzando la metodologia *dead-beat con specifica diretta sul controllo*.
- Dopo aver effettuato il progetto del regolatore, si determinino:
    - la posizione dei poli del sistema in anello chiuso;
    - l'uscita del regolatore al passo di campionamento 18;
    - l'uscita del sistema chiuso in retroazione al passo di campionamento 20;
    - l'errore di posizione e l'errore di accelerazione.

CONTROLLO DIGITALE
LAUREA TRIENNALE IN ING. INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE– A.A. 2017/2018
LAUREA MAGISTRALE IN ING. ELETTRICA – A.A. 2017/2018

APPELLO 02/07/2018

QUESITO A

Sia assegnato il sistema caratterizzato dalla seguente funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{z}{z^2 - 0.7z + 0.1}$$

- Se ha senso, si calcoli l'uscita del sistema a regime quando in ingresso è applicato il segnale $r(k) = sin\left(k\frac{\pi}{2}\right)$;
- Con riferimento al punto precedente, si tracci (sullo stesso piano) l'andamento qualitativo dell'uscita e dell'ingresso.

QUESITO B

Sia assegnato un sistema digitale caratterizzato dalla seguente funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{K}{z^4}$$

Dopo aver chiuso il sistema in retroazione unitaria:

- Si studi la stabilità al variare di K utilizzando il metodo del luogo delle radici, specificando esattamente come cambia il numero di poli stabili, instabili, semplicemente stabili.
- Si determini la posizione dei poli in corrispondenza del valore $K = 4$.

QUESITO C

- Si illustri, utilizzando un linguaggio sintetico ed appropriato, cosa si intende per asintotica stabilità, semplice stabilità, instabilità di un sistema lineare tempo-discreto.
- Si specifichi, quindi, in che modo cambiano le caratteristiche di stabilità di un sistema in funzione della molteplicità e della posizione dei poli sul piano complesso z, mostrando come variano l'espressione e l'andamento in funzione del tempo dei modi della risposta all'impulso.

QUESITO D

- Sia assegnato il seguente regolatore continuo:

$$D(s) = 5\frac{(s-1)}{(s^2 + 2s + 2)(s+2)(s+3)}$$

  Si discretizzi il regolatore utilizzando il metodo per corrispondenza poli/zeri, facendo in modo che la funzione di trasferimento discreta sia strettamente propria.

CONTROLLO DIGITALE
LAUREA TRIENNALE IN ING. INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE– A.A. 2017/2018
LAUREA MAGISTRALE IN ING. ELETTRICA – A.A. 2017/2018

APPELLO 25/07/2018

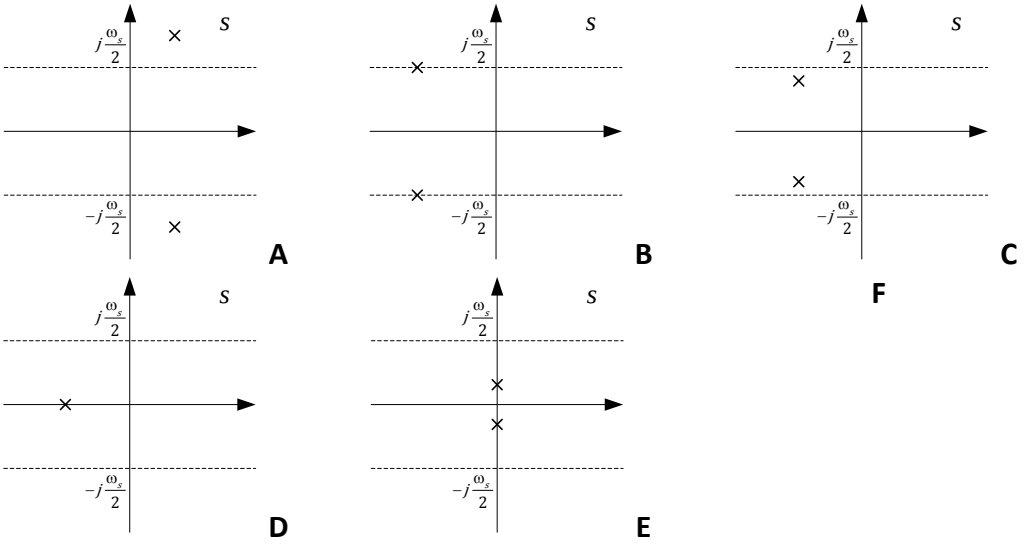
QUESITO A

Sia assegnato il sistema descritto dalla funzione di trasferimento discreta $G(z) = \frac{1}{(z^4+1)}$

- Si calcoli la risposta all'impulso del sistema utilizzando il metodo dello sviluppo in fatti parziali.

QUESITO B

Considerati i poli nel piano s riportati di seguito (indicati con il simbolo ×), con ω_s pulsazione di campionamento, si indichino, giustificando la risposta, le posizioni dei corrispondenti poli nel piano z ottenuti utilizzando la trasformazione $z = e^{sT}$ (con T periodo di campionamento).



QUESITO C

Si enunci e si dimostri il teorema della funzione di risposta armonica discreta.

QUESITO D

- Considerato il sistema in figura, si progetti il regolatore (causale) $D(z)$ in modo che, applicando in ingresso il segnale $r(k) = 5 \cdot \mathbf{1}(k)$, la risposta sia priva di sovraelongazione e raggiunga il riferimento con un tempo di assestamento al 5% inferiore a 1.2 secondi (Suggerimento: nella sintesi è possibile procedere per cancellazione polo/zero).

