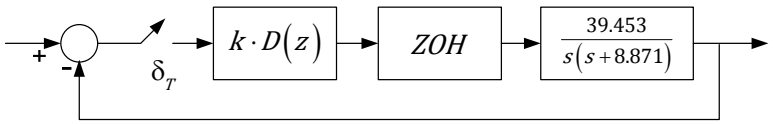
CONTROLLO DEI PROCESSI II

LAUREA TRIENNALE IN **INGEGNERIA INFORMATICA** – A.A. 2007/2008

II ESONERO 9 LUGLIO 2008

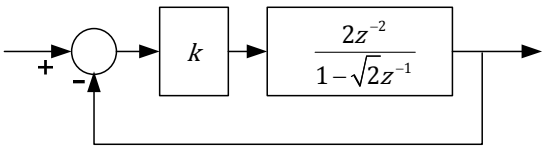
QUESITO A

- Con riferimento alla figura, si determini il valore del guadagno k e si progetti una rete ritardatrice discreta $D(z)$ in modo da soddisfare le seguenti specifiche:
  - T = 0.01s
  - $e_v \leq 1\%$;
  - Margine di fase ≥ 45°.



QUESITO B

- Si analizzi la stabilità in anello chiuso del sistema discreto in figura al variare di k, utilizzando esclusivamente il luogo delle radici. In particolare, si determini per quali valori di k il sistema è stabile, semplicemente stabile, instabile, specificando il numero di poli stabili o instabili;



- Si tracci qualitativamente l'andamento della risposta all'impulso per i valori di k per cui il luogo incontra il cerchio unitario;
- In corrispondenza dei valori di k per i quali la risposta del sistema è oscillatoria permanente, si determini la pulsazione delle oscillazioni, supponendo il periodo di campionamento pari ad 1s.

QUESITO C

- Sia $G_p(s) = \frac{e^{-s}}{s+0.2}$ la f.d.t. di un sistema continuo in anello aperto. Dopo aver scelto opportunamente il periodo di campionamento, si progetti un regolatore digitale (dotato di ricostruttore di ordine zero) 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.

QUESITO D

- Si enunci il Criterio di Nyquist per i sistemi di controllo discreti e se ne dia una dimostrazione partendo dal risultato fornito dal Principio dell'Argomento.

NOTE:

- *DURANTE LA PROVA SCRITTA NON E' CONSENTITO FARE USO DI LIBRI O APPUNTI DI ALCUN GENERE*
- *LA CHIAREZZA E L'ORDINE DELL'ELABORATO SARANNO OGGETTO DI VALUTAZIONE*
- *LA DURATA DELLA PROVA E' 2 ORE A PARTIRE DALLA CONSEGNA DELLA TRACCIA*

CONTROLLO DEI PROCESSI II

LAUREA TRIENNALE IN **INGEGNERIA INFORMATICA** – A.A. 2007/2008

II ESONERO 9 LUGLIO 2008 - SOLUZIONI

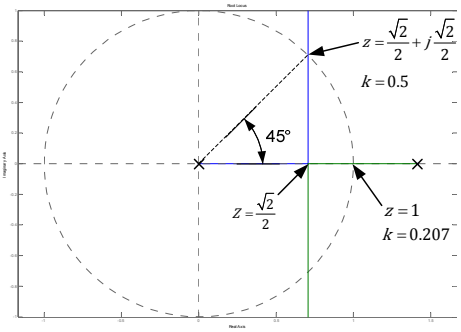
QUESITO A

- Scegliendo un periodo di campionamento pari a circa un decimo della costante di tempo del sistema si ha (T = 0.01): $\mathrm{H_0G_p(z)} = \mathrm{k} \cdot \frac{0.0021(\mathrm{z}+0.81)}{(\mathrm{z}-1)(\mathrm{z}-0.915)}$. La rete ritardatrice e il guadagno che permettono di soddisfare le specifiche sono:

$$k = 22.37; \qquad D(z) = \frac{288z-286}{3241z+3239}$$

QUESITO B

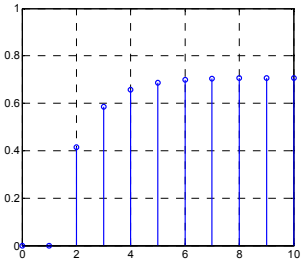
- I valori del guadagno posso essere ricavati applicando la condizione sul modulo della f.d.t.; in particolare, osservando che quando gli asintoti incontrano il cerchio unitario i poli corrispondenti sono sui vertici di un quadrato di lato $\frac{\sqrt{2}}{2}$, si ha che la distanza tra i poli del sistema in anello aperto e queste radici è unitaria, e quindi il contributo al modulo della f.d.t. è unitario (senza fare alcun calcolo si ricava pertanto $k = \frac{1}{2}$).

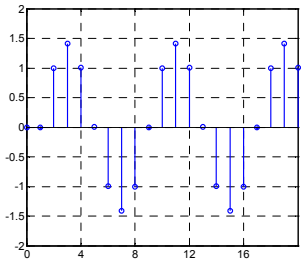


In definitiva si ha:

$k < \left\lvert\frac{1-\sqrt{2}}{2}\right\rvert = 0.207$	sistema instabile con 1 polo instabile
$k = 0.207$	sistema semplicemente stabile (1 polo con modulo unitario)
$0.207 < k < 0.5$	sistema asintoticamente stabile
$k = 0.5$	sistema semplicemente stabile (2 poli con modulo unitario)
$k > 0.5$	sistema instabile con 2 poli instabili

- Il luogo incontra il cerchio unitario per k = 0.207 e k = 0.5. Nel primo caso uno dei poli della f.d.t. in anello chiuso è z = 1, quindi il sistema si comporta come un integratore (risposta all'impulso costante a regime). Nel secondo caso si hanno 2 poli complessi coniugati sul cerchio unitario che causano una oscillazione permanente.





- Per k = 0.5 si ha $\theta = \omega_d T = \frac{\pi}{4} rad$, e quindi $\omega_d = \frac{\pi}{4} \frac{rad}{sec}$

QUESITO C

- Se si sceglie il periodo di campionamento pari a un decimo della costante di tempo del sistema si ha:

$$H_0 G_p(z) = \frac{0.4758z^{-3}}{1 - 0.9048z^{-1}}$$

Poiché la f.d.t. è a fase minima, per soddisfare le specifiche è possibile ricorrere al progetto *dead-beat* semplificato con N = 3, ottenendo:

$$D(z) = \frac{z^3 - 0.9048z^2}{0.4758(z^3 - 1)}$$