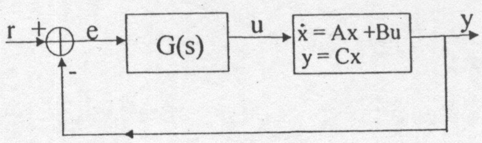
# SISTEMI DI CONTROLLO AUTOMATICO per ing. delle telecomunicazioni (S.C.A.)
# CONTROLLI AUTOMATICI per ing. informatica e vecchio ordinamento (C.A.)
## Prova scritta del 16 gennaio 2010 - Anno accademico 2008/09

**PROBLEMA 1.** Si consideri il seguente schema di controllo:



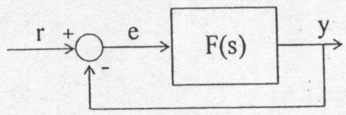

dove $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & a \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $C = [\,1 \;\; 1\,]$.

A) Si determinino il parametro "a" ed un controllore G(s) a dimensione minima in modo da verificare le seguenti specifiche:
   α) l'errore "e" a regime permanente corrispondente all'ingresso r(t) = t sia nullo;
   β) il sistema complessivo abbia tutti gli autovalori a parte reale minore di -3/2;
   γ) il sistema complessivo abbia un autovalore nascosto.

B) Con riferimento al controllore individuato nella domanda A), si determini il polinomio caratteristico del sistema complessivo, specificandone le caratteristiche di raggiungibiltà/osservabilità.

C) (*Solo per Controlli Automatici v.o.*): si tracci il luogo delle radici di interesse e si evidenzi la congruenza del luogo con i risultati ottenuti nella domanda A).

**PROBLEMA 2.** Si consideri il seguente schema di controllo a controreazione unitaria:




Si traccino i diagrammi di Nyquist relativi a ciascuna delle seguenti funzioni di trasferimento a ciclo aperto:

$$F_1(s) = \frac{4}{s(1+s)^3}$$

$$F_2(s) = \frac{\sqrt{2}}{s(1+s)^2}$$

$$F_3(s) = \frac{1}{s(1-s)^2}$$

Per ognuna di esse si discuta la stabilità del corrispondente sistema ad anello chiuso utilizzando il criterio di Nyquist (*Suggerimento*: si presti attenzione al discostamento in punti particolari tra diagrammai di Bode reali e asintotici).

**PROBLEMA 3.**
Si illustrino vantaggi e svantaggi degli schemi di controllo
- ad anello aperto,
- ad anello chiuso (a controreazione singola dall'uscita),
- a doppia controreazione (controreazione sia dall'uscita che dal disturbo).

**Soluzione del problema 1**

A) Il processo ha funzione di trasferimento $P(s) = \dfrac{s+1}{s\,(s-a)}$.

Le funz. di trasf. di interesse sono le seguenti

$$W(s) = \frac{N_F}{N_F + D_F}, \quad W_e(s) = \frac{D_F}{N_F + D_F} \quad \text{con } F(s) = G(s)\,P(s)$$

Per soddisfare la specifica $\gamma$), è necessario provocare una cancellazione tra uno zero in "a" del controllore e il polo in "a" del processo, con a<-3/2 per rispettare la specifica $\beta$); scegliendo, per esempio, a= -2 si crea un autovalore nascosto (irrag. e oss.) in -2. Si osserva poi che la specifica $\alpha$) impone la presenza di due poli in s=0 nella funz. di trasf. ad anello aperto: dato che un polo in s=0 è già presente nel processo, si deve collocare l'altro polo nel controllore. Si può allora tentare di risolvere il problema con un controllore di dimensione 1 del tipo:

$$G(s) = b\,\frac{s+2}{s} \Rightarrow \qquad F(s) = \frac{b\,(s+1)}{s^2}$$

Gli autovalori non nascosti del sistema complessivo sono allora le radici del polinomio:

$$D_W = N_F + D_F = s^2 + bs + b$$

Dato che la specifica $\beta$) richiede che gli autovalori siano a parte reale minore di -3/2, per utilizzare il criterio di Routh, si deve preventivamente effettuare la sostituzione $s \to s-3/2$.

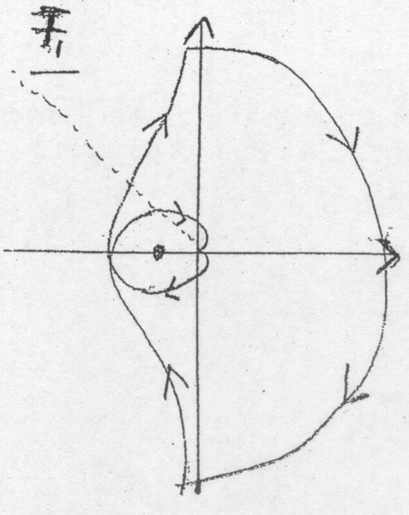
Con tale sostituzione si ottiene:

$$(s-3/2)^2 + b(s-3/2) + b = s^2 + s\,(b-3) + 9/4 - b/2$$

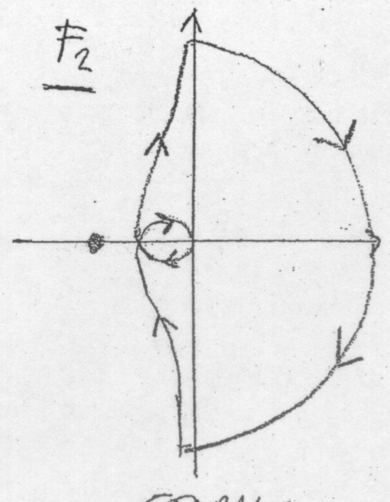
Applicando il criterio di Routh, si deduce il vincolo 4,5 > b > 3. Si può scegliere, ad esempio, b=4.

B) Il polinomio caratteristico richiesto è $(s+2)^3$ con due autovalori ragg. e oss. e un autovalore irrag. e oss.

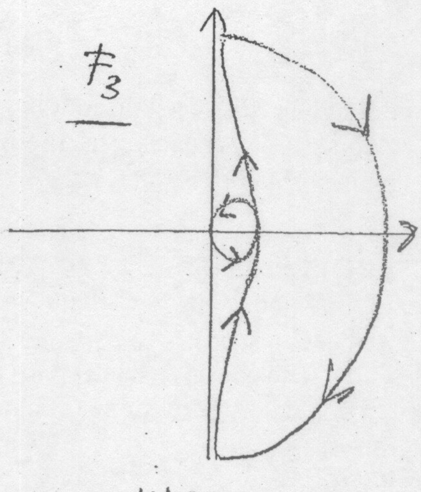
**Soluzione del problema 2.**




INSTABILE




STABILE




INSTABILE