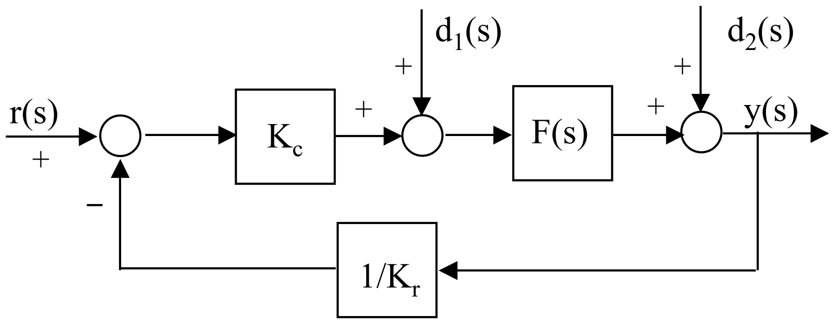
CONTROLLI AUTOMATICI (18AKSOA)

VI esercitazione presso il LAIB

Esercizio #1
Sia dato il sistema LTI descritto dalla seguente funzione di trasferimento:

$$F(s) = \frac{s+10}{s^3 + 45s^2 - 250s}$$

controllato mediante un controllore statico di guadagno K_c (da definire), chiuso in un anello di retroazione negativa con un blocco di guadagno $1/K_r$, secondo lo schema riportato in figura:



Sia $G_a(s) = \dfrac{K_c}{K_r} F(s)$ la funzione di trasferimento d'anello del sistema retroazionato, ove $K_r = 2$.

a) Determinare, con l'ausilio di Matlab, il guadagno stazionario K_F della funzione $F(s)$ e le sue singolarità, evidenziandone parte reale e parte immaginaria, nonché pulsazione naturale e fattore di smorzamento per eventuali singolarità complesse coniugate. Calcolare quindi la fase iniziale (per $\omega \to 0^+$) e la fase finale (per $\omega \to +\infty$) di $F(j\omega)$.

b) Dopo aver tracciato qualitativamente a mano i diagrammi di Bode di $G_a(j\omega)$ per $K_c = 1$, determinarne l'andamento esatto con l'ausilio di Matlab.

c) Tracciare qualitativamente il diagramma di Nyquist della funzione $G_a(j\omega)$ sopra definita e quotarne i principali punti di interesse (ovvero gli attraversamenti dell'asse reale) con l'ausilio di Matlab.

d) Studiare la stabilità del sistema ad anello chiuso al variare di K_c mediante applicazione del criterio di Nyquist. Verificare in particolare (anche mediante calcolo diretto dei poli della funzione di trasferimento ad anello chiuso $W(s) = \dfrac{y(s)}{r(s)}$) l'asintotica stabilità del sistema per $K_c = 800$.

e) Fissato quindi $K_c = 800$, calcolare l'errore di inseguimento in regime permanente nei seguenti casi:

- **e.1)** $r(t) = t$ in presenza dei disturbi $d_1(t) = 0.1$ e $d_2(t) = 0.5$ (entrambi costanti);
- **e.2)** $r(t) = 2$ in presenza del solo disturbo $d_2(t) = 0.01t$ (mentre $d_1(t) = 0$).

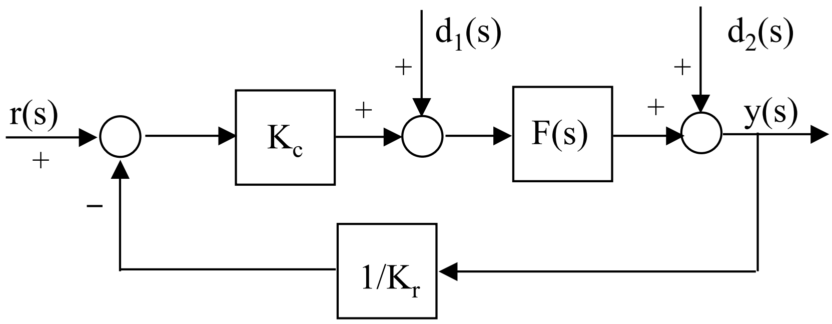
Verificare la correttezza dei risultati ottenuti simulando il comportamento del sistema retroazionato nei diversi casi mediante utilizzo di Simulink.

Esercizio #2

Sia dato il sistema LTI descritto dalla seguente funzione di trasferimento:

$$F(s) = \frac{s-1}{(s+0.2)(s^3+2.5s^2+4s)}$$

controllato mediante un controllore statico di guadagno K_c (da definire), chiuso in un anello di retroazione negativa con un blocco di guadagno $1/K_r$, secondo lo schema riportato in figura:



Sia $G_a(s) = \dfrac{K_c}{K_r}F(s)$ la funzione di trasferimento d'anello del sistema retroazionato, ove $K_r = 0.5$.

a) Determinare, con l'ausilio di Matlab, il guadagno stazionario K_F della funzione $F(s)$ e le sue singolarità, evidenziandone parte reale e parte immaginaria, nonché pulsazione naturale e fattore di smorzamento per eventuali singolarità complesse coniugate. Calcolare quindi la fase iniziale (per $\omega \to 0^+$) e la fase finale (per $\omega \to +\infty$) di $F(j\omega)$.

b) Dopo aver tracciato qualitativamente a mano i diagrammi di Bode di $G_a(j\omega)$ per $K_c = 1$, determinarne l'andamento esatto con l'ausilio di Matlab.

c) Tracciare qualitativamente il diagramma di Nyquist della funzione $G_a(j\omega)$ sopra definita e quotarne i principali punti di interesse (ovvero gli attraversamenti dell'asse reale) con l'ausilio di Matlab.

d) Studiare la stabilità del sistema ad anello chiuso al variare di K_c mediante applicazione del criterio di Nyquist. Verificare in particolare (anche mediante calcolo diretto dei poli della funzione di trasferimento ad anello chiuso $W(s) = \dfrac{y(s)}{r(s)}$) l'asintotica stabilità del sistema per $K_c = -0.1$.

e) Fissato quindi $K_c = -0.1$, calcolare l'errore di inseguimento in regime permanente nei seguenti casi:

- **e.1)** $r(t) = t$ in presenza dei disturbi $d_1(t) = 0.1$ e $d_2(t) = 0.5$ (entrambi costanti);
- **e.2)** $r(t) = 2$ in presenza dei disturbi $d_1(t) = 0.1$ (costante) e $d_2(t) = 0.01t$.

Verificare la correttezza dei risultati ottenuti simulando il comportamento del sistema retroazionato nei diversi casi mediante utilizzo di Simulink.