Controlli Automatici

(Prof. Casella)

Appello 3 Luglio 2014

Cognome:.....

Nome: .....

Matricola:.....

Firma:.....

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di 7 fogli (compresa la copertina). **Compilare per esteso la copertina**.
- Scrivere le risposte negli spazi predisposti, **giustificandole sinteticamente** e includendo **solo i passaggi principali** dei calcoli.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.

Domanda 1

Enunciare con precisione come si può determinare la stabilità esterna di un sistema lineare descritto dalla sua funzione di trasferimento. Trovare quindi due sistemi stabili, con funzioni di trasferimento $G_1(s)$ e $G_2(s)$, tali che la connessione in cascata formi un sistema instabile.

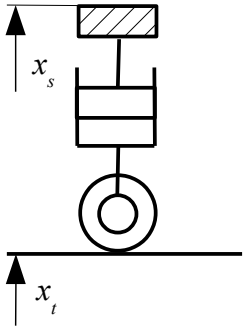
Domanda 2

Enunciare con precisione il criterio di stabilità di Bode per sistemi lineari retroazionati.

Domanda 3

Si consideri la sospensione a gas schematizzata in figura: un corpo di massa M è collegato alla ruota appoggiata sul terreno tramite una molla a gas di sezione A, pressione P e volume V. Si assume che la ruota sia infinitamente rigida e che il gas nel pistone compia una trasformazione politropica di indice γ. Le equazioni che governano il sistema sono:

$$\dot{x}_s = v$$
$$M\,\dot{v} = -Mg + PA$$
$$V = A\left(x_s - x_t - x_m\right)$$
$$PV^{\gamma} = K$$



dove v è la velocità verticale della massa sospesa, g è l'accelerazione di gravità, x_s è la quota della massa sospesa, x_t la quota del punto di contatto della ruota col terreno, x_m è una costante geometrica della sospensione e K una costante che dipende dalla carica di gas.

3.1 Scrivere le equazioni di stato e di uscita del sistema, considerando la quota del punto di contatto x_t come ingresso e le quota della massa sospesa x_s come uscita

3.2 Calcolare le condizioni di equilibrio del sistema

3.3 Scrivere le equazioni linearizzate del sistema attorno a tale equilibrio

3.4 Calcolare la f.d.t. tra Δx_t e Δx_s

3.5 Tracciare il diagramma qualitativo della risposta a scalino della f.d.t. trovata. Dire come si modifichi tale diagramma nell'ipotesi che la molla perda gas e quindi diminuisca la costante K.

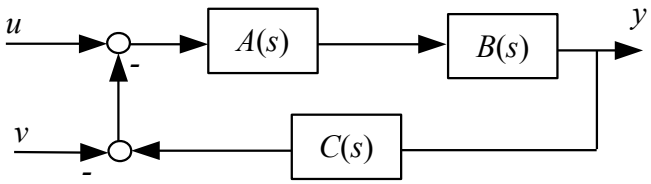
Domanda 4

4.1 Calcolare le f.d.t tra gli ingressi *u*, *v* e l'uscita *y* del seguente schema a blocchi:

$$A(s)=\frac{0.5}{s}$$

$$B(s)=\frac{2}{(1+s)}$$

$$C(s)=\frac{0.2}{(1+0.1s)}$$



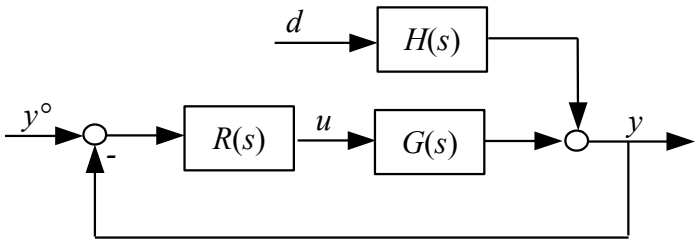
4.2 Valutare la stabilità di tali funzioni (si consiglia di impiegare il criterio di Bode).

Domanda 5

Si consideri il seguente sistema di controllo (l'unità di misura delle costanti di tempo è il secondo):

$$G(s) = 0.1 \frac{1}{(1+1000\text{s})(1+200\text{s})(1+100\text{s})}$$

$$H(s) = 20 \frac{1+s}{1+1000\text{s}}$$



5.1 Progettare un regolatore di tipo PI (o PID, se necessario) con una banda di 1.5 10^{-3} rad/s ed un margine di fase di almeno 60°.

5.2 Tracciare un diagramma qualitativo della risposta della variabile controllata *y* ad uno scalino del riferimento *y*°.

5.3 Progettare uno schema di controllo che garantisca la stessa risposta dell'uscita y e del controllo u a variazioni del disturbo d ottenuta col regolatore progettato in precedenza, ma che permetta di ridurre di un fattore 3 il tempo di assestamento ad una variazione a scalino del riferimento $y°$.

5.4 Tracciare lo schema a blocchi di una implementazione digitale del sistema progettato al punto 5.1. Nell'ipotesi che il ritardo di elaborazione sia pari all'intero periodo di campionamento T_c, scegliere tale periodo in modo che la riduzione di margine di fase rispetto all'implementazione analogica non superi i 10°.