Fondamenti di Automatica (Ing. Gestionale)

Prof. Fredy Ruiz

Appello del 11 febbraio 2021

ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema dinamico descritto dalle seguenti equazioni

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 2px_1(t) + x_2(t) - u(t) \\ \dot{x}_2(t) = p(x_1(t) + u(t)) - 2x_2(t) \\ y(t) = x_2(t) \end{cases}$$

1.1 **(1 punti)** Classificare il sistema.

1.2 **(2 punti)** Studiare la stabilità interna del sistema al variare del parametro p

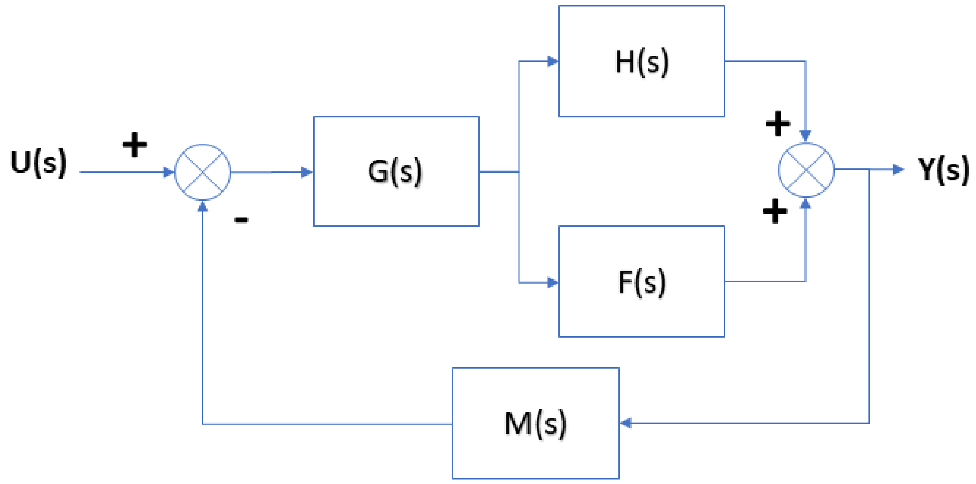
1.3 **(2 punti)** Stabilire per quali valori del parametro p è possibile progettare un segnale di ingresso $u(t)$ che porti gli stati $x_1(t)$ e $x_2(t)$ dal origine a una qualsiasi configurazione $\bar{x}_1$ e $\bar{x}_2$ in tempo finito.

1.4 **(2 punti)** Determinare per quali valori del parametro p ci sono delle condizioni iniziali $\tilde{x}_1(0)$ e $\tilde{x}_2(0)$ tali che il movimento libero dello stato genera un'uscita $y(t) = 0$ per tutto $t \geq 0$

1.5 **(2 punti)** Calcolare gli equilibri dello stato e dell'uscita per un ingresso costante $\bar{u}$, fissato $p = -3$.

ESERCIZIO 2

Si consideri il seguente schema



2.1 **(2 punti)** Determinare la funzione di trasferimento da $U(s)$ a $Y(s)$

2.2 **(3 punti)** Posto $G(s) = 1/(1+s)$, $F(s) = 4/(s+2)$, $H(s) = 3/(s+2)$, $M(s) = 1$, valutare la funzione di trasferimento $Y(s)/U(s)$ e studiare la stabilità del sistema

2.3 **(2 punti)** Per la funzione di trasferimento trovata al punto precedente tracciare *qualitativamente* la risposta scalino, specificando i valori di $y(0)$, $y'(0)$ e $y(\infty)$.

ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema a tempo discreto:

$$
\begin{aligned}
&x_1(k+1) = -2x_2(k) + u(k)\\
&x_2(k+1) = 2x_1(k)\\
&y(k) = 2x_1(k) - u(k)
\end{aligned}
$$

3.1 **(2 punti)** Calcolare gli stati e l'uscita di equilibrio associati a $u(k) = \bar{u} = 1$.

3.2 **(2 punti)** Studiare la stabilità del sistema

3.3 **(2 punti)** Si calcolino i primi 4 campioni del movimento dello stato e dell'uscita del sistema associati a condizioni iniziali $x(0) = [0, \quad 0]^T$ e all'ingresso $u(k) =$ imp*(k), k ≥ 0.

ESERCIZIO 4

Si consideri la funzione di trasferimento

$$G(s) = 10\frac{s+1}{(100s+1)(0.1s+1)}$$

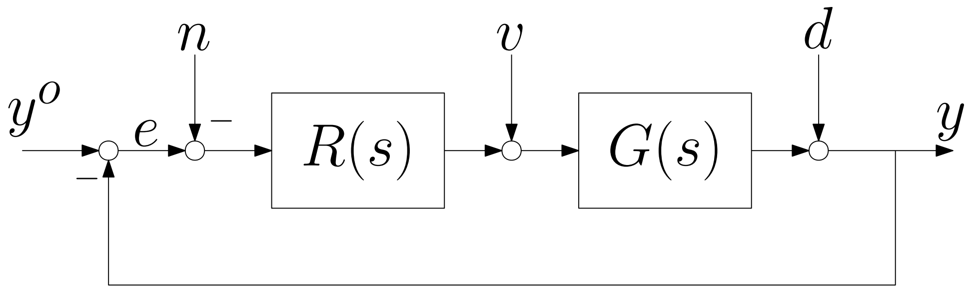
di un sistema lineare tempo invariante senza autovalori nascosti.

4.1 **(1 punti)** Calcolare guadagno, tipo, poli e zeri di $G(s)$ e studiare la stabilità del sistema con funzione di trasferimento $G(s)$.

4.2 **(2 punti)** Tracciare i diagrammi di Bode di modulo e fase della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento $G(s)$.

4.3 **(2 punti)** Tracciare qualitativamente il diagramma polare della risposta in frequenza associata a $G(s)$.

4.4 **(3 punti)** Si supponga ora che il sistema con funzione di trasferimento $G(s)$ venga retroazionato come in figura.



Si studi la stabilità del sistema in anello chiuso quando:
a) $R(s) = 1$; b) $R(s) = 1000$; c) $R(s) = -1$.

4.5 **(2 punti)** Considerando il sistema di cui al punto precedente con il regolatore a), si dica, motivando la risposta, quanto vale l'ampiezza di regime dell'uscita $y(t)$ quando $y^o(t) = 2 - \sin(0.01t) + 5\sin(t)$.