POLITECNICO DI MILANO

FONDAMENTI DI AUTOMATICA
(Ingegneria Gestionale)
Prof.ssa Mara Tanelli

Anno Accademico 2015/16

Appello dell'08/09/2016

COGNOME...

NOME ....

MATRICOLA ....

FIRMA ....

- Consegnare esclusivamente il presente fascicolo.
- Utilizzare, per la minuta, i fogli bianchi forniti in aggiunta a questo fascicolo.
- Non si possono consultare libri, appunti, dispense, ecc.
- Si raccomandano chiarezza, precisione e concisione nelle risposte.

FONDAMENTI DI AUTOMATICA - Ingegneria Gestionale **Prof.ssa Mara Tanelli**
Appello dell'8 settembre 2016

1. Si consideri il sistema dinamico non lineare e tempo invariante con ingresso $u(t)$ ed uscita $y(t)$ descritto dalle seguenti equazioni

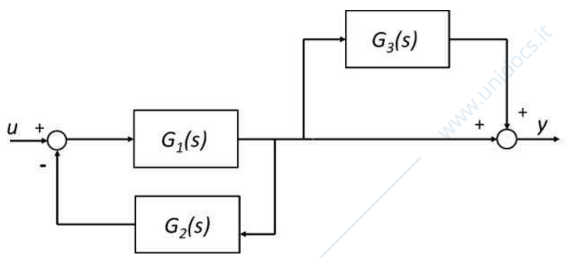
$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= -2x_1(t) + 2x_2(t) - u^3(t)\\ \dot{x}_2(t) &= -x_2^3(t) + x_2(t) - x_1(t) + u(t) - 8\\ y(t) &= x_2^2(t).\end{aligned}$$

1.1 Determinare stati e uscite di equilibrio associati all'ingresso costante $u(t) = 0$, $t \geq 0$ **(1 punto)**.

1.2 Scrivere le equazioni del sistema linearizzato attorno allo stato di equilibrio determinato al punto precedente **(2 punti)**.

1.3 Studiare la stabilità del sistema linearizzato e, se possibile, la stabilità del movimento di equilibrio del sistema non lineare di partenza **(3 punti)**.

2. Si consideri lo schema a blocchi in figura



con $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ funzioni di trasferimento di sistemi dinamici lineari e tempo invarianti di ordine 1.
2.1 Determinare l'espressione della funzione di trasferimento $H(s)$ tra l'ingresso u e l'uscita y in funzione di $G_1(s)$, $G_2(s)$ e $G_3(s)$ **(1 punto)**.

2.2 Posto $G_1(s) = \frac{1}{s+3}$, $G_2(s) = \frac{s+3}{s+4}$, $G_3(s) = \frac{1}{s+4}$ calcolare $H(s)$ e studiare la stabilità del sistema complessivo **(3 punti)**.

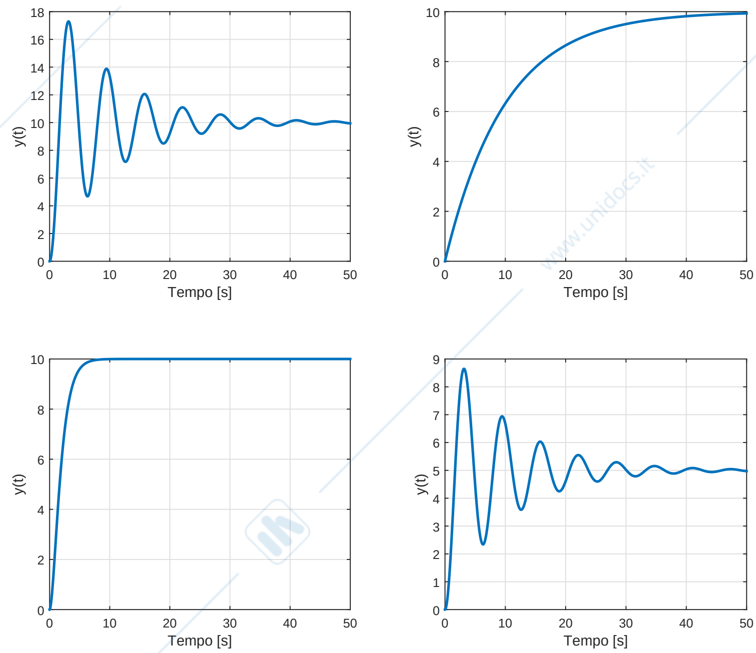
2.4 Calcolare il valore di regime dell'uscita forzata $y(t)$ del sistema con funzione di trasferimento $H(s)$ all'ingresso $u(t) = -2\text{sca}(t) + \sin(0.01t) - 5\sin(3t)$ **(3 punti)**.

3. Si consideri il sistema lineare e tempo invariante a tempo continuo, senza autovalori nascosti, descritto dalla funzione di trasferimento

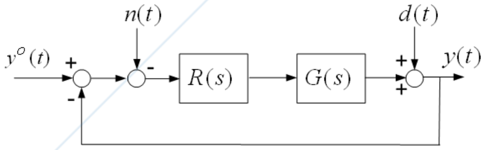
$$G(s) = 5\frac{s+100}{(s+50)(s^2+0.2s+1)}$$

3.1. Si calcoli, motivando la risposta, l'approssimazione a poli dominanti di $G(s)$ **(2 punti)**.

3.2. Dire, motivando la risposta, quale dei grafici sotto riportati rappresenta la risposta del sistema con funzione di trasferimento $G(s)$ ad uno scalino unitario. **(3 punti)**



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



Posto $R(s) = \frac{(s^2+0.2s+1)}{s}$ si svolgano i seguenti punti: a) studiare la stabilità del sistema in anello chiuso e, nel caso in cui sia asintoticamente stabile, valutare pulsazione critica ω_c e margine di fase ϕ_m; b) calcolare l'errore di regime e_∞ a fronte di un ingresso $q(t) = 2y^o(t) + 5d(t) - 20n(t)$; c) calcolare il valore del massimo ritardo τ che il sistema retroazionato può tollerare prima di perdere l'asintotica stabilità **(5 punti)**.

3.4. Con riferimento al sistema di controllo introdotto al punto 3.3., si scrivano i comandi Matlab definire la funzione di sensitività complementare del sistema in anello chiuso e calcolarne i poli **(1 punto)**.

4. Con riferimento alla classe dei sistemi dinamici lineari e tempo invarianti a tempo discreto, si definisca il concetto di stato di equilibrio. Si calcoli poi l'espressione esplicita di stato e uscita di equilibrio associati ad un ingresso costante $u(k) = \overline{u}, \forall, k \geq 0$, e si mostri sotto quali condizioni essi esistono e sono unici **(4 punti)**.

5. Si enunci con precisione il criterio di Bode **(4 punti)**.