

## Controlli automatici e controllo dei processi

Docente: Davide M. Raimondo

Prova scritta: 01/02/2012

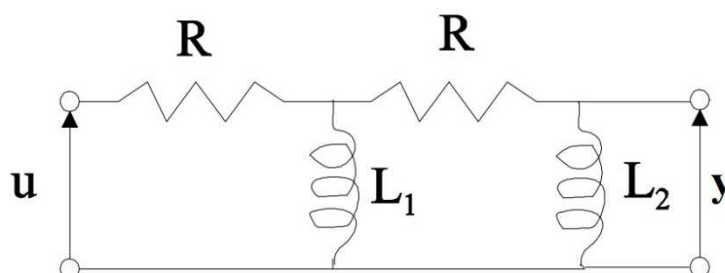
Durata: 3h

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_ Matricola \_\_\_\_\_

### Prima parte

#### Esercizio 1:

Si consideri il circuito riportato in figura con  $L_1 = 1\text{H}$ ,  $L_2 = 0.5\text{H}$ .



- Assumendo  $R$  variabile, si riscriva il sistema dinamico in termini di equazioni di stato e di uscita. Si indichino inoltre le matrici caratteristiche del sistema ( $A, B, C, D$ ).
- Per quali valori di  $R$  il sistema risulta essere asintoticamente stabile?
- Si determini la funzione di trasferimento  $G(s)$  associata al sistema.
- Sia  $R=1\ \Omega$ . Si traccino i diagrammi di Bode del sistema.
- Sotto l'ipotesi  $R=1\ \Omega$ , si calcoli l'uscita a regime per un ingresso

$$u(t) = [10\text{sen}(2t) + 2\text{sca}(t)]$$

## Esercizio 2:

Il modello (parziale) di un reattore per la polimerizzazione è descritto dalle seguenti equazioni, dove, in variabili adimensionali,  $x_1$  è la concentrazione del monomero e  $x_2$  è la concentrazione dell'iniziatore e  $u$  è la portata volumetrica dell'iniziatore,  $y$  l'uscita del sistema

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 10(6 - x_1(t)) - 2x_1(t)\sqrt{x_2(t)} \\ \dot{x}_2(t) = 80u(t) - 10x_2(t) \\ y(t) = x_1(t) \end{cases} \quad t > 0$$

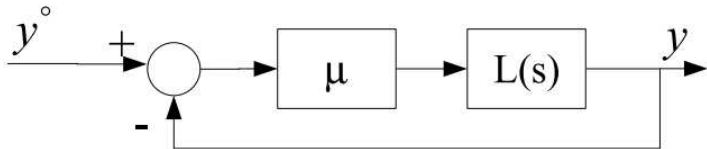
con  $x_1(0) = x_{10}$ ,  $x_2(0) = x_{20}$ .

1. Si determini l'ordine  $n =$  \_\_\_\_\_ del sistema
2. Il sistema è non lineare  SI  NO
3. Il sistema è autonomo  SI  NO
4. Il sistema è tempo invariante  SI  NO
5. Il sistema è strettamente proprio  SI  NO
6. Il sistema è SISO  SI  NO
7. Si determini lo stato di equilibrio che corrisponde all'ingresso costante  $u(t) = u_{eq} = 0.125$ .
8. Si determini il sistema linearizzato attorno ad un equilibrio ricavato al punto 7.  
Scrivere il sistema linearizzato nella forma matriciale  $\delta\dot{x} = A\delta x + B\delta u$  e  $\delta y = C\delta x + D\delta u$ .
9. Dato il sistema linearizzato
  - a) Si determinino le matrici di raggiungibilità ed osservabilità del sistema. Il sistema è completamente raggiungibile? E' completamente osservabile? Motivare la risposta
  - b) Si determini la funzione di trasferimento.
  - c) Studiare la stabilità interna del sistema.
  - d) Studiare la stabilità esterna del sistema.

## Seconda parte

### Esercizio 3:

Si consideri il sistema di controllo



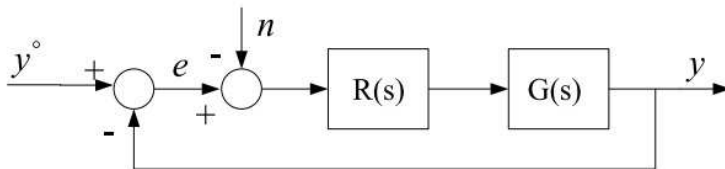
$$L(s) = 100 \frac{(s+2)^2}{(s-20)^2}$$

Utilizzando il criterio di Nyquist, determinare per quali tra i seguenti valori di  $\mu$  il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile:

$$\mu_1 = -0.01, \mu_2 = -0.1, \mu_3 = -10$$

### Esercizio 4:

Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = 10 \frac{e^{-5s}}{(20s+1)(100s+1)}$$

Si determini la funzione di trasferimento del regolatore  $R(s)$  in modo che:

- l'errore a transitorio esaurito  $e_\infty$  verifichi  $|e_\infty| \leq 1$  quando  $y^o(t) = 10\text{sca}(t)$ ;
- il margine di fase  $\phi_m$  verifichi  $\phi_m \geq 75^\circ$ ;
- la banda passante del sistema di controllo sia maggiore o uguale a  $0.01 \text{ rad/s}$ .
- Un disturbo  $n(t) = \sin(\omega t)$ ,  $\omega \geq 0.2 \text{ rad/s}$  sia attenuato sull'uscita a regime di un fattore almeno pari a 25.