

## Controlli automatici e controllo dei processi

Docente: Davide M. Raimondo

Prova scritta: 23/02/2012

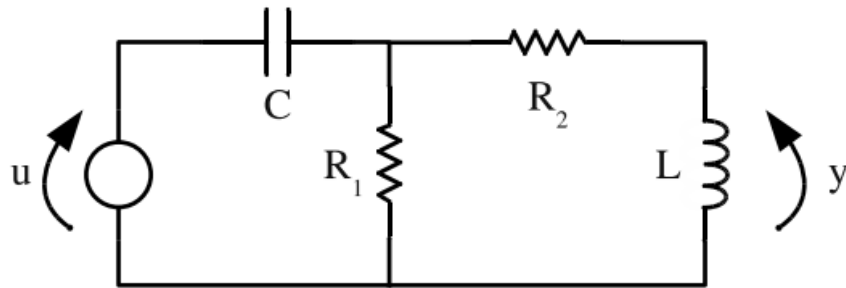
Durata: 3h

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

### Prima parte

#### Esercizio 1:

Si consideri il circuito riportato in figura con  $R_1 = R_2 = 1$ ,  $C = 2$ ,  $L = 0.5$ .

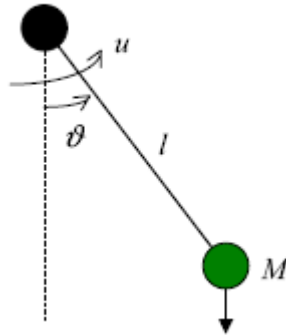


- a) Si riscriva il sistema dinamico in termini di equazioni di stato e di uscita. Si indichino inoltre le matrici caratteristiche del sistema ( $A, B, C, D$ ).
- b) Studiare la stabilità interna del sistema (suggerimento: è legata alla matrice  $A$ ..)
- c) Si determini la funzione di trasferimento  $G(s)$  associata al sistema.
- d) Studiare la stabilità esterna del sistema (suggerimento: è legata a  $G(s)$ . Nel calcolo della  $G(s)$  le semplificazioni vanno fatte...)
- e) Si calcoli l'uscita a **regime** per un ingresso

$$u(t) = 2\sin(t)$$

### Esercizio 2:

Sia dato il seguente sistema dinamico



1. Sia la posizione angolare  $\vartheta(t)$ , l'uscita del sistema. Siano  $M=1$ ,  $g=9.81$ ,  $l=1$ ,  $k=1$ .  
Si scriva il sistema in termini di equazioni di stato e di uscita.
2. Si determinino gli stati di equilibrio corrispondenti all'ingresso costante  $u(t) = u_{eq} = 0$ .
3. Si determini il sistema linearizzato attorno agli equilibri ricavati al punto precedente.  
Scrivere il sistema linearizzato nella forma matriciale  $\delta\dot{x} = A\delta x + B\delta u$  e  $\delta y = C\delta x + D\delta u$
4. Si studi la stabilità degli equilibri

### Esercizio 3:

Sia data la seguente funzione di trasferimento

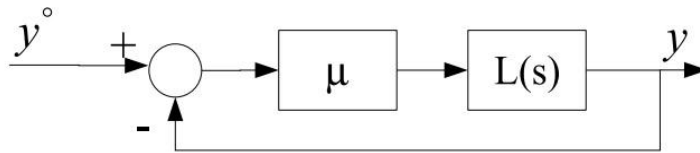
$$G(s) = \frac{1}{s^5 + 15s^4 + 85s^3 + 225s^2 + 24s + 120}$$

Determinare la stabilità del sistema utilizzando il criterio di Routh.

## Seconda parte

### Esercizio 4:

Si consideri il sistema di controllo

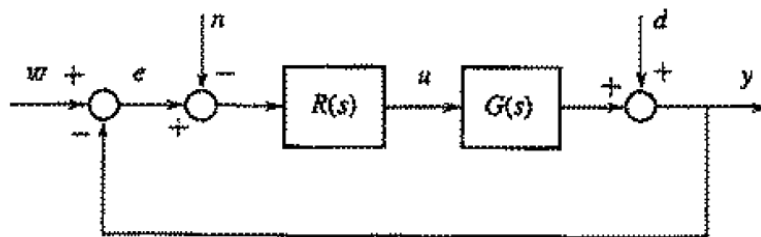


$$\text{con } L(s) = \frac{1}{(1+s)^3}$$

Utilizzando il criterio di Nyquist, determinare per quali valori di  $\mu$  il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile (Suggerimento: per la valutazione del modulo in corrispondenza della fase  $180^\circ$  si ricordi che  $\arg((1+s)^3) = 3\arg(1+s)$ ).

### Esercizio 5:

Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$\text{con } G(s) = \frac{1}{(1+10s)(1+5s)(1+s)}$$

Progettare un regolatore tenendo conto delle seguenti specifiche

- a)  $|e_\infty| \leq 0.1$  in corrispondenza di  $w(t) = A \sin \omega t$  e  $d(t) = B \sin \omega t$ ,  $|A| \leq 1$  e  $|B| \leq 5$
- b)  $\omega_c \geq 0.2$
- c)  $\varphi_m \geq 60^\circ$