

# Fondamenti di automatica

## (1/2 annualità)

(Prof. Rocco)

Appello del 7 Luglio 2000

Cognome:.....

Nome: .....

Matricola:.....

Firma:.....

### Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **6** fogli (compresa la copertina). Tutti i fogli utilizzati vanno firmati.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Nei primi 30 minuti della prova non è consentito ritirarsi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Non è consentito l'uso di calcolatrici con display grafico.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi** predisposti.
- 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.

**Esercizio 1**

Si consideri il sistema dinamico descritto dalle seguenti equazioni:

$$\dot{x}(t) = -x(t) + 2u(t)$$

$$y(t) = 3x(t)$$

**1.1** Si supponga che  $u(t) = \sin(t)$ ,  $t \geq 0$ . Si determini il valore dello stato iniziale  $x(0)$  in modo tale che l'uscita  $y(t)$  assuma un andamento sinusoidale per  $t \geq 0$ .<sup>1</sup>

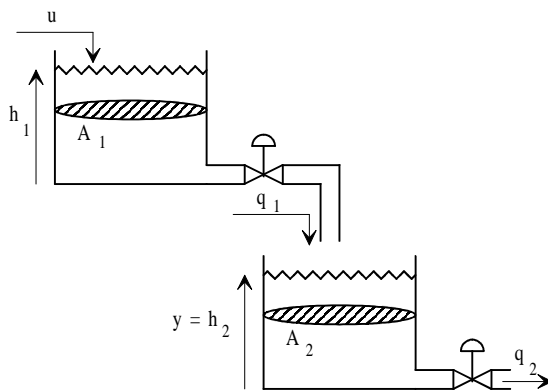
**1.2** Si verifichi che l'andamento sinusoidale ricavato al punto precedente coincide con l'andamento predetto (per  $t \rightarrow \infty$ ) dal teorema della risposta in frequenza.

---

<sup>1</sup> Si ricorda che:  $\int e^{\tau} \sin(\tau) d\tau = e^{\tau} \frac{\sin(\tau) - \cos(\tau)}{2}$

**Esercizio 2**

Si consideri il sistema idraulico riportato in figura:



Il sistema è costituito da due serbatoi di sezione costante collegati da una valvola. Anche il secondo serbatoio presenta una valvola in uscita. Le due valvole, entrambe ad apertura costante, stabiliscono tra la portata di liquido che le attraversa e il livello nel serbatoio a monte le relazioni:

$$q_1 = \varphi(h_1), \quad q_2 = \varphi(h_2),$$

dove  $\varphi$  è una funzione non lineare.

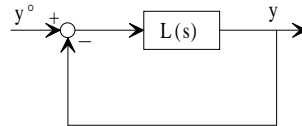
**2.1** Si dica di che ordine è il sistema dinamico che descrive il sistema idraulico.

**2.2** Si scrivano le equazioni del sistema dinamico.

**2.3** Posto  $A_1 = 1$ ,  $A_2 = 1$ , si determini una possibile espressione della funzione  $\varphi$  in modo tale che il sistema, soggetto all'ingresso costante  $u = \bar{u} = 2$ , sia in equilibrio con i livelli dei due serbatoi uguali e di valore  $\bar{h}_1 = \bar{h}_2 = 8$ .

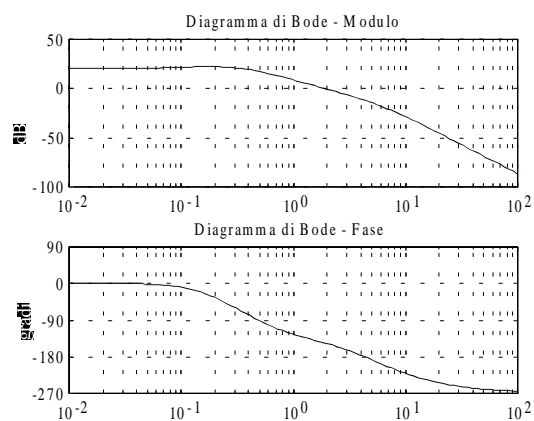
### Esercizio 3

Si consideri un generico sistema di controllo in retroazione:



**3.1** Si spieghi in che senso il criterio di Bode per la stabilità del sistema in anello chiuso è un caso particolare del criterio di Nyquist.

**3.2** Si supponga ora che  $L(s)$  abbia i diagrammi di Bode riportati di seguito:



Supponendo  $L$  priva di poli a parte reale positiva, si discuta con il criterio di Bode la stabilità del sistema in anello chiuso.

Firma:.....

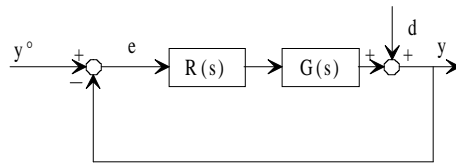
---

**3.3** Si verifichi il risultato del punto precedente applicando direttamente il criterio di Nyquist.

**3.4** Si determini quindi approssimativamente il tempo di assestamento della risposta di  $y$  ad uno scalino in  $y^\circ$ .

**Esercizio 4**

Si consideri il sistema di controllo di figura:



dove  $G(s) = \frac{100}{(1+s)^2} e^{-0.1s}$ .

**4.1** Si determini la funzione di trasferimento  $R(s)$  in modo tale che:

- la pulsazione critica  $\omega_c$  sia la più ampia possibile.
- il margine di fase  $\phi_m$  sia maggiore o uguale a  $60^\circ$ .

**4.2** Con il regolatore progettato al punto precedente, si determini l'insieme delle pulsazioni  $\omega$  per cui un disturbo  $d(t) = \sin(\omega t)$  sia attenuato sull'uscita  $y$  almeno di un fattore 10.