

# INDICE

<b>1</b>	<b>CONCETTI FONDAMENTALI</b>	<b>1</b>
1.1	Sistemi e modelli matematici	1
1.2	Riduzione degli schemi a blocchi	8
1.3	Controlli ad azione diretta e in retroazione	11
1.4	Modelli matematici di alcuni sistemi dinamici	24
1.5	Esercizi	34
C1.1	I grafi di flusso di segnale	37
C1.2	Esempi di sistemi di controllo in retroazione	46
C1.3	Esercizi	52
<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE ALL' ANALISI DEI SISTEMI DINAMICI LINEARI</b>	<b>54</b>
2.1	Equazioni differenziali lineari e trasformazione di Laplace	54
2.2	Antitrasformazione delle funzioni razionali	72
2.3	Risposta all' impulso e integrali di convoluzione	81
2.4	Sistemi elementari del primo e del secondo ordine	91
2.5	Esercizi	97
C2.1	Funzioni analitiche	103
C2.2	La trasformazione di Laplace	108
C2.3	Un procedimento per il calcolo dei coefficienti degli sviluppi in somme di fratti semplici	114
C2.4	La massima sovraelongazione in casi più generali	116
C2.5	Esercizi	117

### **3 ANALISI ARMONICA**

- 3.1 La funzione di risposta armonica
- 3.2 Deduzione della risposta armonica dalla risposta all'impulso e viceversa
- 3.3 Diagrammi di Bode
- 3.4 La formula di Bode
- 3.5 Diagrammi polari
- 3.6 Diagrammi di Nichols
- 3.7 Esercizi
- C3.1 Sviluppo in serie di Fourier e integrale di Fourier
- C3.2 Sviluppi relativi alla formula di Bode
- C3.3 Rilevazione della funzione di risposta armonica

### **4 STABILITÀ E SISTEMI IN RETROAZIONE**

- 4.1 Definizioni e teoremi relativi alla stabilità
- 4.2 Il criterio di Routh
- 4.3 Proprietà generali dei sistemi in retroazione
- 4.4 Errori a regime e tipo di sistema
- 4.5 Il criterio di Nyquist
- 4.6 Margini di ampiezza e di fase
- 4.7 Sistemi con ritardi finiti
- 4.8 Luoghi a M costante e a N costante
- 4.9 Pulsazione di risonanza, picco di risonanza e larghezza di banda
- 4.10 Esercizi
- C4.1 Controllo in tempo minimo in presenza di saturazione dell'ingresso
- C4.2 Dimostrazioni di alcuni teoremi relativi alla stabilità
- C4.3 Dimostrazione del criterio di Nyquist
- C4.4 Studio della stabilità dei sistemi a più anelli

### **5 IL METODO DEL LUOGO DELLE RADICI**

- 5.1 Definizione del luogo delle radici
- 5.2 Proprietà del luogo delle radici
- 5.3 Alcuni esempi di luoghi delle radici
- 5.4 Esercizi
- C5.1 Dimostrazione delle proprietà 6 e 7
- C5.2 Il contorno delle radici
- C5.3 Costruzione grafica di alcuni luoghi delle radici
- C5.4 Esercizi

### **6 PROGETTO DELLE RETI CORRETTRICI**

- 6.1 Dati di specifica e loro compatibilità
- 6.2 Le principali reti correttrici a resistenze e capacità
- 6.3 La compensazione mediante reti ritardatrici
- 6.4 La compensazione mediante reti anticipatrici
- 6.5 La compensazione mediante reti a ritardo e anticipo e reti a T
- 6.6 La retroazione tachimetrica
- 6.7 Il progetto analitico dei regolatori

- 6.8 I regolatori standard
- 6.9 Esercizi
- C6.1 Diagrammi polari a forma di circonferenza
- C6.2 Impiego del luogo e del contorno delle radici nel progetto delle reti correttrici
- C6.3 Reti correttrici per servomeccanismi in corrente alternata
- C6.4 Alcune funzioni di trasferimento campione: i filtri di Butterworth e Bessel
- C6.5 Estensioni del progetto analitico: sistemi a fase non minima, instabili e con ritardi finiti
- C6.6 Esercizi

## **7 SISTEMI IN RETROAZIONE NON LINEARI**

- 7.1 Stati di equilibrio e stabilità
- 7.2 Il metodo della funzione descrittiva
- 7.3 Estensioni del metodo della funzione descrittiva
- 7.4 I criteri del cerchio e di Popov
- 7.5 Metodo grafico per l'analisi dei sistemi a relè
- 7.6 Linearizzazione dei sistemi a relè mediante vibrazione imposta
- 7.7 Esercizi
- C7.1 Deduzione di alcune funzioni descrittive
- C7.2 Forma estesa del criterio del cerchio

## **8 ALCUNI COMPONENTI**

- 8.1 L'amplificatore operazionale
- 8.2 Trasduttori elettrici di posizione e velocità
- 8.3 Le macchine elettriche rotanti nei sistemi di controllo
- 8.4 Esercizi

## **APP. A TABELLA DI TRASFORMATE DI LAPLACE**

## **APP. B DETERMINAZIONE DEGLI ZERI DEI POLINOMI**

- B.1 Richiami sulla divisione dei polinomi
- B.2 Divisione per un polinomio di secondo grado
- B.3 Metodi numerici

## **APP. C LE UNITÀ DI MISURA**

### **Riferimenti bibliografici**

### **Indice analitico**