

S. MALATESTA

ELETTRONICA

E RADIOTECNICA

VOL. III - ELETTRONICA APPLICATA

EDITORE G. CURSI - PISA

SANTE MALATESTA

ORDINARIO NELL'ACCADEMIA NAVALE DI LIVORNO
DOCENTE NELL'UNIVERSITA DI PISA

ELEMENTI DI
ELETTRONICA
E
RADIOTECNICA

VOLUME TERZO

ELETTRONICA APPLICATA



EDITORE COLOMBO CURSI - PISA

PARTE PRIMA
ELETTRONICA LINEARE

CAP. I — Azione dei circuiti sui segnali continui ed a scatti.

1 - Oggetto dell'elettronica applicata	<i>pag.</i> 3
2 - Tensioni e correnti agenti nei circuiti elettronici. Segnali	» 4
3 - Azione dei circuiti sui segnali. Principio di sovrapposizione	» 8
4 - Studio dei circuiti in regime sinusoidale	» 9
5 - Studio dei circuiti con segnali a gradino: definizione e natura del segnale a gradino	» 11
6 - Generatori di segnali a gradino	» 16
7 - Modalità di studio dei circuiti lineari con segnali a gradino	» 17
8 - Richiami sulla capacità e sui condensatori	» 18
9 - Richiami sulla carica di un condensatore attraverso ad una resistenza	» 21
10 - Transitori nei circuiti con induttanza e resistenza	» 23
11 - Proprietà delle funzioni esponenziali	» 24
12 - Generatore di segnali a gradino collegato ad un condensatore o ad un induttore	» 28
13 - Generalizzazione dei risultati precedenti. Regole pratiche per lo studio dei circuiti RC ed RL sottoposti a segnali a gradino	» 30
14 - Applicazione dei segnali a gradino ai circuiti con tubi elettronici e transistori	» 36

CAP. II — Circuiti elementari passivi: partitori.

1 - Generalità sui partitori di tensione. Partitore resistivo	» 39
2 - Misura in decibel dell'attenuazione e del rapporto di trasferimento	» 41
3 - Studio in regime sinusoidale del partitore RC	» 43
4 - Curve universali di risposta e di fase del partitore filtrante passa-basso RC	» 45
5 - Studio in regime sinusoidale del partitore passa-alto CR	» 47
6 - Funzione di trasferimento dei partitori filtranti RC e CR. Rappresentazioni grafiche polari	» 50
7 - Comportamento dei partitori filtranti RC e CR sottoposti a segnali a gradino	» 52

8 - Funzione caratteristica e curva di risposta transitoria dei partitori RC e CR e di un quadripolo lineare generico	pag. 55
9 - Partitore a resistenza e capacità connesso ad una resistenza di utilizzazione	» 58
10 - Partitore CR alimentato da un generatore con resistenza interna non nulla	» 64
11 - Risposta dei partitori RC e CR a vari tipi di segnali a scatto: impulso rettangolare	» 68
12 - Applicazione di segnali a rampa ai partitori filtranti passa-basso e passa-alto	» 71
13 - Applicazioni di segnali a gradino con fronte obliquo ai partitori filtranti	» 74

CAP. III — Circuiti elementari attivi: Amplificatori a resistenza con un singolo tubo o transistore.

1 - Circuiti elementari attivi	» 77
2 - Amplificatori a resistenza: le tre disposizioni fondamentali dei tubi e dei transistori	» 81
3 - Disposizione con emettitore a massa; circuito con tubo elettronico	» 84
4 - Amplificatori con catodo a massa (entrata di griglia ed uscita anodica)	» 89
5 - Disposizione con collettore a massa; circuito con tubo elettronico	» 93
6 - Amplificatore con placca a massa (trasferitore catodico)	» 99
7 - Disposizione con griglia a massa	» 106
8 - Disposizione con griglia a massa (entrata catodica, uscita anodica)	» 109
9 - Amplificatore con uscita anodica e catodica	» 115
10 - Studio dell'amplificatore a doppia uscita col metodo del circuito differenziale	» 120
11 - Amplificatori a transistori con uscita dal collettore e dall'emettitore: studio grafico	» 125
12 - Studio per mezzo del circuito differenziale dell'amplificatore a transistori con doppia uscita	» 134
13 - Amplificatore con emettitore a massa ed uscita di collettore	» 139
14 - Amplificatore con collettore a massa ed uscita di emettitore (trasferitore di emettitore)	» 144
15 - Amplificatore con base a massa (entrata di emettitore, uscita di collettore)	» 149

CAP. IV — Circuiti elementari attivi: Amplificatori a resistenza con tubi o transistori associati.

1 - Generalità	» 154
2 - Trasferitori di emettitore in cascata. Configurazione di Darlington	» 157
3 - Sostituzione della resistenza R_c con un bipolo elettronico ad alta resistenza equivalente	» 161
4 - Generalità sugli amplificatori a doppia entrata con uscita differenziale	» 166
5 - Amplificatore differenziale ad accoppiamento di emettitore	» 168
6 - Studio degli amplificatori accoppiati di emettitore col metodo del circuito differenziale.	» 174
7 - Amplificatore differenziale simmetrico ad accoppiamento di emettitore	» 179
8 - Studio degli amplificatori simmetrici ad accoppiamento di emettitore col metodo del circuito differenziale	» 184
9 - Amplificatore simmetrico ad accoppiamento di emettitore con entrate ed uscite bilanciate (amplificatore push-pull)	» 187

CAP. V — Amplificatori a resistenza e capacità.

1 - Collegamento in cascata dei circuiti elettronici studiati	<i>pag.</i> 191
2 - Effetto della capacità di accoppiamento e delle capacità parassite sul comportamento degli amplificatori a resistenza; segnali sinusoidali	» 195
3 - Effetto del collegamento a capacità e delle capacità parassite sul comportamento degli amplificatori a resistenza; segnali a gradino	» 202
4 - Collegamento a capacità fra due amplificatori con emettitore a massa ed uscita di collettore	» 206
5 - Funzione di trasferimento dell'amplificatore a resistenza e capacità	» 212
6 - Trasferitore catodico collegato ad una resistenza di utilizzazione mediante una capacità	» 214
7 - Modificazioni del comportamento degli amplificatori a resistenza e capacità prodotte dai dispositivi di polarizzazione e stabilizzazione	» 218

CAP. VI — Amplificazione video.

1 - Generalità sull'amplificazione video	» 225
2 - Modificazione della composizione armonica dei segnali prodotta da un amplificatore a resistenza e capacità	» 226
3 - Modificazione della forma dei segnali rettangolari ed impulsivi prodotta da un amplificatore a resistenza e capacità	» 231
4 - Elementi di progetto di un amplificatore a resistenza e capacità per segnali video	» 236
5 - Esempio di calcolo di un amplificatore a resistenza e capacità a pentodi per segnali video	» 239
6 - Compensazione in bassa frequenza degli amplificatori a resistenza e capacità	» 243
7 - Generalità sulla compensazione in alta frequenza degli amplificatori a resistenza e capacità	» 246
8 - Compensazione in alta frequenza mediante induttanze in serie alle resistenze di carico degli amplificatori	» 248
9 - Comportamento dell'amplificatore compensato con segnali d'ingresso a gradino e rettangolari	» 254
10 - Amplificatori con più stadi in cascata	» 260
11 - Studio analitico dell'amplificatore compensato in alta frequenza	» 265

CAP. VII — Amplificatori per tensioni continue.

1 - Generalità sull'amplificazione di tensioni continue	» 275
2 - Collegamento diretto, mediante partitore resistivo e controtensione, di due stadi di amplificazione a tubi	» 279
3 - Comportamento dell'amplificatore a collegamento diretto a tubi di fronte a segnali sinusoidali ed a gradino	» 284
4 - Collegamento diretto di amplificatori a transistori	» 289
5 - Instabilità degli amplificatori a collegamento diretto: deriva	» 293
6 - Uso degli amplificatori differenziali per ridurre la deriva	» 297
7 - Elementi pratici riguardanti l'alimentazione e la polarizzazione degli amplificatori per tensioni continue	» 303

- 8 - Amplificazione di tensioni continue mediante loro conversione in tensioni alternate pag. 310
 9 - Amplificatore per tensioni continue con stabilizzazione a chopper » 314

CAP. VIII — Operazioni lineari sui segnali.

- 1 - Generalità sulle operazioni che si compiono sui segnali: integrazione e derivazione » 319
 2 - Integratore a resistenza e capacità » 320
 3 - Derivatore (differenziatore) a capacità e resistenza » 323
 4 - Uso dei partitori RC per integrare segnali del tipo a scatto » 326
 5 - Comportamento del differenziatore a capacità e resistenza di fronte a segnali a gradino e ad altri semplici segnali » 330
 6 - Associazione degli integratori e derivatori a resistenza e capacità agli amplificatori » 333
 7 - Richiami sulla reazione negativa » 336
 8 - Costituzione degli amplificatori destinati a compiere le operazioni lineari » 340
 9 - Operazioni lineari compiute con l'ausilio della reazione; amplificatori operazionali » 344
 10 - Gli amplificatori operazionali integratori e derivatori considerati come circuiti a resistenza e capacità. Effetto Miller » 347
 11 - Il principio del cortocircuito virtuale negli amplificatori operazionali » 350
 12 - Uso dell'amplificatore operazionale per moltiplicare un segnale per una costante numerica » 352
 13 - Amplificatore operazionale con più segnali d'ingresso. Sommatore » 353
 14 - Cenno sulle macchine calcolatrici analogiche » 356

CAP. IX — Traslazione temporale dei segnali.

- 1 - Traslazione temporale dei segnali (ritardo) prodotta dalle linee » 363
 2 - Riflessione delle onde a gradino » 365
 3 - Linee con estremo aperto ed in cortocircuito considerate come elementi circuitali » 368
 4 - Formazione di impulsi rettangolari mediante linee con estremo aperto od in cortocircuito » 372
 5 - Costituzione delle linee di ritardo: linee artificiali » 375
 6 - Deduzione degli elementi utili delle linee artificiali » 379

PARTE SECONDA

ELETTRONICA NON LINEARE

CAP. X — Operazioni sui segnali compiute da circuiti non lineari. Cimatori e fissatori.

- 1 - Generalità » 385
 2 - Circuiti cimatori a diodo: principio di funzionamento » 386

3 - Altri schemi di cimatori a diodi. Effetto delle capacità parassite	pag. 390
4 - Cimatura dei segnali ottenuta con tubi a griglia di controllo	» 392
5 - Cimatura dei segnali ottenuta con trasistori	» 397
6 - Generalità sulla componente continua dei segnali. Cambiamento del valor medio di un segnale	» 401
7 - Principio di funzionamento dei fissatori	» 403
8 - Schemi di fissatori a diodo	» 408
9 - Studio dei fissatori con segnali rettangolari	» 411
10 - Fissaggio nel circuito di griglia e polarizzazione automatica	» 413

CAP. XI — Produzione di segnali a scatto con transistori e tubi usati come interruttori.

1 - Generalità sull'impiego dei tubi in funzione di interruttori per produrre speciali segnali a scatto	» 415
2 - Generazione dei segnali a denti di sega	» 416
3 - Formazione dei segnali a dente di sega: criteri generali di studio dei circuiti RC ed RL con interruttori	» 418
4 - Formazione dei segnali a dente di sega: comportamento del tubo elettronico in funzione di interruttore	» 424
5 - Formazione dei segnali a denti di sega: uso del transistor come interruttore elettronico	» 430
6 - Circuito ad induttanza e resistenza per la formazione di segnali a guizzo	» 433
7 - Circuito a capacità e resistenza per la formazione di segnali a guizzo	» 437
8 - Formatore di segnali a guizzo a capacità e resistenza seguito da amplificatore	» 444
9 - Circuito a campanello	» 449

CAP. XII — Circuiti a scatto e multivibratori.

1 - Generalità sui circuiti a scatto	» 437
2 - Funzionamento a scatto dell'interruttore elettronico nel caso in cui il circuito di reazione è un amplificatore	» 455
3 - Circuiti a scatto astabili a resistenza e capacità; multivibratore di Abraham	» 457
4 - Esame quantitativo del funzionamento del multivibratore di Abraham	» 467
5 - Sincronizzazione dei multivibratori	» 475
6 - Circuito a scatto monostabile (Multivibratore monostabile)	» 477
7 - Modificazioni circuitali del circuito monostabile. Applicazione degli impulsi grilletto	» 482
8 - Multivibratore (monostabile ed astabile) ad accoppiamento di emettitore	» 493
9 - Calcolo del circuito monostabile ad accoppiamento di emettitore in un esempio particolare	» 498
10 - Circuiti a scatto bistabili; circuito di Eccles-Jordan	» 503
11 - Sistemi di comando del circuito di Eccles-Jordan. Scala binaria	» 510
12 - Circuito bistabile ad accoppiamento di emettitore (circuito di Schmitt)	» 515
13 - Calcolo del circuito di Schmitt in un esempio particolare	» 519
14 - Multivibratore a trasformatore (Oscillatore bloccato)	» 522
15 - Elementi pratici sul multivibratore a trasformatore	» 527
16 - Circuiti a scatto con thyatron	» 530

PARTE TERZA

TECNICHE PARTICOLARI

CAP. XIII — L'elettronica nella tecnica del radar e delle comunicazioni ad impulsi.

1 - Generalità sulle tecniche prese in considerazione	pag. 537
2 - Cenni sull'elettronica del radar: schema di principio di un radar	» 537
3 - Costituzione dei modulatori per magnetron	» 539
4 - Generalità sull'indicatore del radar	» 543
5 - Costituzione dell'indicatore: tubo a raggi catodici	» 546
6 - Generazione dell'impulso intensificatore e della tensione a denti di sega	» 549
7 - Linearizzazione della tensione a denti di sega: circuito bootstrap	» 551
8 - Generazione delle marche di distanza per la taratura dell'indicatore	» 554
9 - Generalità sui sistemi di comunicazione ad impulsi	» 556
10 - Sistemi di comunicazione multiplex ad impulsi	» 561
11 - Il rumore nei sistemi di comunicazione ad impulsi	» 566
12 - Mezzi impiegati per effettuare la modulazione in durata ed in posizione e corrispondenti sistemi di demodulazione	» 568

CAP. XIV — L'elettronica nella tecnica televisiva.

1 - Generalità sull'applicazione dell'elettronica alla televisione	» 573
2 - Elementi riguardanti il movimento di scansione del pennello elettronico	» 575
3 - Natura e costituzione del segnale televisivo	» 578
4 - Estrazione dei segnali di sincronismo orizzontali e verticali e loro separazione	» 583
5 - Generazione delle correnti a denti di sega per la deviazione orizzontale e verticale	» 586

CAP. XV — L'elettronica applicata alla strumentazione nucleare.

1 - L'elettronica nella strumentazione nucleare	» 595
2 - Costituzione e funzionamento di un tipico rivelatore (camera di ionizzazione)	» 596
3 - Amplificazione e misura della corrente I_0	» 600
4 - Amplificazione della corrente I_0 con la tecnica degli amplificatori operazionali	» 604
5 - Amplificatore logaritmico per la misura di I_0	» 607
6 - Misura del periodo di un reattore nucleare	» 612
7 - Generalità sulle misure compiute col metodo impulsivo	» 614
8 - Amplificazione degli impulsi del rivelatore	» 618
9 - Il rumore nell'amplificazione degli impulsi	» 623
10 - Discriminazione di ampiezza degli impulsi: uso del circuito di Schmitt	» 627
11 - Demoltiplicazione degli impulsi: scala binaria	» 631
12 - Scala di demoltiplicazione decadica	» 639
13 - Misuratore del ritmo medio degli impulsi	» 645
14 - Circuiti di coincidenza ed anticoincidenza	» 648
INDICE ALFABETICO	» 655