

S. MALATESTA

**ELETRONICA
E RADIOTECNICA**

VOL. I - FONDAMENTI

EDITORE C. CURSI - PISA

SANTE MALATESTA

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

ELEMENTI DI
ELETRONICA
E
RADIOTECNICA

VOLUME PRIMO
FONDAMENTI



EDITORE COLOMBO CURSI - PISA

STAMPATO IN ITALIA - PRINTED IN ITALY

—
VIETATA LA RIPRODUZIONE
TOTALE E PARZIALE
—

Le copie non firmate dall'autore sono contraffatte

√M

© COPYRIGHT FEBRUARY 1967 BY COLOMBO CURSI EDITORE - PISA
INDUSTRIA TIPOGRAFICA — COLOMBO CURSI FU GIUSEPPE — PISA

PARTE PRIMA
CIRCUITI PASSIVI

**CAP. I — Azione dei circuiti e degli apparati elettronici
sui segnali.**

1 - Generalità sull'elettronica	<i>pag.</i> 3
2 - Costituzione degli apparati elettronici. Azione sui segnali	» 4
3 - Natura del segnale	» 8
4 - Uso dei segnali di prova per lo studio dei circuiti	» 11
5 - Fenomeni transitori di carica e scarica di una capacità attraverso ad una resistenza	» 14
6 - Esempio di modificazione della forma di un segnale a scatti prodotta dal semplice quadripolo CR	» 17
7 - Transitori nei circuiti con induttanza e resistenza	» 19
8 - Fenomeni transitori nei circuiti L, C, R. Oscillazioni libere	» 21
9 - Esame energetico dei fenomeni oscillatori	» 24
10 - Deduzione matematica dei risultati relativi ai fenomeni transitori	» 26
11 - Alcune nozioni sulla serie di Fourier utili per l'elettronica	» 32

**CAP. II — Circuiti lineari in regime sinusoidale. Bipoli
passivi ed attivi.**

1 - Studio dei circuiti con segnali sinusoidali. Circuiti lineari e non lineari. Principio di sovrapposizione	» 39
2 - Studio in regime sinusoidale dei circuiti lineari	» 41
3 - Bipoli passivi: comportamento in funzione della frequenza	» 46
4 - Schemi equivalenti di bipoli passivi	» 51
5 - Significato energetico degli schemi equivalenti del bipolo. Potenza nel bipolo	» 55
6 - La resistenza di un conduttore. Effetto pellicolare	» 61
7 - Resistori	» 64
8 - Induttori	» 65
9 - Condensatori	» 69
10 - Bipoli attivi o generatori: schemi equivalenti	» 72
11 - Teoremi di Thevenin e di Norton	» 78

CAP. III — Accoppiamento dei circuiti. Quadripoli passivi.

1 - Generalità sui quadripoli. Filtro RC passa basso	<i>pag.</i> 81
2 - Generalità sull'accoppiamento di due circuiti	» 84
3 - L'accoppiamento per mutua induzione	» 86
4 - Accoppiamento per mutua induzione fra un generatore ed un utilizzatore	» 90
5 - Accoppiamento per mutua induzione fra un generatore ed un utilizzatore resistivo	» 95
6 - Accoppiamento fra un generatore ed un utilizzatore per mezzo di un trasformatore . Trasformazione delle resistenze	<i>r</i> 97
7 - Adattamento delle impedenze	» 99

PARTE SECONDA

I COMPONENTI ELETTRONICI

CAP. IV — L'emissione elettronica ed il diodo.

1 - Gli elettroni	» 105
2 - Emissione elettronica	» 107
3 - Emissione termoionica	» 107
4 - Il diodo	» 109
5 - Il diodo usato come raddrizzatore. Circuiti cimatori	» 111
6 - Carica di un condensatore attraverso ad un diodo . Alimentatore	» 114
7 - Alcune varianti del circuito di carica di un condensatore attraverso ad un diodo-Massa	» 118
8 - Dipendenza della corrente nel diodo dalla tensione anodica e dalla temperatura dell'emittitore. Curve caratteristiche	» 121
9 - Metodo grafico per lo studio dei circuiti comprendenti diodi	» 123
10 - Generalizzazione del metodo della retta di carico	» 128
11 - Comportamento del diodo di fronte a piccole variazioni di tensione e di corrente. Conduttanza e resistenza differenziali	» 130
12 - Metodo del circuito differenziale	» 137
13 - Potenza dissipata nel diodo	» 140

CAP. V — Il triodo.

1 - La griglia e la sua azione di controllo. Triodo	» 143
2 - Caratteristiche del triodo	» 145
3 - Superficie caratteristica. Deduzione delle caratteristiche mutue e di controllo da quelle anodiche	» 151
4 - Triodo con griglia positiva	» 154
5 - Studio grafico dei circuiti comprendenti il triodo	» 156
6 - Funzionamento lineare del triodo . Introduzione al metodo di studio col circuito differenziale	» 161

7 - Coefficiente di amplificazione	pag. 163
8 - Conduttanza anodica e conduttanza mutua	» 164
9 - Il generatore differenziale equivalente del triodo	» 171
10 - Generalizzazione del metodo del circuito differenziale	» 176
11 - Le capacità parassite del triodo. Quadripolo differenziale equivalente del triodo	» 178
12 - Considerazioni matematiche sul triodo; Determinazione del coefficiente di amplificazione di un triodo con elettrodi cilindrici. Equazioni di Vallauri. Giustificazione del metodo di studio grafico	» 180

CAP. VI — Tetrodo, pentodo, tubo a fascio.

1 - Azione dello schermo. Tetrodo. Emissione secondaria	» 187
2 - Il pentodo	» 189
3 - Tubo a fascio	» 193
4 - Parametri differenziali dei pentodi e dei tubi a fascio	» 195
5 - Trasformazione del pentodo in tetrodo e triodo: varie possibilità di collegamento degli elettrodi	» 201

CAP. VII — Tubi a gas.

1 - Generalità sull'introduzione di gas entro i tubi elettronici	» 205
2 - Diodi a gas	» 206
3 - Proprietà dei diodi a gas	» 208
4 - Triodi a gas (Thyratron)	» 210
5 - Esempio di applicazione del thyratron: oscillatore a denti di sega	» 213
6 - Diodi a gas a catodo freddo	» 214
7 - Stabilizzazione della tensione di un alimentatore mediante diodi a gas a catodo freddo	» 217

CAP. VIII — Conduzione nei semiconduttori. Diodi a cristallo.

1 - Generalità sui semiconduttori	» 221
2 - Struttura del germanio	» 222
3 - Rottura dei legami covalenti. Conducibilità intrinseca	» 223
4 - Effetto di impurità pentavalenti e trivalenti. Semiconduttori di tipo n e di tipo p	» 226
5 - Meccanismo della conduzione nei semiconduttori di tipo n e di tipo p	» 229
6 - La giunzione $p-n$	» 231
7 - Diodo a giunzione	» 233
8 - Diodo e triodo a contatto puntiforme	» 235
9 - Raddrizzatori metallici	» 237

CAP. IX — Il transistor.

1 - Il processo di emissioni di cariche attraverso ad una giunzione	» 241
2 - Costituzione generale di un transistor	» 242

3 - Primo esame quantitativo del funzionamento dei transistori	pag. 247
4 - Relazione fra la corrente di collettore e la corrente di base	» 247
5 - Caratteristiche dei transistori <i>p-n-p</i>	» 252
6 - Studio grafico dei circuiti comprendenti i transistori	» 256
7 - Linearità di funzionamento. Caratteristica di regolazione dinamica	» 260
8 - Conduttanza e resistenza differenziale di base. Circuito differenziale d'ingresso del transistoro	» 262
9 - Conduttanza e resistenza differenziale di collettore. Coefficiente di amplificazione di corrente. Generatore differenziale equivalente	» 265
10 - Quadripolo differenziale equivalente del transistoro	» 269
11 - Precisazioni sulle caratteristiche, sui parametri differenziali e sul quadripolo equivalente del transistoro	» 272

PARTE TERZA

L' AMPLIFICAZIONE

CAP. X — Principi generali di funzionamento degli amplificatori.

1 - Generalità sull'amplificazione	» 281
2 - Amplificatore a resistenza con tubo elettronico: studio grafico	» 283
3 - Amplificatore a resistenza con transistoro: studio grafico	» 287
4 - Utilizzazione del segnale d'uscita dell'amplificatore a resistenza	» 289
5 - Amplificatore a trasformatore	» 295
6 - Verifica della linearità di funzionamento degli amplificatori	» 299
7 - Studio dell'amplificatore col metodo del circuito differenziale: amplificatore a tubi	» 301
8 - Studio col metodo del circuito differenziale di amplificatori a tubo con collegamento a capacità	» 306
9 - Studio dell'amplificatore col metodo del circuito differenziale: amplificatore a transistori	» 309
10 - Amplificatori con carico non resistivo. Amplificazione complessa	» 314
11 - Effetto delle capacità parassite dei tubi	» 315
12 - Effetti di ritardo e retroazione nei transistori. Frequenza di taglio	» 320
13 - Esame pratico degli elementi dei circuiti adoperati per l'amplificazione: amplificatori a tubi	» 326
14 - Sistemi di polarizzazione e stabilizzazione negli amplificatori a transistori	» 332

CAP. XI — Amplificatori per basse frequenze (segnali deboli).

1 - Generalità negli amplificatori a più stadi	» 339
2 - Amplificatore a tubi a resistenza e capacità	» 341
3 - Curva universale di risposta e criteri di progetto dell'amplificatore a resistenza e capacità a tubi	» 345

4 - Giustificazione delle proprietà degli amplificatori a resistenza e capacità a tubi	pag. 349
5 - Amplificatori a resistenza e capacità attuati con transistori	» 352
6 - Elementi pratici sugli amplificatori a resistenza e capacità attuati con transistori	» 356
7 - Giustificazione delle proprietà degli amplificatori a resistenza e capacità a transistori	» 359
8 - Amplificatori a trasformatore attuati con tubi	» 364
9 - Amplificatori a trasformatore attuati con transistori	» 366
10 - Cenni sull'amplificazione video: compensazione in alta frequenza degli amplificatori a resistenza	» 369

CAP. XII — Amplificatori di b. f. per segnali forti.

1 - Generalità sull'amplificazione di segnali forti	» 373
2 - Distorsione non lineare	» 373
3 - Determinazione analitica e grafica della distorsione non lineare introdotta da un amplificatore	» 380
4 - Generalità sugli amplificatori di potenza	» 384
5 - Potenza utile, potenza perduta e rendimento degli amplificatori di potenza in b. f.	» 388
6 - Studio di un amplificatore per basse frequenze, attuato con tubo a fascio	» 394
7 - Amplificatori di potenza in controfase (push-pull) per basse frequenze	» 398
8 - Amplificatori push-pull di classi AB e B. Classi di funzionamento degli amplificatori	» 403

CAP. XIII — La reazione negli amplificatori.

1 - Generalità sulla reazione	» 407
2 - Deficienze degli amplificatori e loro correzione mediante la reazione negativa	» 412
3 - Esaltazione degli errori prodotti dalla reazione positiva. Oscillazioni spontanee degli amplificatori. Multivibratori	» 418
4 - Effetto degli sfasamenti negli amplificatori in reazione: studio con segnali sinusoidali	» 422
5 - Comportamento al variare della frequenza dell'amplificatore in reazione. Criterio di Nyquist	» 425
6 - Stabilità dell'amplificatore in reazione di fronte a variazioni dell'amplificazione intrinseca	» 431
7 - Riduzione dell'impedenza interna di un amplificatore prodotta dalla reazione negativa	» 434
8 - Cenno sulla reazione a comando di corrente	» 437
9 - Degenerazione catodica o di emettitore	» 438
10 - Amplificatori a doppia uscita	» 440
11 - Trasferitore catodico	» 442
12 - Studio del trasferitore catodico col metodo del circuito differenziale	» 445
13 - Trasferitore catodico collegato ad un utilizzatore	» 447

PARTE QUARTA
TECNICHE PARTICOLARI

CAP. XIV — Alimentatori e raddrizzatori controllati.

1 - Generalità sulle applicazioni dell'elettronica	<i>pag.</i> 455
2 - Raddrizzamento ad una e due semionde	» 455
3 - Alimentatore con filtro di livello ad ingresso capacitivo	» 458
4 - Alimentatori con filtro di livello ad ingresso induttivo	» 463
5 - Stabilizzazione della tensione degli alimentatori mediante diodi a gas a catodo freddo e diodi Zener	» 466
6 - Stabilizzazione ottenuta mediante trasferitore catodico o di emettitore	» 469
7 - Sistemi di stabilizzazione elettronica	» 472
8 - Raddrizzatori controllati. Uso dei thyatron	» 474
9 - Sistema di controllo dei thyatron a spostamento di fase	» 479

CAP. XV — L'oscillografo catodico.

1 - Costituzione di un oscillografo catodico. Il tubo a raggi catodici ed il can- none elettronico	» 485
2 - Deflessione del pennello elettronico	» 489
3 - Formazione degli oscillogrammi	» 491
4 - Rilievo dell'andamento di una tensione in funzione del tempo	» 494
5 - L'oscillatore a denti di sega e la sua sincronizzazione	» 497
6 - Schema di principio di un semplice oscillografo	» 499
7 - Schema elettrico di un semplice oscillografo	» 501
INDICE ALFABETICO	» 505