

## *XI Prefazione*

- I* Capitolo 1 – METODO CIRCUITALE: COMPONENTI E LEGGI DI KIRCHHOFF
- I* 1.1 Modello circuitale dei fenomeni elettromagnetici
  - 1.1.1 Modello a parametri concentrati, p. 1 - 1.1.2 Modello a parametri concentrati di un fenomeno meccanico, p. 2 - 1.1.3 Vantaggi e svantaggi del modello a parametri concentrati, p. 4 - 1.1.4 Modello circuitale dei fenomeni elettromagnetici, p. 4 - 1.1.5 Componente a parametri concentrati, p. 5 - 1.1.6 Grandezze ai morsetti, p. 6
- 7* 1.2 Componenti circuitali
  - 1.2.1 Classificazione dei componenti, p. 7 - 1.2.2 Componenti reali e ideali, p. 8 - 1.2.3 Componenti utilizzatori e generatori, p. 8 - 1.2.4 Convenzioni tensione-corrente, p. 9 - 1.2.5 Componenti utilizzatori, p. 9 - 1.2.6 Componente resistore, p. 10 - 1.2.7 Componente condensatore, p. 12 - 1.2.8 Componente induttore, p. 14 - 1.2.9 Induttori accoppiati, p. 16 - 1.2.10 Trasformatore ideale, p. 18 - 1.2.11 Componenti generatori, p. 20 - 1.2.10 Componenti reali, p. 23
- 25* 1.3 Leggi fondamentali dei circuiti elettrici
  - 1.3.1 Topologia del circuito, p. 25 - 1.3.2 Leggi di Kirchhoff, p. 27 - 1.3.3 Ipotesi delle leggi di Kirchhoff, p. 31
- 32* 1.4 Collegamento dei componenti
  - 1.4.1 Bipolo equivalente, p. 32 - 1.4.2 Collegamento serie, p. 32 - 1.4.3 Partitore di tensione, p. 34 - 1.4.4 Collegamento parallelo, p. 36 - 1.4.5 Partitore di corrente, p. 38 - 1.4.6 Collegamento stella triangolo, p. 40 - 1.4.7 Resistenza/Conduttanza equivalente, p. 41
- 42* 1.5 Potenza, energia e lavoro elettrico
  - 1.5.1 Lavoro elettrico, p. 42 - 1.5.2 Convenzioni di segno utilizzatori/generatori, p. 43 - 1.5.3 Componente resistore, p. 44 - 1.5.4 Componente condensatore, p. 45 - 1.5.5 Compo-

nente induttore, p. 45 - 1.5.6 Variabili di stato, p. 46 - 1.5.7 Conservazione dell'energia o teorema di Tellegen, p. 47

52 1.6 Esercizi risolti

64 1.7 Esercizi proposti

## 69 Capitolo 2 – METODI DI SOLUZIONE DI CIRCUITI

69 2.1 Risoluzione di Reti

2.1.1 Variabili di rete, p. 69 - 2.1.2 Metodo grafico, p. 70 - 2.1.3 Metodo tabellare, p. 72 - 2.1.4 Metodo tabellare e incognite non vincolate, p. 77 - 2.1.5 Disaccoppiamento, p. 80

83 2.2 Teoremi di rete

2.2.1 Linearità, p. 84 - 2.2.2 Passivazione dei generatori, p. 84

85 2.3 Teorema di sovrapposizione

2.3.1 Teorema di Thévenin, p. 90 - 2.3.2 Circuito equivalente di Norton, p. 94 - 2.3.3 Corollario di Millman, p. 96 - 2.3.4 Teorema del massimo trasferimento di potenza, p. 98

101 2.4 Esercizi risolti

142 2.5 Esercizi proposti

## 145 Capitolo 3 – EVOLUZIONE DEI CIRCUITI NEL TEMPO

145 3.1 Evoluzione dei circuiti nel tempo

145 3.2 Circuiti ed equazioni differenziali

3.2.1 Equazioni differenziali ordinarie, p. 146 - 3.3 Circuito RC, p. 149 - 3.3.1 Soluzione dell'omogenea associata, p. 152 - 3.3.2 Integrale particolare, p. 153 - 3.3.3 Soluzione complessiva, p. 153

154 3.4 Circuito RL

156 3.5 Evoluzione libera del circuito

3.5.1 Soluzione circuito senza generatori, p. 157

158 3.6 Transitorio e regime

159 3.7 Schema di soluzione semplificata

3.7.1 Modello asintotico di  $C$  e  $L$ , p. 159 - 3.7.2 Il metodo per ispezione, p. 160

162 3.8 Esercizi risolti

205 3.9 Esercizi proposti

## 209 Capitolo 4 – CIRCUITI IN REGIME SINUSOIDALE

209 4.1 Il metodo simbolico

4.1.1 Funzioni periodiche, p. 209 - 4.1.2 Metodo simbolico, p. 212 - 4.1.3 Soluzione di un circuito con il metodo simbolico, p. 219

- 222 4.2 Analisi circuitale con il metodo simbolico  
 4.2.1 Leggi di Kirchhoff in termini di fasori, p. 223 - 4.2.2 Equazioni dei componenti in forma fasoriale, p. 224 - 4.2.3 Impedenza, p. 229 - 4.2.4 Ammettenza, p. 230 - 4.2.5 Componente induttore accoppiato, p. 232 - 4.2.6 Soluzione dei circuiti con il metodo simbolico, p. 234 - 4.2.7 Collegamento dei componenti, p. 236 - 4.2.8 Diagrammi vettoriali, p. 239 - 4.2.9 Circuito ohmico-induttivo, p. 239 - 4.2.10 Circuito ohmico-capacitivo, p. 241 - 4.2.11 Linea di trasmissione, p. 242
- 245 4.3 Esercizi risolti
- 271 4.4 Esercizi proposti
- 275 Capitolo 5 – POTENZE IN REGIME SINUSOIDALE
- 275 5.1 Potenza in regime sinusoidale
- 275 5.2 Potenza in un componente  
 5.2.1 Forme d'onda di  $v(t)$ ,  $i(t)$  e  $p(t)$ , p. 278 - 5.2.2 Potenza attiva e Potenza reattiva, p. 283 - 5.2.3 Potenza complessa e Potenza apparente, p. 285 - 5.2.4 Potenza in un'impendenza, p. 286 - 5.2.5 Carico industriale, p. 288
- 290 5.3 Il corollario di Boucherot  
 5.3.1 Utilizzo del teorema di Boucherot per la soluzione di un circuito, p. 292 - 5.3.2 Rendimento di trasmissione, p. 294
- 294 5.4 Rifasamento  
 5.4.1 Importanza tecnica della potenza reattiva, p. 294 - 5.4.2 Dimensionamento del condensatore di rifasamento, p. 297 - 5.4.3 Valore obiettivo di  $\cos\phi'$ , p. 299
- 303 5.5 Esercizi risolti
- 329 5.6 Esercizi proposti
- 331 Capitolo 6 – COMPORTAMENTO IN FREQUENZA
- 331 6.1 Risposta in frequenza
- 331 6.2 Comportamento dei componenti  $C$  e  $L$   
 6.2.1 Circuiti lineari e analisi di Fourier, p. 332 - 6.2.2 Valore efficace e componenti armoniche, p. 333
- 335 6.3 Funzione di trasferimento
- 336 6.4 Filtro passa-basso  
 6.4.1 diagrammi di Bode e di Nyquist, p. 337
- 344 6.5 Filtro passa-alto
- 345 6.6 Risonanza  
 6.6.1 Risonanza serie, p. 346 - 6.6.2 Funzione di trasferimento, p. 347 - 6.6.3 Comportamento in risonanza, p. 348 - 6.6.4 Energie nei componenti in risonanza, p. 349 - 6.6.5 Risonanza parallelo, p. 351

- 353 6.7 Esercizi risolti
- 362 6.8 Esercizi proposti
- 
- 363 Capitolo 7 – SISTEMI TRIFASE
- 363 7.1 Sistemi trifase
- 363 7.2 Il tripolo elettrico e le sue grandezze
- 366 7.3 I circuiti trifase
- 7.3.1 Generatori trifase, p. 366 - 7.3.2 Carichi trifase, p. 369 - 7.3.3 Le grandezze di linea, p. 369
- 370 7.4 Sistemi trifase simmetrici
- 7.4.1 Legame tra le tensioni di fase e le tensioni concatenate, p. 372 - 7.4.2 Individuazione del centro stella teorico, p. 374
- 376 7.5 Analisi di sistemi trifase
- 7.5.1 Generatore trifase a stella collegato a un carico a stella, p. 376 - 7.5.2 Generatore trifase simmetrico a stella collegato a un carico a stella equilibrato, p. 379 - 7.5.3 Generatore trifase a stella collegato a più carichi collegati a stella, p. 380 - 7.5.4 Generatore trifase simmetrico a stella collegato a più carichi a stella equilibrati, p. 382 - 7.5.5 Collegamento di generatori a stella e carichi a triangolo, p. 383 - 7.5.6 Stella di impedenze equivalente a un tripolo, p. 384
- 388 7.6 Potenza nei sistemi trifase
- 7.6.1 Potenza nel tripolo, p. 388 - 7.6.2 Potenza nei sistemi trifase simmetrici ed equilibrati, p. 392
- 396 7.7 Vantaggi e svantaggi del sistema trifase
- 404 7.8 Esercizi risolti
- 432 7.9 Esercizi proposti
- 
- 435 Capitolo 8 – CIRCUITI MAGNETICI
- 435 8.1 Circuiti magnetici
- 435 8.2 Modello a parametri concentrati dei fenomeni elettrici e magnetici
- 8.2.1 Dalle equazioni del campo di corrente ai circuiti, p. 436 - 8.2.2 Dal campo magnetico ai circuiti magnetici, p. 438 - 8.2.3 I materiali ferromagnetici, p. 442 - 8.2.4 Nucleo in materiale ferromagnetico, p. 446 - 8.2.5 I circuiti magnetici, p. 447 - 8.2.6 Traferri, p. 448 - 8.2.7 Circuiti magnetici con magneti permanenti, p. 450 - 8.2.8 Metodo per la costruzione della rete associata a un campo magnetico concentrato, p. 454
- 455 8.3 Circuiti magnetici e circuiti elettrici
- 8.3.1 Accoppiamento magnetico, p. 456 - 8.3.2 Polarità dell'accoppiamento mutuo, p. 460

- 463 8.4 Energia nei circuiti magnetici
- 8.4.1 Energia nei circuiti accoppiati, p. 464 - 8.4.2 Energia nei materiali nonlineari, p. 465 - 8.4.3 Circuiti magnetici con traferro, p. 466 - 8.4.4 Energia magnetica e potenza reattiva 466 - 8.4.5 Forze nei circuiti magnetici, p. 467 - 8.4.6 Limiti alla corrispondenza tra reti elettriche e le reti magnetiche, p. 472
- 474 8.5 Dagli induttori accoppiati al trasformatore ideale
- 8.5.1 Accoppiamento  $k = 0.5$ , p. 476 - 8.5.2 Accoppiamento  $k = 1.0$ , p. 477 - 8.5.3 Accoppiamento  $k = 1.0$  e  $\mathcal{R} \rightarrow 0$ , p. 478
- 479 8.6 Circuito equivalente di due induttori accoppiati
- 483 8.7 Esercizi risolti
- 511 8.8 Esercizi proposti
- 513 Indice analitico