

INDICE

Introduzione	11
Capitolo 1 - Generalità	13
1.1 Scopi della messa a terra	13
1.2 Campo di corrente e superfici equipotenziali	15
1.3 Classificazione dei sistemi elettrici	20
1.4 Norme relative agli impianti di terra	21
1.5 Definizioni fondamentali sugli impianti di terra	22
1.6 Effetti patologici della corrente elettrica	24
1.7 Limiti di pericolosità	28
1.7.1 Zone di pericolosità corrente-tempo	28
1.7.2 Curve di sicurezza corrente-tempo	28
1.7.3 La resistenza del corpo umano e verso terra	28
1.7.4 Tensioni ammissibili	32
1.8 Riferimenti normativi per il dimensionamento degli impianti di terra	37
1.8.1 Dimensionamento dell'impianto di terra in bassa tensione	37
1.8.2 Dimensionamento dell'impianto di terra in media e alta tensione	41
1.8.3 Collegamento del neutro all'impianto di terra di cabina	46
1.8.4 Esempi di applicazione delle norme	46
Capitolo 2 - Dispersori elementari	51
2.1 Generalità	51
2.2 Dispersore sferico in un mezzo omogeneo e indefinito	51
2.3 Dispersore cilindrico in un mezzo omogeneo e indefinito	52
2.4 Dispersori in parallelo e in serie	53
2.4.1 Dispersori emisferici in parallelo	54
2.4.2 Dispersori emisferici in serie	56
2.5 Dispersori in terreno omogeneo	57
2.6 Influenza della profondità di interramento	58

2.7	Dispensori elementari in terreno omogeneo	63
2.7.1	Corda in terreno omogeneo	63
2.7.2	Picchetto in terreno omogeneo	67

Capitolo 3 - Dispensori di piccole dimensioni **73**

3.1	Dispensori di forma complessa	73
3.2	Tensioni di contatto e di passo a vuoto e in presenza dell'uomo	75
3.3	Dispensori di piccole dimensioni	79
3.3.1	Dispensore quadrato	80
3.3.2	Dispensore ad anello	87
3.3.3	Dispensore costituito da quattro picchetti disposti ai vertici di un quadrato	89
3.3.4	Dispensore quadrato con picchetti ai vertici	91
3.3.5	Dispensore quadrato con un picchetto al centro	96
3.3.6	Dispensore piramidale	99
3.3.7	Formule per il calcolo della resistenza di terra di dispensori di piccole dimensioni	105
3.3.8	Considerazioni sul dimensionamento di un dispensore di terra di piccole dimensioni	105
3.3.9	Esempi di utilizzo delle tabelle	108
3.4	La vasca elettrolitica	109

Capitolo 4 - Dispensori di grandi dimensioni **113**

4.1	Generalità	113
4.2	Dispensore quadrato a maglie quadrate	114
4.3	Dispensore a maglie differenziate e a file parallele	122
4.4	Dispensore quadrato a maglie quadrate con picchetti ai bordi	124
4.5	Dispensore rettangolare a maglie quadrate	131
4.6	Espressioni empiriche per il calcolo della resistenza di terra e delle tensioni di contatto e di passo	134

Capitolo 5 - Comportamento dei dispensori in terreno non omogeneo **137**

5.1	Le caratteristiche del terreno	137
5.2	Il principio delle immagini in terreno non omogeneo	140
5.3	La resistenza di terra in un terreno a due strati	142
5.4	Confronto tra le resistenze di terra in terreno omogeneo e a due strati	143
5.5	Distribuzione del potenziale in terreno omogeneo e a due strati	149

Capitolo 6 - Determinazione delle correnti di terra **159**

6.1	Generalità	159
6.1.1	Correnti di guasto a terra in media tensione	160
6.2	Conduttori di ritorno	163
6.2.1	Circuiti di guasto in alta tensione	164

6.2.2	Circuiti di guasto in media tensione	169
6.2.3	Circuiti di guasto in bassa tensione	171
6.3	La valutazione degli effetti dei conduttori di ritorno	172
6.3.1	Analisi dei circuiti di guasto in alta tensione	172
6.3.2	Analisi dei circuiti di guasto in media tensione	183

Capitolo 7 - Misura della resistività del terreno **203**

7.1	Premessa	203
7.2	I metodi di misura della resistività del terreno	203
7.3	Volume di terreno che influenza il valore di resistività apparente	206
7.4	Considerazioni sui metodi e sulle apparecchiature di misura	207
7.5	Accorgimenti per misurare la resistività	209
7.6	Modalità di conduzione delle misure	211
7.7	Interpretazione dei risultati	214

Capitolo 8 - Progetto di un impianto di terra in media e alta tensione **217**

8.1	Generalità	217
8.2	Resistività del terreno	218
8.3	Scelta dell'area	218
8.4	Correnti di guasto a terra e relativa durata del guasto	218
8.5	Conduttori di ritorno	220
8.6	Riduzione della resistenza di terra dell'impianto	220
8.7	Riduzione delle tensioni di contatto	224
8.8	Aumento della resistività superficiale del terreno	224
8.9	Inaccessibilità delle zone pericolose	224

Capitolo 9 - La costruzione di un impianto di terra **225**

9.1	Posa in opera del dispersore	225
9.2	Dimensioni minime dei dispersori e dei conduttori di terra in media ed alta tensione	228
9.3	Dispersori, conduttori di terra e di protezione in bassa tensione	234
9.4	Dispersori a picchetto	237
9.5	Giunzioni dei dispersori	238
9.6	Corrosione dei dispersori	241

Capitolo 10 - Alcuni progetti di dispersori **243**

10.1	Generalità	243
10.2	Elaborati di progetto	243
10.3	Progetto del dispersore di una cabina di distribuzione MT/BT	245
10.4	Progetto del dispersore di una cabina per stazione idrica di pompaggio	246
10.5	Progetto del dispersore di una stazione elettrica AT/MT	248
10.6	Progetto del dispersore di una stazione elettrica AT/AT	250

10.7	Progetto del dispersore di uno stabilimento industriale	255
10.8	Progetto del dispersore di un palazzo uffici	258
Capitolo 11 - Potenziali trasferiti e fenomeni di interferenza		259
11.1	Premessa	259
11.2	Potenziali trasferiti	259
11.3	Fenomeni d'interferenza	262
11.4	Interferenze ad alta frequenza	266
Capitolo 12 - Impianti di terra per la protezione contro i fulmini		269
12.1	Caratteristiche elettriche dei fulmini	269
12.2	Comportamento di un dispersore sottoposto ad una corrente ad impulso	270
12.3	Il dimensionamento ad impulso di un dispersore	275
Capitolo 13 - Verifica dell'impianto di terra		281
13.1	Generalità	281
13.2	Esame a vista e prova di continuità	283
13.3	Misura della resistenza di terra	284
13.4	Misura delle tensioni di contatto e di passo	293
13.5	Verifica delle interferenze	298
13.6	Verifica dell'impianto di terra in un sistema TT	299
13.7	Verifica del dispersore di cabina MT/BT nel passaggio da neutro isolato a neutro compensato con bobina di Petersen	301
Appendici		303
Appendici al capitolo 1		305
Appendici al capitolo 2		308
Appendici al capitolo 3		312
Appendici al capitolo 5		318
Appendici al capitolo 6		322
Appendici al capitolo 7		338
Bibliografia		341
Indice analitico		351