

MANUALI HOEPLI

Ign. **EMILIO PIAZZOLI**

SOVRATENSIONI
NEGLI IMPIANTI ELETTRICI

CAUSE-EFFETTI-PROTEZIONI

ULRICO HOEPLI-EDITORE

MANUALI HOEPLI

Ing. EMILIO PIAZZOLI

Sovratensioni

negli impianti elettrici

Cause - Effetti - Protezioni

Con 125 figure



Maggio 1913.

ULRICO HOEPLI
EDITORE LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1913

INDICE

PARTE PRIMA. — Sovratensioni.

I. - Introduzione.

	Pag.
1. Campo elettrico nella trasmissione di potenza	3
2. Costanti dei circuiti elettrici	5
3-4. Energia del campo elettrico	7
5. Trasformazioni di energia	11
6. Onde transitorie di corrente e di tensione	13
7. Sovratensioni	15
8. Origine delle sovratensioni	17
9. Classificazione delle sovratensioni	18

II. - Sovratensioni di origine interna.

1°) SOVRATENSIONI CHE SI MANIFESTANO ALLA CHIUSURA E ALL'INTERRUZIONE DI CIRCUITI.

a) *Circuiti semplicemente induttivi.*

10. Periodo transitorio della corrente.	20
11. Chiusura del circuito	24
12. Interruzione del circuito	24
13. Casi pratici	27
14. Forza elettromotrice alternata	31

b) *Circuiti con capacità concentrata.*

15. Carica di un condensatore	34
16. Caso della piccola resistenza	36
17. Sovratensione di inserimento	38
18. Sovratensioni di interruzione	41
19. Condizioni pratiche	44

c) *Risonanze.*

20. Sovrapposizioni di onde	47
21. Condizioni di risonanza	48
22. Effetti di risonanza	53
23-24. Casi pratici; cavi concentrici, ecc.	56

d) *Circuiti a capacità e induttanze suddivise.*

25. Inserimento di una conduttura	59
26. Sovratensione di inserimento	61
27. Lunghezza dell'onda di carica	66
28. Analogia meccanica	68
29. Azione degli smorzamenti	71
30. Intensità di carica	73
31-32. Tensione alternata	75
33-34. Onde correnti	78
35-36. Modificazioni dell'onda corrente in tronchi di differenti caratteristiche	81
37. Esempio numerico	88
38. Cavo in serie con conduttura aerea e con tra- sformatore	89
39. Capacità interposta in una conduttura	91
40. Azione protettiva	92
41. Resistenze smorzanti	92
42. Corto circuito	95
43. Sovratensione di interruzione	96
44. Esempio	99

e) *Inserimenti di macchine e trasformatori.*

45. Propagazione della tensione in avvolgimenti	101
---	-----

2°) SOVRATENSIONI PROVOCATE DA ARCHI.

46. Archi instabili	104
47. Circuiti oscillanti	106
48. <i>Arcing-ground</i>	107
49. Azione di ripetute scintille	109
50-52. Casi pratici	111

III. - Sovratensioni di origine atmosferica.

53. Campo elettrico terrestre	116
54-58. Cariche statiche	117
59. Variazioni rapide del campo terrestre	123
60-63. Onde correnti, loro propagazione	124
64-65. Resistenze di smorzamento	129
66. Induzione elettromagnetica	133
67. Ipotesi sull'azione del fulmine	134
68. Scariche dei fulmini	135
69. Scariche dirette e scariche laterali	139

IV. - Azione delle sovratensioni e smorzamenti naturali.

1°) AZIONE DELLE SOVRATENSIONI.

70. Scariche	141
71. Effluvi; deterioramento dai rivestimenti	144
72. Gradiente del potenziale tra due superfici affacciate	147
73. Sovratensioni verso terra e tra i conduttori	149
74. Differenti modi di manifestarsi delle sovratensioni	152

2°) SMORZAMENTI NATURALI.

75-81. Alcune cause smorzanti	154
82-83. Effetto corona	159
84. Irradiazione di energia	162
85. Condizioni in cui si trovano gli impianti ad alta tensione rispetto alle sovratensioni	163
86-87. Id. degli impianti a tensioni basse	165

PARTE SECONDA. — Protezioni.

V. - Sistemi di protezione.

	Pag.
89. Riepilogo	170
90. Diversi sistemi di protezione	171

VI. - Protezioni indirette (preventive).

1°) PROVVEDIMENTI TENDENTI AD EVITARE LE CAUSE CHE PRODUCONO SOVRATENSIONI (CAUSE DI ORIGINE INTERNA).

91. Natura di siffatte protezioni	172
92. Influenza della curva di tensione	173
93. Potenza e tensione delle macchine	174
94-95. Valvole, interruttori a olio, ecc.	175
97. Regole di esercizio	179
98. Inseritori di protezione	180
99-100. Altri analoghi dispositivi	184
101. Uso di trasformatori	190
102. Gruppi speciali	191

2°) PROTEZIONI PER IMPEDIRE A PERTURBAZIONI ESTERNE DI RAGGIUNGERE GLI IMPIANTI (PROTEZIONI DI CONDOTTURE LIBERE).

103-104. Gabbia di Faraday e di Hertz	191
105. Fili di terra	194
106-107. Punte e anelli di protezione	199
108. Risultati di osservazioni	202
109. Tracciato della linea	204

3°) PRECAUZIONI DI ORDINE COSTRUTTIVO.

110. In chè consistano	204
----------------------------------	-----

PARTE SECONDA. — Protezioni.

V. - Sistemi di protezione.

	Pag.
89. Riepilogo	170
90. Diversi sistemi di protezione	171

VI. - Protezioni indirette (preventive).

1°) PROVVEDIMENTI TENDENTI AD EVITARE LE CAUSE CHE PRODUCONO SOVRATENSIONI (CAUSE DI ORIGINE INTERNA).

91. Natura di siffatte protezioni	172
92. Influenza della curva di tensione	173
93. Potenza e tensione delle macchine	174
94-95. Valvole, interruttori a olio, ecc.	175
97. Regole di esercizio	179
98. Inseritori di protezione	180
99-100. Altri analoghi dispositivi	184
101. Uso di trasformatori	190
102. Gruppi speciali	191

2°) PROTEZIONI PER IMPEDIRE A PERTURBAZIONI ESTERNE DI RAGGIUNGERE GLI IMPIANTI (PROTEZIONI DI CONDOTTURE LIBERE).

103-104. Gabbia di Faraday e di Hertz	191
105. Fili di terra	194
106-107. Punte e anelli di protezione	199
108. Risultati di osservazioni	202
109. Tracciato della linea	204

3°) PRECAUZIONI DI ORDINE COSTRUTTIVO.

110. In chè consistano	204
----------------------------------	-----

VII. - Protezioni dirette (difensive).

I°) PROTEZIONI RELATIVE

A VARIAZIONI DI LENTO DECORSO.

	Pag.
111. Loro caratteristica	206

a) *Messa a terra del neutro.*

112-114. Fenomeni che se ne derivano	207
115-116. Effetti delle armoniche multiple di tre	210
117. Vantaggi e inconvenienti del neutro a terra	214
118. Messa a terra di una fase	216

b) *Messa a terra con resistenze e rocchetti di impedenza.*

119-120. Scaricatori a getto d'acqua	217
121. Resistenze calibrate	223
122. Vantaggi dei getti liberi	224
123. Resistenze fisse	225
124. Rocchetti di impedenza	227
125. Messa a terra della massa delle macchine	229

2°) PROTEZIONI RELATIVE A RAPIDE VARIAZIONI.

a) *Dispositivi a funzionamento discontinuo (scaricatori).*

126. Funzionamento degli scaricatori	232
127. Spegnimento dell'arco	235
128. Tensione disruttiva	238
129. Determinazione delle resistenze	239
130. Efficacia degli scaricatori	241

Scaricatori a corna.

131-133. Funzionamento	243
134-136. Intervalli, schemi di inserimento	250
137. Scaricatori in parallelo	256
138. Corna multiple	258

	Pag.
139. Dati pratici	260
140-141. Corna in serie	262
142. Dispositivi per aumentare la sensibilità . . .	265
143. Scaricatori a soffio magnetico	266
144. Scaricatore elettrostatico	268
145. » a punte ausiliari	268
146. » a relais (Dina)	269
147. Sistemi speciali per favorire il funzionamento degli scaricatori a corna	271
148. Scaricatori a corna multiple	272
149. » Gola	273
150. » Bláthy.	274
151. » Pizzuti - Ferrari.	275
152. Schema di un impianto protetto con scaricatori a corna	277
153. Installazione e manutenzione degli scaricatori a corna	277

Scaricatori a rulli.

154. Rulli	280
155. Rulli Wurtz	283
156. Dati pratici	284
157. Rulli Wirt	286
158-159. Combinazioni di rulli e resistenze in pa- rallelo	288
160. Altri dispositivi a rulli	291
161. Applicabilità dei rulli	293
162. Sensibilità degli scaricatori a rulli	294
163. Gradiente del potenziale nelle serie di rulli . .	295
164. Scaricatore Zipp	299
165. Valvole Giles	300
166. Scaricatore Modigliani	302

Costruzione delle resistenze.

167. Requisiti	303
168. Resistenze ad acqua	304

	Pag.
169-173. Resistenze di carbone e simili	306
174. Resistenze metalliche	309

Scaricatori a resistenze elettrolitiche.

175. Celle ad alluminio	311
176. Loro applicazione alla protezione di impianti	314
177. Inconvenienti nel caso di corrente alternata	317
178. Funzionamento pratico	319
179. Disposizioni di impianto	320

b) *Dispositivi a funzionamento continuo.*

180. Loro caratteristica	323
------------------------------------	-----

Spirali di induttanza.

181. Origine	323
182-183. Funzionamento	324
184. Spirali d'induttanza e capacità in serie	329
185. Risonanza di onde correnti	332
186. Disposizione delle spirali	334

Condensatori.

187. Origine	337
188. Condensatore inserito in un circuito a corrente alternata	337
189. Prime idee sull'azione protettiva dei condensatori	338
190-194. Effetto dei condensatori	340
195. Conseguenze dell'aumento di capacità dell'im- pianto	351
196. Influenza dei conduttori di connessione	352
197. Condensatori e scaricatori in parallelo	353
198. Condensatori industriali	354
199-200. Schemi di inserimento	359
201. Esempi di impianti a condensatori	363

Dispositivi smorzatori.

202-204. Sistema Campos	368
-----------------------------------	-----

VIII. - Scelta della protezione.

	Pag.
205. Criteri di scelta	378
206. Schemi di installazione	379

IX. - Installazione delle protezioni.

207. Conduttori di terra e collegamento a terra . .	384
208. Percorso dei conduttori di terra	384
209-210. Isolamento dei conduttori	387
211. Messa a terra	390
212. Resistenza delle « terre »	391
213. Valore e misura della resistenza	393
214. Esecuzione del collegamento a terra	394
215. Opportunità di due sistemi indipendenti di « terre »	397
