

D. E. RAYALICO

# IL RADIO LIBRO



SENTINELLE

D. E. RAVALICO

# IL RADIO LIBRO

C O S T R U Z I O N E  
I N S T A L L A Z I O N E  
R I P A R A Z I O N E  
D E I M O D E R N I A P P A R E C C H I

Dagli elementi di elettricità ai  
più recenti radio-ricevitori  
nazionali e stranieri

400 figure - 100 circuiti  
XIII tabelle

EDITORE — ULRICO HOEPLI — MILANO — 1933-XI

RISTAMPA ANASTATICA DA ORIGINALE

Progetto di pre stampa a cura dello studio editoriale  
*xedizioni.it* per conto de “Le Radio di Sophie”

“Le Radio di Sophie” è *disponibile ad assolvere i propri impegni nei confronti dei titolari di eventuali diritti sui testi pubblicati*

© 2018 leradiodisophie.it

## PREFAZIONE

Il presente volumetto ha lo scopo di fornire le nozioni più indispensabili di elettricità e di radiotecnica a coloro che si dilettono alla costruzione degli apparecchi radiofonici o che si dedicano alla loro riparazione.

Ho eliminate le discussioni esclusivamente teoriche, ed ho saltata la trattazione dei sistemi antichi di ricezione, che scarsissimo interesse possono avere oggi, dato l'enorme progresso raggiunto in questi ultimi anni dalla radiotecnica. Così non ho creduto opportuno trattare degli apparecchi trasmettenti.

Spero di essere riuscito a dare a tutto il volumetto un carattere di praticità tale da riuscire utile al dilettante e al riparatore. Per questa ragione ho dedicato un intero capitolo alla descrizione degli apparecchi commerciali. Trattandosi di ricevitori lungamente studiati nei laboratori dei maggiori costruttori, i loro schemi possono servire ai dilettanti per perfezionare la loro coltura tecnica, e ai riparatori per effettuare con maggior rapidità il loro lavoro.

A proposito di questi schemi, faccio notare che non tutti gli apparecchi sul mercato sono costruiti dalle Ditte che li presentano. Molti apparecchi si distinguono soltanto per il mibiletto e il diverso nome. Ho dovuto quindi includere soltanto gli apparecchi originali: gli altri non essendo che un diverso aspetto commerciale di essi.

Sarò lieto di mettermi a disposizione di tutti i miei lettori per chiarimenti o consigli, così come gradirò ricevere le loro osservazioni per poter migliorare questo mio lavoro.

Trieste, maggio 1933

L'AUTORE



# INDICE DEI CAPITOLI

## CAPITOLO I.

### NOTIZIE DI ELETTRICITÀ UTILI AL RADIOTECNICO.

	Pag.
1. Gli elettroni . . . . .	1
2. Elettricità statica. . . . .	3
3. Elettroscopio . . . . .	5
4. Induzione elettrostatica . . . . .	6
5. Elettroforo . . . . .	7
6. Il principio del condensatore . . . . .	8
7. La corrente elettrica . . . . .	9
8. Unità di misura della corrente elettrica . . . . .	10
9. Produzione della corrente elettrica . . . . .	12
10. La legge di Ohm . . . . .	13
11. Caduta di tensione . . . . .	15
12. L'unità elettrica di potenza . . . . .	16
13. Conduttori ed isolatori. . . . .	17
14. Il coefficiente resistenza-temperatura . . . . .	18
15. Leggi delle resistenze elettriche . . . . .	18
16. La resistenza specifica . . . . .	19
17. Resistenze in serie ed in parallelo. . . . .	19
18. Effetti della corrente elettrica . . . . .	20
19. Magnetismo . . . . .	22
20. Campo magnetico e linee di forza . . . . .	25
21. Effetti magnetici della corrente . . . . .	26
22. Forza magnetomotrice . . . . .	30
23. Riluttanza . . . . .	31
24. Isteresi magnetica . . . . .	32
25. Magnetismo residuo . . . . .	33
26. Induzione elettromagnetica . . . . .	33
27. Leggi dell'induzione elettromagnetica . . . . .	35
28. Direzione della corrente indotta . . . . .	36
29. Auto-induzione . . . . .	37
30. Mutua-induzione . . . . .	37
31. La corrente alternata . . . . .	38

# I N D I C E D E I C A P I T O L I

	Pag.
32. Induttanza . . . . .	42
33. Capacità . . . . .	44
34. Il circuito oscillante . . . . .	45
35. La frequenza del circuito oscillante . . . . .	47
36. La risonanza . . . . .	50

## CAPITOLO II

### LA VALVOLA.

37. L'effetto Edison . . . . .	52
38. La valvola di Fleming . . . . .	55
39. La curva caratteristica della valvola di Fleming . . . . .	57
40. L'emissione elettronica . . . . .	60
41. La valvola De Forest . . . . .	61
42. Il coefficiente di amplificazione . . . . .	65
43. La resistenza interna . . . . .	67
44. La mutua-conduttanza . . . . .	69
45. Caratteristiche statiche e caratteristiche dinamiche . . . . .	71
46. La valvola bigriglia . . . . .	72
47. La valvola schermata . . . . .	73
48. L'emissione secondaria nelle valvole schermate . . . . .	80
49. Il pentodo . . . . .	84
50. L'alimentazione del catodo nelle valvole . . . . .	87
51. Valvole per accensione a corrente alternata . . . . .	88
52. Valvole per l'alta frequenza . . . . .	91
53. Caratteristiche costruttive delle valvole . . . . .	93

## CAPITOLO III.

### L'APPARECCHIO RICEVENTE.

54. Come avvengono le radio-comunicazioni . . . . .	98
55. Gli organi elementari dell'apparecchio ricevente . . . . .	102
56. Il circuito d'antenna . . . . .	108
57. L'amplificatore ad alta frequenza . . . . .	113
58. Accoppiamento di valvole amplificatrici in alta frequenza . . . . .	116
59. La selettività di un amplificatore ad alta frequenza . . . . .	126
60. Il rivelatore . . . . .	133
61. Rivelatori a cristallo . . . . .	135
62. Rivelazione a valvola per caratteristica di placca . . . . .	137
63. Rivelazione a valvola per caratteristica di griglia . . . . .	141
64. L'amplificatore a bassa frequenza . . . . .	144
65. Curve caratteristiche dell'apparecchio ricevente . . . . .	153

CAPITOLO IV.

**L'ALIMENTAZIONE DEI RICEVITORI  
CON CORRENTE D'ILLUMINAZIONE.**

	Pag.
66. I diversi sistemi di alimentazione dei ricevitori . . . . .	162
67. Raddrizzamento della corrente alternata . . . . .	163
68. Livellamento della corrente rettificata . . . . .	169
69. Valvole rettificatrici . . . . .	172
70. L'alimentazione dei piccoli ricevitori . . . . .	177
71. L'alimentazione degli apparecchi moderni . . . . .	179
72. L'alimentazione dalla rete di corrente continua . . . . .	183

CAPITOLO V.

**ORGANI DELL'APPARECCHIO RICEVENTE.**

73. Considerazioni generali . . . . .	188
74. Condensatori . . . . .	189
75. Condizioni di lavoro dei condensatori . . . . .	192
76. Condensatori fissi . . . . .	193
77. Condensatori induttivi e non induttivi . . . . .	196
78. Condensatori di blocco multipli . . . . .	197
79. Condensatori elettrolitici . . . . .	198
80. Funzionamento dei condensatori elettrolitici . . . . .	200
81. Costruzione dei condensatori elettrolitici . . . . .	204
82. Condensatori elettrolitici secchi . . . . .	207
83. Condensatori variabili . . . . .	208
84. Condensatori variabili multipli . . . . .	211
85. Forma delle piastre dei condensatori variabili . . . . .	213
86. Bobine d'induttanza . . . . .	215
87. Perdite nelle bobine d'induttanza . . . . .	218
88. Diverse forme di bobine d'induttanza . . . . .	219
89. Trasformatori ad alta frequenza . . . . .	222
90. Il primario nei trasformatori ad alta frequenza . . . . .	223
91. Impedenze ad alta frequenza . . . . .	229
92. Lo schermaggio dell'alta frequenza . . . . .	232
93. Trasformatori a bassa frequenza . . . . .	237
94. Trasformatori di tensione . . . . .	240
95. Costruzione dei trasformatori di tensione . . . . .	244
96. Resistenze nei circuiti radio . . . . .	249
97. Resistenze fisse . . . . .	251
98. I divisori di tensione . . . . .	255
99. Calcolo delle resistenze catodiche . . . . .	270



CAPITOLO VI.

LA SUPERETERODINA.

	Pag.
100. Il principio di funzionamento della supereterodina . . . . .	275
101. La valvola oscillatrice. . . . .	277
102. Il cambiamento di frequenza . . . . .	282
103. Il fenomeno delle armoniche . . . . .	286
104. I principali tipi di supereterodine . . . . .	291
105. La moderna supereterodina: l'alta frequenza . . . . .	295
106. La moderna supereterodina: il cambiamento di frequenza .	300
107. La moderna supereterodina: il comando unico . . . . .	306
108. La moderna supereterodina: la media frequenza . . . . .	308
109. La moderna supereterodina: la rivelatrice . . . . .	313
110. La moderna supereterodina: la bassa frequenza . . . . .	314

CAPITOLO VII.

L'AMPLIFICAZIONE ELETTRO-FONICA.

111. Il principio di funzionamento degli amplificatori a bassa frequenza . . . . .	319
112. Potenza utile delle valvole amplificatrici . . . . .	326
113. Misura dell'efficienza degli amplificatori: il decibel . . . . .	333
114. La divisione degli amplificatori nelle classi A-B-C . . . . .	335
115. Amplificatore di piccola potenza . . . . .	339
116. Amplificatore di media potenza con push-pull di pentodi . .	342

CAPITOLO VIII.

I DIFFUSORI DINAMICI.

117. La riproduzione elettrica della voce e dei suoni . . . . .	346
118. I diffusori dinamici . . . . .	347
119. L'avvolgimento di campo . . . . .	350
120. Il trasformatore d'entrata per dinamici . . . . .	354
121. Lo schermo acustico . . . . .	355
122. I dinamici a magnete permanente . . . . .	359
123. Dinamici giganti . . . . .	360
124. Diffusori elettrostatici. . . . .	363
125. La riproduzione elettrica dei dischi . . . . .	365
126. Regolatori di potenza . . . . .	367

CAPITOLO IX.

IL COLLAUDO DEI RICEVITORI.

	Pag.
127. Strumenti di misura . . . . .	369
128. Modo d'uso dei voltmetri e amperometri . . . . .	374
129. Strumenti speciali . . . . .	376
130. Misure su apparecchi riceventi . . . . .	377
131. Milli-amperometro da 1 mA fondo scala . . . . .	380
132. Costruzione di un ohmmetro . . . . .	382
133. Uso dell'ohmmetro . . . . .	383
134. Misuratori d'uscita . . . . .	384
135. L'uso degli oscillatori . . . . .	387
136. L'oscillatore ad assorbimento . . . . .	387
137. L'oscillatore modulato . . . . .	391
138. Come si costruisce un oscillatore adatto per il collaudo delle supereterodine . . . . .	394
139. Oscillatore modulato con pick-up . . . . .	398
140. Allineamento degli stadi ad alta frequenza . . . . .	400
141. Gli strumenti prova-valvole . . . . .	401
142. Prova-valvole Brunpa mod. 33-11 . . . . .	403
143. Strumento prova-valvole di facile costruzione . . . . .	405
144. Principio di funzionamento del voltmetro a valvola . . . . .	408
145. Come si inserisce il misuratore d'uscita . . . . .	413
146. Collaudo finale dei ricevitori . . . . .	414

CAPITOLO X.

L'INSTALLAZIONE DELL'APPARECCHIO  
RICEVENTE.

147. Considerazioni generali . . . . .	418
148. Antenne . . . . .	419
149. La presa di terra . . . . .	422
150. Il commutatore-scaricatore d'antenna . . . . .	423
151. Antenna interna . . . . .	423
152. La linea elettrica di luce come antenna o presa di terra . . . . .	424
153. Installazioni speciali . . . . .	426
154. Installazioni su automobili . . . . .	427

CAPITOLO XI.

LA RICERCA DEI GUASTI  
NEGLI APPARECCHI RICEVENTI.

155. L'analisi del ricevitore . . . . .	431
156. La ricerca dei guasti con il voltmetro . . . . .	432

	Pag.
157. Principio di funzionamento dell'apparecchio di controllo . . .	437
158. Principali guasti e relative cause . . . . .	442

CAPITOLO XII.

CIRCUITI DI APPARECCHI RICEVENTI.

159. Norme generali per la costruzione dei ricevitori . . . . .	455
160. Ricevitore per la locale con pentodo . . . . .	458
161. Ricevitore a tre valvole con pentodo e diffusore dinamico . . .	462
162. Ricevitore a quattro valvole . . . . .	466
163. Apparecchio a quattro valvole con pentodi . . . . .	469
164. Ricevitore a cinque valvole ad amplificazione diretta con valvole multi-mu . . . . .	470
165. Ricevitore a cinque valvole per onde medie . . . . .	475
166. Ricevitore a cinque valvole per onde medie e lunghe . . . . .	478
167. Ricevitore supereterodina a 6 valvole . . . . .	481
168. Ricevitore supereterodina a 7 valvole . . . . .	485
169. Messa a punto dell'apparecchio . . . . .	492
170. Amplificatore con due pentodi in controfase . . . . .	495

CAPITOLO XIII.

CIRCUITI DI RICEVITORI COMMERCIALI.

171. Caratteristiche dei moderni ricevitori commerciali . . . . .	498
172. Apparecchio « Allocchio Bacchini 32 C.A. » a 4 valvole . . .	499
173. Apparecchio « Allocchio Bacchini 41 C.A. » a 5 valvole . . .	501
174. Apparecchio « Allocchio Bacchini 52 C.A. » a 6 valvole . . .	502
175. Apparecchio « Allocchio Bacchini 61 C.A. » a 7 valvole . . .	506
176. Apparecchio « Allocchio Bacchini 72 C.A. » a 8 valvole . . .	508
177. Apparecchio « Brunet 50 e 51 » a 5 valvole . . . . .	510
178. Apparecchio « Radietta C.G.E. » a 5 valvole . . . . .	512
179. Apparecchio « Phonolette C.G.E. » a 8 valvole . . . . .	514
180. Apparecchio « Fada 15/A-15/B-15/C » a 7 valvole . . . . .	514
181. Apparecchio « Fada 48 e 48/C » a 10 valvole . . . . .	517
182. Apparecchio « Ferranti » a 7 valvole . . . . .	519
183. Apparecchio Radio-Marelli « Coribante » a 5 valvole . . . . .	519
184. Apparecchio Radio-Marelli « Musagete Junior » a 4 valvole per corrente continua . . . . .	523
185. Apparecchio Radio-Marelli « Musagete II e Musagete III » a 8 valvole . . . . .	525
186. Apparecchio Radio-Marelli « Aedo » a 6 valvole . . . . .	527
187. Apparecchio Radio-Marelli « Kastalia » e « Argirita » a 8 valvole . . . . .	527

# I N D I C E D E I C A P I T O L I

---

	Pag.
188. Apparecchio « Phonola 520 » a 5 valvole . . . . .	530
189. Apparecchio « Phonola 510 » a 8 valvole . . . . .	532
190. Apparecchio « Radiola 44 » a 5 valvole . . . . .	534
191. Apparecchio « Radiola 80 » a 9 valvole . . . . .	536
192. Apparecchio « R.C.A. Superette » a 8 valvole . . . . .	538
193. Apparecchio « Safar-Melode » a 5 valvole . . . . .	538
194. Apparecchio « Safar-Liricon » a 7 valvole . . . . .	541
195. Apparecchio « Siare » a 6 valvole . . . . .	543
196. Apparecchio « Siare-Alfa » a 6 valvole . . . . .	543
197. Apparecchio « Siti 53 » a 5 valvole . . . . .	546
198. Apparecchio « Siti 530 » a 5 valvole . . . . .	548
199. Apparecchio « Supertone » a 5 valvole . . . . .	548
200. Apparecchio « Unda-Mu 3 » a 3 valvole . . . . .	551
201. Apparecchio « Unda-Mu 60 » a 6 valvole . . . . .	553
202. Apparecchio « Unda-Mu 18 A » a 8 valvole . . . . .	553
203. Apparecchio « Watt Balilla » a 2 valvole . . . . .	556
204. Apparecchio « Watt 3 valvole » a 3 valvole . . . . .	557
205. Apparecchio « Watt 31D » a 4 valvole . . . . .	558
206. Apparecchio « Watt 905 » a 5 valvole . . . . .	560
207. Apparecchio International Radio " Folletto,, a 4 valvole . .	560
Indice alfabetico: . . . . .	565



## CAPITOLO PRIMO

### NOTIZIE DI ELETTRICITÀ UTILI AL RADIOTECNICO

#### 1. *Gli elettroni.*

La radiotecnica ha progredito in modo meraviglioso durante quest'ultimo ventennio grazie all'invenzione della valvola termoionica. A sua volta, essa è stata inventata in seguito alla scoperta, fatta da T. A. Edison, dell'emissione di corpuscoli di elettricità negativa dal filamento incandescente di una comune lampadina elettrica.

Questi corpuscoli negativi sono gli *elettroni*, famigliari a coloro che si interessano di radiotecnica o che seguono i progressi della Fisica. Per la radio, la loro importanza è tale da poter affermare che tutti gli organi di un apparecchio ricevente o trasmettente, servono solo a coadiuvare l'azione degli elettroni nell'interno delle varie valvole.

La scoperta degli elettroni ha, inoltre, sconvolte tutte le varie teorie scientifiche sulla natura della materia, in modo tale che non è ancora possibile intravederne la conclusione.

Come è noto, tutta la materia esistente, solida, liquida od aeriforme, è costituita da molecole, le quali a loro volta sono formate da un agglomerato di atomi. Quest'ultimi sono stati considerati dagli antichi filosofi greci, ed anche dai moderni scienziati sino ad una cinquantina di anni or sono, come delle unità indivisibili. Ossia, sembravano essere l'ultimo scalino della materia, oltre al quale non era possibile andare.



La Chimica insegna che ci sono 92 diversi atomi, ossia tanti quanti sono gli elementi, come l'ossigeno, l'idrogeno, il rame, l'argento, ecc. Con questi 92 elementi, combinati

tra loro, si possono ottenere milioni di composti, ossia tutto ciò che ci circonda e noi stessi.

Le molecole e gli atomi sono invisibili anche con il più potente microscopio. L'atomo infatti è inconcepibilmente piccolo, misura infatti, molto grossolanamente, la cinquantamillesima parte di un centimetro.

Questo ultramicroscopico corpuscolo, alla luce delle moderne ricerche, è divenuto una cosa molto complessa, ancora un poco misteriosa, comunque tutt'altro che indivisibile come un tempo si credeva. Secondo la moderna teoria elettronica l'atomo è costituito da un sole centrale intorno al quale ruotano dei pianeti, con velocità vertiginosa. Questi pianeti si trovano a grandissima distanza, in proporzione alla loro massa, dal centro dell'atomo, il quale è pure, rispetto all'atomo intero, molto piccolo, ossia circa quanto una scatola di fiammiferi rispetto ad un transatlantico.

L'atomo quindi, a differenza di quanto si credeva, non solo non è un globetto estremamente piccolo di materia, ma lo spazio che esso occupa è quasi interamente vuoto. Si noti infatti, che nell'atomo di idrogeno, intorno al nucleo centrale ruota un solo elettrone a grande distanza dal centro.

Il nucleo atomico è sempre positivo, mentre i pianeti sono sempre negativi. È da notare che il nucleo atomico non è costituito da un'unica massa, ma che è formato da corpuscoli più piccoli, chiamati *protoni* dal Rutherford, ad eccezione dell'atomo di idrogeno che è costituito da un protone solo intorno al quale ruota un solo elettrone, come detto.

Questi protoni rappresentano delle cariche elementari e perciò indivisibili, di elettricità positiva, mentre gli elettroni rappresentano delle cariche eguali di elettricità negativa.

Dal peso atomico dell'atomo (un peso atomico per ogni elemento), dipende la formazione più o meno complessa dell'atomo stesso. Tanto più grande è il peso atomico, tanto più complessa è la struttura interatomica dell'atomo stesso.

In alcuni atomi complessi, il nucleo centrale contiene anche degli elettroni, però il numero totale degli elettroni

è sempre eguale a quello dei protoni, e sono sempre gli elettroni, e mai i protoni, che ruotano intorno al centro.

L'atomo è quindi neutro, quando si trova in stato normale, però in determinate condizioni può perdere uno o più dei suoi elettroni periferici, ed in tal caso, data la preponderante azione dei protoni, assume una carica positiva, ossia dimostra di essere capace di assorbire degli elettroni, per poter ristabilire il proprio equilibrio.

Come può perdere degli elettroni può anche acquistarne dei nuovi, semprechè intervengano anche in questo caso delle condizioni speciali, ed in tal modo assume una carica negativa, data l'azione dei nuovi elettroni.

Un atomo può acquistare o perdere degli elettroni, mai dei protoni, a meno che non si tratti di un elemento radioattivo, perchè sono i protoni che stabiliscono l'entità fisica dell'atomo. Togliendo dei protoni agli atomi di un dato elemento, si trasforma l'elemento stesso in un altro elemento di peso atomico inferiore. ciò soltanto teoricamente, almeno per ora. Negli elementi radioattivi, come il torio, l'uranio, il radio, ecc., si ha, tra l'altro, una continua emissione di protoni, che determina la loro trasformazione in elementi non più radioattivi.

L'atomo più semplice è quello dell'idrogeno, che, come abbiamo detto, è costituito da un solo protone e da un solo elettrone. L'atomo più complesso è invece quello dell'uranio, il cui nucleo è composto da 238 protoni e da 146 elettroni. Intorno a questo nucleo ruotano, seguendo sette orbite diverse, 92 elettroni.

La fig. 1 indica in A l'atomo di idrogeno, in B l'atomo dell'elio, in C l'atomo del carbonio (costituito da un nucleo di 12 protoni e 6 elettroni, più sei elettroni ruotanti secondo due orbite), ed in D l'atomo del rame (costituito da un nucleo di 44 protoni e 15 elettroni nonchè 29 elettroni esterni).

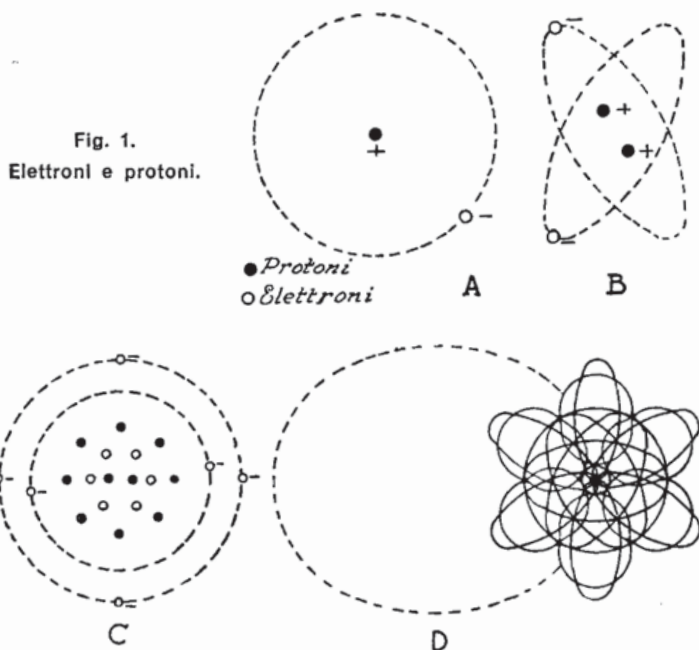
### 2. *Elettricità statica.*

La parola elettricità deriva da electron che in greco significa ambra dato che anche gli antichi greci conoscevano



la proprietà dell'ambra strofinata di attirare dei corpuscoli molto leggeri.

Come l'ambra, anche il vetro, l'ebanite, la ceramica, ecc., hanno, la stessa proprietà, ossia si elettrizzano quando vengono strofinati con altro corpo isolante, ad esempio una pelle.



Sia il corpo strofinato che quello strofinante si elettrizzano, però con cariche di segno opposto. Così, strofinando un bastone di vetro con un pezzo di seta, il vetro assume una carica negativa e la seta una carica positiva. Strofinando invece con lo stesso pezzo di seta, anziché un pezzo di vetro, un corpo resinoso, esso acquista una carica positiva, mentre la seta diventa negativa.

Le cariche elettriche ottenute per strofinio sono dovute

alla liberazione di elettroni dalla superficie del corpo che diventa positivo. In quest'ultimo si determina una deficienza di elettroni, mentre nell'altro, che è diventato negativo, una abbondanza di elettroni.

Un corpo caricato può cedere una parte della sua carica ad un altro corpo che si trovi nello stato neutro, semprechè sia di superficie limitata e sia convenientemente isolato.

Due corpi caricati con elettricità dello stesso segno si respingono, caricati con elettricità di segno contrario si attraggono. La forza di attrazione o repulsione è direttamente proporzionale alla carica ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

La carica elettrica che può essere assunta da un corpo, sia essa positiva o negativa, non dipende dalla sua massa, ma unicamente dalla sua superficie, giacchè la carica stessa si distribuisce esclusivamente sulla superficie. È da notare che la carica non si distribuisce uniformemente sulla superficie, se non quando questa superficie è una sfera e semprechè non vi siano altre cariche in immediata vicinanza.

Nei corpi non sferici la carica tende ad accumularsi agli orli, e se questi finiscono in punta, riesce a sfuggire, per la nota « proprietà delle punte » di scaricare l'elettricità.

### 3. Elettroscopio.

Vi sono dei dispositivi che possono indicare se un corpo è elettrizzato o no, e sono gli elettroscopi.

Il più semplice elettroscopio è costituito da una pallina di midollo di sambuco sospesa ad un filo di seta, e caricata. Basta avvicinarle un corpo carico affinché essa venga attratta o respinta, indicando così sia la carica che il segno. Il principio è illustrato dalla fig. 2.

L'elettroscopio più usato è però quello a « foglioline d'oro » (che possono però essere anche d'alluminio) che si basa sul principio « le cariche dello stesso nome si respingono ».

È costituito da due foglioline d'oro fissate all'estremità di un bastoncino metallico, l'altra estremità del quale finisce

con una sferetta. Le foglioline ed una parte del bastone, si trovano entro un vasetto di vetro.

Quando si avvicina una carica elettrica alla sferetta del-

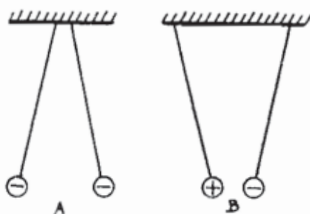


Fig. 2. - Azione delle cariche elettriche.

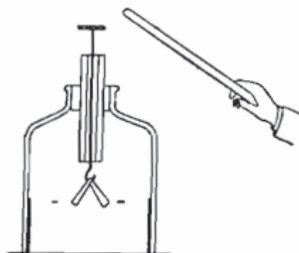


Fig. 3. - Principio dell'elettroscopio.

l'elettroscopio, essa si carica e comunica la sua carica e

le quali risultando caricate con lo stesso segno, si respingono, indicando con la loro divergenza la presenza della carica. Dietro le foglioline si può sistemare una scala graduata e leggere l'ampiezza della divergenza.

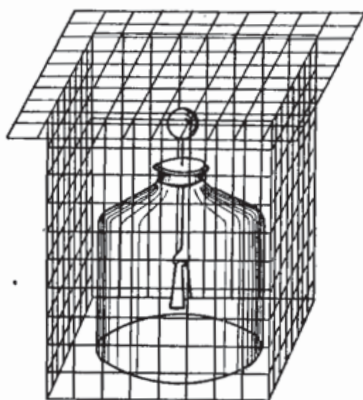


Fig. 4. - Chiuso in una gabbia di Faraday l'elettroscopio non risente l'azione delle cariche elettriche esterne.

#### 4. Induzione elettrostatica.

È interessante notare che il corpo caricato, ad esempio un bastoncino di ebanite, può caricare l'elettroscopio e quindi far

divergere le foglioline, senza toccare la sferetta, ma solo avvicinandolo ad essa. Questo dimostra che una carica elettrica può agire a distanza, ossia per induzione, per

il fatto che intorno ad essa si proiettano delle immaginarie « linee di forza elettrostatica ». L'insieme di queste linee di forza forma il « campo elettrico » ossia quella regione entro la quale la carica può far sentire la sua influenza.

### 5. Elettroforo.

Approfittando del fenomeno dell'induzione elettrostatica, Alessandro Volta ideò nel 1775 un dispositivo che egli

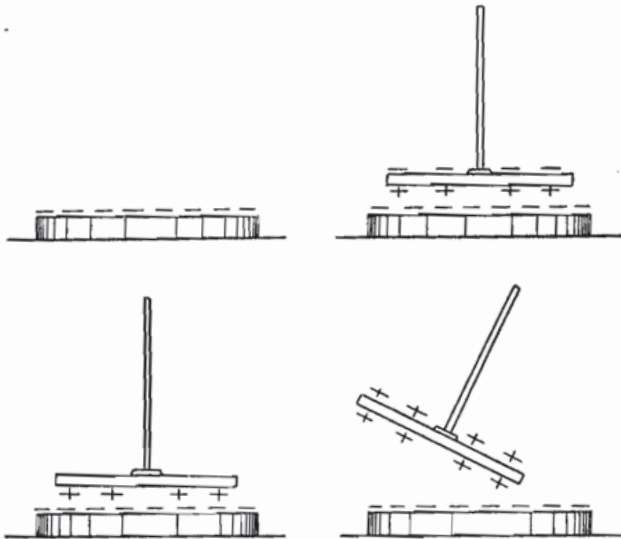


Fig. 5. - Come funziona l'elettroforo di Volta.

chiamò « elettroforo », e con il quale è possibile ottenere un illimitato numero di cariche elettriche da una carica sola.

L'elettroforo consiste essenzialmente di un disco di materiale resinoso, e di un secondo disco metallico provvisto di un manico isolante. Se il disco resinoso viene sfregato con un panno di lana, assume una carica negativa, e se gli si avvicina il disco metallico esso assume una carica positiva dal lato affacciato al disco resinoso e negativa dall'altro lato.

Toccando quindi con un dito questo lato viene annullata la carica negativa e rimane la carica positiva che si distribuisce su tutti i due lati, non appena si toglie il disco dalla presenza dell'altro.

Se non si toglie la carica negativa prima di sollevare il disco, essa annulla quella positiva nello stesso istante nel quale si solleva il disco. Il funzionamento dell'elettroforo è chiaramente indicato dalla fig. 5.

### 6. Il principio del condensatore.

Un corpo, ad esempio un disco metallico isolato, non può assumere una carica indefinita, ossia raggiunta una certa carica massima è inutile caricarlo ulteriormente. Se però si prendono due dischi, uno carico al massimo e l'altro scarico e si affacciano, come indica la fig. 6, il disco carico si dimostra capace di assumere un'ulteriore carica. Questo è dovuto al fatto che per induzione sul disco scarico si è pro-

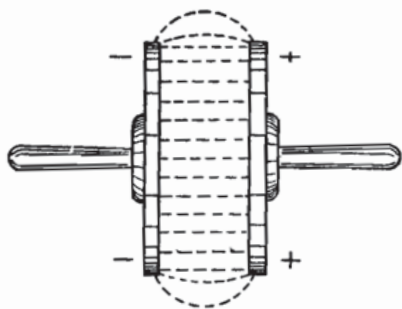


Fig. 6. - Principio del condensatore.

dotta una carica di nome contrario, proprio come nel caso dell'elettroforo. Questa carica ha determinata un'attrazione sulla prima carica, la quale si è concentrata su un lato, lasciando disponibile l'altro lato per un'ulteriore carica.

Questi due dischi affacciati formano un dispositivo per immagazzinare dell'energia elettrostatica, ossia rappresentano un « condensatore ».

La forma classica del condensatore è quella della bottiglia di Leyda, nella quale i due dischi sono sostituiti da foglie di stagno che rivestono la parte interna ed esterna di una bottiglia a collo largo. Il vetro della bottiglia sostituisce a sua volta l'aria che divideva i due dischi affacciati.

Se le due superfici metalliche vengono collegate ad un generatore qualsiasi, ad esempio ai poli di una pila, la bottiglia si carica, e mantiene questa carica per un certo tempo.

Per scaricare la bottiglia basta avvicinare le superfici opposte, con l'aiuto di un filo o scaricatore, che si vede ai piedi della bottiglia nella fig. 7. La scarica si manifesta sotto forma di una piccola scintilla.

La capacità di un condensatore dipende dalla superficie delle foglie metalliche affacciate (« armature del condensatore »), dalla distanza alla quale si trovano (« spessore del dielettrico ») e dalla natura dell'isolante che le divide (« natura del dielettrico »).

Il dielettrico, ossia l'isolante, può essere gassoso, (aria, ecc.) liquido (olio, ecc.), o solido (vetro, mica, ebanite, ecc.).

La capacità di un condensatore di qualsiasi tipo, aumenta con l'aumentare delle superfici affacciate e con il diminuire dello spessore del dielettrico.

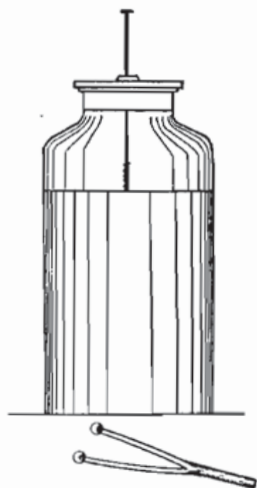


Fig. 7. - Una forma primitiva del condensatore: la bottiglia di Leyda.

### 7. La corrente elettrica.

Quando un filo metallico è attraversato da una corrente di elettroni, si suol dire che c'è nel filo una corrente elettrica. Questa corrente non ha nè massa nè peso, e più che ad una corrente vera e propria bisogna pensare ad un'affinità degli atomi superficiali del conduttore di scambiarsi degli elettroni.

È convenzionale inoltre il ritenere che la corrente circoli dal polo positivo a quello negativo, invece non è così. Il polo positivo è tale perchè dimostra una mancanza di elettroni, mentre il negativo ne dimostra un'abbondanza. La corrente che si forma tra i due poli è dovuta quindi allo

scambio di elettroni tra il polo negativo e quello positivo. La corrente si muove quindi dal polo negativo a quello positivo, e mai in senso opposto.

Ci sono dei corpi che si adattano con facilità a questo scambio di elettroni, e perciò si definiscono *conduttori*. Tutti i metalli sono più o meno conduttori. I migliori conduttori sono: l'argento, il rame, l'alluminio, lo zinco, ecc.

Altri corpi invece presentano una notevole difficoltà a scambiare tra i loro atomi degli elettroni, e sono gli *isolanti*. Tra i corpi isolanti si distinguono specialmente il vetro, la gomma, l'ebanite, la porcellana, ecc. I corpi isolatori sono altrettanto importanti quanto i conduttori. Senza gli isolatori non sarebbe stato possibile ottenere alcuna applicazione dell'elettricità, e forse l'elettricità stessa non sarebbe neppure conosciuta. Infatti, non è possibile produrre né una carica elettrica, né una corrente elettrica senza isolare la carica o la corrente, perchè diversamente esse si perdono immediatamente nella terra.

Anche l'aria, se secca, è un ottimo isolante, e così la maggior parte dei gas.

#### 8. Unità di misura della corrente elettrica.

Per produrre la corrente elettrica si adoperano delle macchine elettriche, pile elettriche, ed altri dispositivi di minor importanza. Un generatore di corrente elettrica produce sempre un dislivello di elettroni tra due punti; necessario per stabilire tra di essi un passaggio di energia, allo scopo di ristabilire l'equilibrio. Questo passaggio avviene quindi perchè tra i due capi esiste una *differenza di potenziale*, ossia una forza elettromotrice (f.e.m.) o più brevemente una *tensione*.

Questa tensione si misura in *volt* (V). La quantità di corrente che passa si misura invece in *ampere* (I). Non è esatto dire « quantità » ma bensì « intensità di corrente ».

La resistenza che presenta il conduttore al passaggio della corrente si misura in *ohm* ( $\Omega$ ).

Queste tre unità di misura, volt, ampere ed ohm si possono definire meglio nel modo seguente.

Per volt si intende la f.e.m. capace di produrre la corrente di un ampere attraverso la resistenza di un ohm.

Per ampere si intende la corrente prodotta dalla f.e.m. di un volt in una resistenza di un ohm. È l'intensità di corrente necessaria per produrre il deposito di 0.005084 grani di rame per secondo.

Per ohm si intende la resistenza che presenta un filo di mercurio, del peso di 14,45 grammi, di sezione costante, della lunghezza di

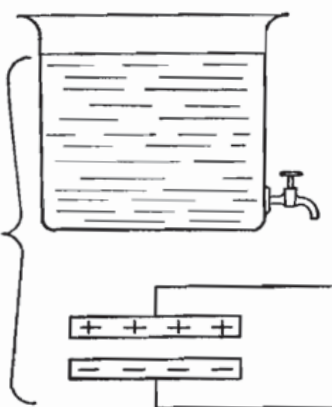


Fig. 8. - Esempio idraulico del condensatore.

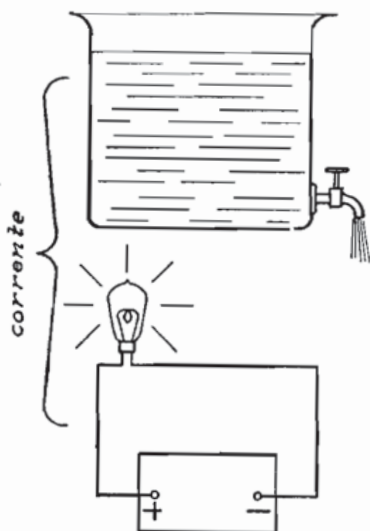


Fig. 9. - Esempio idraulico della corrente elettrica.

106,3 centimetri ed alla temperatura di 32° F.

Queste unità si possono indicare in grandezze più grandi o più piccole, secondo le necessità. Ad esempio in radiotecnica si incontrano spesso delle misure in microvolt, ossia in milionesimi di volt, ed in milli-volt, ossia in millesimi di volt.

Così pure per l'ampere si usa il micro-ampere, per il milionesimo di ampere, ed il milli-ampere per la millesima parte dell'ampere.

Per l'ohm si usa invece solo il milionesimo in microhm, ed il milione in mega-ohm.



### 9. Produzione della corrente elettrica.

Per produrre una corrente d'acqua è necessario che l'acqua si trovi a due livelli diversi, in questo caso abbiamo un corso d'acqua come nei fiumi, oppure deve intervenire una forza meccanica che fornisca la spinta necessaria. Nella corrente elettrica abbiamo circa la stessa cosa, ossia possiamo ottenerla solo attraverso la trasformazione di un'altra energia che può essere meccanica, chimica o termica, almeno nelle tre forme principali.

Abbiamo una trasformazione di energia meccanica in energia elettrica nelle macchine elettriche, dinamo, alternatori, ecc. In questo caso l'energia spesa per mettere in moto la macchina elettrica si traduce in energia elettrica, ad una percentuale più o meno alta, secondo il rendimento della macchina impiegata.

Una trasformazione dell'energia chimica in energia elettrica può essere notata nelle solite « pile », che si possono chiamare anche elementi o batterie. Esse si distinguono in tre categorie: secche, semiseccche e liquide. Il principio di funzionamento è sempre lo stesso, e si basa sul fatto che un metallo introdotto in un liquido assume un potenziale elettrico che dipende dalla sua natura. Introducendo nello stesso liquido due metalli diversi, che assumano due potenziali diversi, si può ottenere una corrente elettrica collegandoli attraverso una resistenza. Un simile dispositivo si nomina « elemento voltaico » ed è la più semplice delle pile elettriche.

La fig. 10 indica un recipiente di vetro nel quale è stata collocata dell'acqua con una piccola quantità di acido solforico, od altro acido, ed in essa sono stati immersi due metalli, una piastra di rame ed una di zinco. Il liquido si chiama « elettrolito » ed i due metalli « elementi ».

Il rame diventa positivo mentre lo zinco diventa negativo. Inoltre il rame viene corrosato dall'elettrolito, mentre lo zinco rimane inalterato.

Se i due elementi non vengono collegati tra di loro esternamente, il circuito rimane aperto, e quindi nessuna corrente passa, se invece vengono riuniti con un condut-

tore, esso chiude il circuito e la corrente passa sia attraverso il conduttore sia attraverso l'elettrolito. Quindi: affinché una corrente elettrica passi attraverso un circuito è necessario che il circuito stesso sia chiuso.

La trasformazione dell'energia termica in energia elettrica può essere osservata nelle « coppie termoelettriche », le quali funzionano per l'« effetto di Seebeck ». Questo effetto ha luogo quando due metalli diversi vengono saldati alle loro estremità, e si riscalda una di esse. È necessario che una estremità sia ad una temperatura diversa dall'altra, quindi si può anche raffreddare una di esse. È pure pratico però riscaldare.

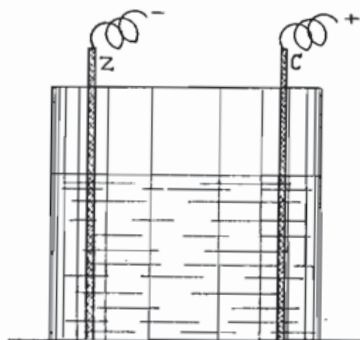


Fig. 10. - Principio della pila elettrica.

La corrente che si determina passa attraverso i due metalli stessi, che formano oltre che da elementi anche da circuito, e si chiama corrente termoelettrica. Generalmente si adoperano delle sbarrette di bismuto e di antimonio.

#### 10. La legge di Ohm.

Quando una corrente circola in un circuito è sempre presente una differenza di potenziale ai capi del circuito stesso. Anche senza considerare l'intero circuito, si può sempre osservare che in qualsiasi tratto del circuito, c'è una caduta di tensione. Ossia, nel circuito intero od in un tratto di esso, la corrente passa perchè è presente una differenza di potenziale ai due capi considerati.

Un circuito qualsiasi è costituito dall'insieme di conduttori e di resistenze che lo compongono. Nel caso di una pila che accende una lampadina, il circuito esterno è costituito dai conduttori che vanno dalla pila alla lampadina e dal filamento della lampadina stessa. In questo circuito la

resistenza è quella presentata dal filamento della lampadina, ed anzi in questo caso, è la resistenza utile del circuito. La resistenza che presentano invece i fili conduttori è passiva.

Se la tensione ai capi del circuito rimane costante, la corrente che circola attraverso la resistenza è proporzionale inversamente alla resistenza stessa, ossia diminuisce con l'aumentare della resistenza.

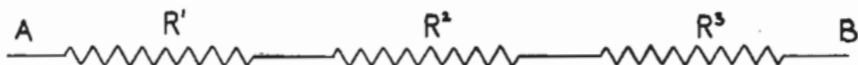


Fig. 11. - Resistenze collegate in serie.

Tre sono quindi i fattori che si devono considerare in un circuito attraversato dalla corrente: l'intensità della corrente, la tensione ai capi e la resistenza totale. Questi tre fattori sono legati dalla legge di Ohm, nel seguente modo: In un dato circuito l'intensità della corrente in ampere è eguale alla tensione in volt divisa per la resistenza in ohm:

$$\text{intensità di corrente} = \frac{\text{tensione}}{\text{resistenza}}$$

ossia:

$$I = \frac{V}{R}; 1 \text{ ampere} = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ ohm}}$$

e da questa formula si possono ricavare le seguenti altre:

$$V = I \times R; R = \frac{V}{I}$$

Dalla legge di Ohm si deduce che un conduttore è attraversato da una corrente la cui intensità dipende esclusivamente dalla differenza di potenziale applicata ai suoi capi e dalla resistenza offerta dal conduttore stesso, e che di-

pende dalla sua lunghezza, sezione e natura (resistenza specifica). Ossia: l'intensità della corrente è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale ed inversamente proporzionale alla resistenza del circuito.

Riprendendo il caso di una pila da 2,2 volt, se i suoi capi vengono collegati attraverso una resistenza di 1000 ohm, la corrente che in essa circolerà sarà di 2,2 milli-ampere. Se invece si applicano 100 volt, e se la corrente che circola è di 0,5 ampere, la resistenza del circuito deve essere di 200 ohm.

### 11. Caduta di tensione.

Per caduta di tensione s'intende la differenza di potenziale esistente tra due punti di un conduttore, ed è dovuta all'intensità della corrente che circola in esso ed alla sua resistenza.

Se un circuito è attraversato da una corrente di 10 milli-ampere ed è costituito da tre resistenze:  $R_1 = 100$  ohm,  $R_2 = 1000$  ohm, e  $R_3 = 10.000$  ohm, la tensione applicata ai suoi capi A e B, fig. 11, dovrà essere data la legge di Ohm:

$$\text{Tensione} = 0,01 \times 11,100 \text{ ohm} = 111 \text{ volt.}$$

Quale sarà la caduta di tensione ai capi delle varie resistenze? Sarà di 1 volt per la  $R_1$ , di 10 volt per la  $R_2$  e di 100 volt per la  $R_3$ .

Ossia: la caduta di tensione prodotta da una data resistenza è eguale alla differenza esistente nel circuito totale, meno la somma delle cadute di tensione delle altre resistenze componenti il circuito, ossia:

$$V_2 = V - (V_1 + V_3) ; 10 = 111 - (1 + 100)$$

La caduta di tensione può essere espressa graficamente come indica la fig. 12. Attraverso una resistenza, abbiamo un passaggio di corrente, provocato dalla differenza di potenziale di 180 volt, applicata ai suoi estremi A e B. L'e-

stremo positivo è A e l'estremo negativo è B. Se tutta la corrente passa attraverso la resistenza, e se essa è uniforme in tutta la sua lunghezza, la caduta di tensione risultante sarà quella indicata dalla retta a tratto pieno. Nel punto corrispondente a mezza resistenza ci sarà anche metà della tensione totale, ossia 90 volt, ed a tre quarti della resistenza ci sarà un quarto di potenziale, ossia 45 volt. Con l'aumentare della resistenza diminuisce la tensione, sino a diventare zero.

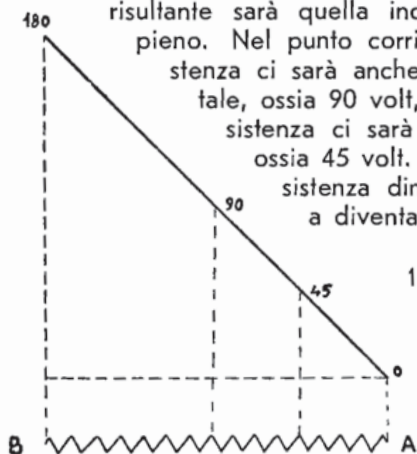


Fig. 12. - Esempio di caduta di tensione.

## 12. L'unità elettrica di potenza.

La caduta di tensione provocata in un circuito è dovuta al fatto che la corrente ha dovuto vincere la resistenza inclusa nel

circuito. Se questa resistenza è quella presentata dal filamento di una lampadina, la caduta di tensione è compensata dal lavoro fatto trasformando l'energia elettrica in calore e luce. Una corrente attraversando un circuito può quindi compiere un lavoro, e la sua potenza consiste nella sua possibilità di effettuare un dato lavoro in un dato tempo.

Il tempo durante il quale il lavoro è stato fatto ha importanza, perchè per effettuare un dato lavoro in un tempo minore è necessaria un'energia maggiore di quella necessaria per effettuare lo stesso lavoro in un tempo maggiore.

L'unità elettrica di potenza è il watt. Esso esprime la potenza che sviluppa una corrente di un ampere alla tensione di un volt. La potenza di una corrente è eguale ai volt moltiplicati per gli ampere, ossia:  $W = I \times V$ , ossia, essendo:

$$V = IR ; W = I^2 \times R.$$

Dall'esame di quest'ultima formula risulta che in un dato circuito nel quale la resistenza si conserva costante, la potenza elettrica consumata attraverso di esso è proporzionale al quadrato della corrente circolante.

Per le grandi potenze si adopera il kilowatt, ossia millewatt, ed il watt-ora che rappresenta il lavoro compiuto da una corrente elettrica di un ampere circolante per un'ora alla tensione di un volt.

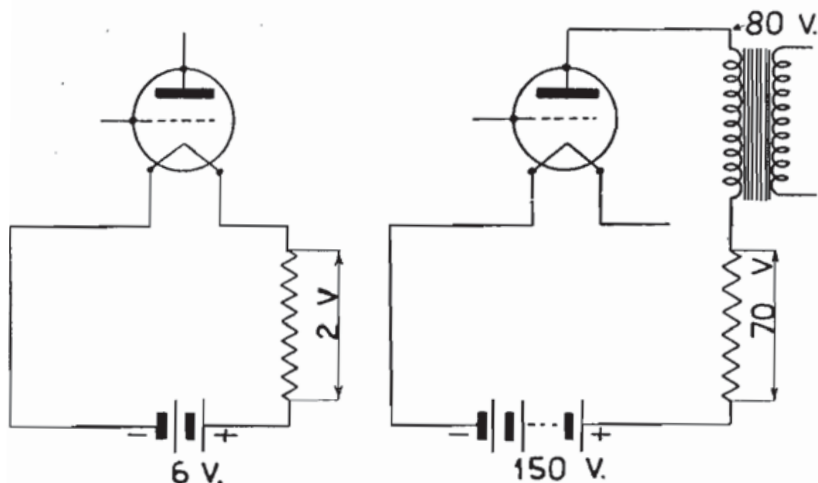


Fig. 13. - Esempio di impiego di resistenze nei circuiti radio.

### 13. Conduttori ed isolatori.

I corpi differiscono molto tra di loro rispetto alla resistenza che oppongono al passaggio della corrente elettrica. Se una carica elettrica viene comunicata ad un pezzo di vetro, essa si localizza sulla superficie che è venuta in contatto con il corpo carico, non si espande su tutta la superficie del vetro. Se invece la stessa carica viene fornita ad una lastra metallica essa si distribuisce immediatamente su tutta la lastra, e se non è isolata, si scarica a terra.

I corpi sui quali la corrente può muoversi liberamente si

chiamano « conduttori », mentre quelli sui quali non si può muovere si chiamano « isolanti ». Non esiste però un perfetto conduttore, come non esiste un perfetto isolante. Tutti i corpi presentano una certa resistenza alla corrente, piccola nel caso dei conduttori, grande o grandissima nel caso degli isolanti.

Sono ottimi conduttori: l'argento, il rame, l'alluminio, lo zinco, l'ottone, il platino, il ferro, il nichelio, il piombo, l'antimonio, il mercurio ed il bismuto.

Sono conduttori meno buoni: il carbone, le soluzioni acide, le sostanze vegetali, ecc.

Sono conduttori poco buoni: l'acqua, il corpo umano, la fiamma, il lino, il cotone ed i legni duri.

Sono isolanti: l'ardesia, l'olio, la porcellana, il cuoio secco, la carta secca, la lana, la seta, la cera, la resina, l'ebanite, la mica, l'ambra, la paraffina, il vetro e l'aria secca.

#### 14. *Il coefficiente resistenza-temperatura.*

I conduttori si comportano in vario modo rispetto al calore. Nei metalli la resistenza aumenta col calore, ma in altri corpi, e specialmente nei liquidi, diminuisce. Inoltre alcuni corpi isolanti, che allo stato normale sono solidi, diventano conduttori quando sono liquefatti.

Tra i buoni conduttori il ferro ed il platino sentono molto la differenza di temperatura, mentre il rame e l'argento la risentono meno. Una stessa corrente può solo riscaldare un conduttore, rendere incandescente un altro e volatilizzare un terzo.

Il coefficiente resistenza-temperatura è una costante che rappresenta in ohm l'aumento o la diminuzione della resistenza di una data lunghezza del materiale, della resistenza originale di 1 ohm, quando la temperatura varia di un centigrado.

#### 15. *Leggi delle resistenze elettriche.*

1°) La resistenza di un filo conduttore è proporzionale alla sua lunghezza, ossia se la resistenza di un filo

metallico è  $r$ , la resistenza dello stesso filo lungo  $n$  metri sarà eguale a  $n \times r$ .

2°) La resistenza di un filo conduttore è inversamente proporzionale all'area della sua sezione, e nel caso di un filo tondo, inversamente proporzionale al quadrato del diametro della sua sezione.

3°) La resistenza di un filo conduttore di una data lunghezza e di un dato spessore dipende dal materiale del quale è fatto, ossia dalla sua resistenza specifica ( $\rho$ ), quindi:

$$R = \rho \frac{l}{s} \text{ ohm.}$$

#### 16. La resistenza specifica.

Per resistenza specifica di un dato conduttore s'intende la resistenza che presenta il conduttore stesso rispetto ad un conduttore campione, ossia è la resistenza che presenta un filo del conduttore stesso lungo un metro e del diametro di un millimetro quadrato di sezione.

Tab. I. - RESISTENZE SPECIFICHE ESPRESSE IN OHM

Alluminio . . . . .	0,032	Stagno . . . . .	0,116
Argento . . . . .	0,016	Zinco . . . . .	0,056
Mercurio . . . . .	0,940	Platino . . . . .	0,103
Ferro . . . . .	0,095	Nichelio . . . . .	0,118
Oro . . . . .	0,023	Manganina . . . . .	0,460
Piombo . . . . .	0,017	Carbone di storta . . . . .	50
Rame comune . . . . .	0,017	Grafite . . . . .	13
Rame puro . . . . .	0,016	Costantana . . . . .	0,480

#### 17. Resistenze in serie ed in parallelo.

Due o più resistenze sono « in serie », fig. 14, quando si trovano disposte nello stesso circuito, una dietro l'altra, ossia congiunte in modo che dove finisce una incomincia l'altra.

La resistenza totale è data dalla somma delle resistenze singole.

La fig. 14 indica pure due resistenze una da 10 ohm ed una da 20 ohm, disposte invece « in parallelo », ossia dispo-



ste in modo tale da dividere il circuito. In questo caso la resistenza totale è sempre minore della più bassa delle due resistenze. Si può ottenere dalla seguente formula:

$$R = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2} = \frac{10 \times 20}{10 + 20} = 6,66 \text{ ohm}$$

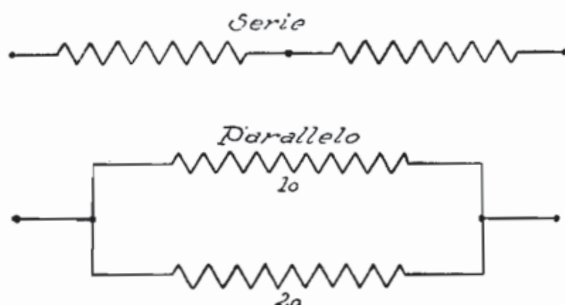


Fig. 14. - Resistenze in serie o in parallelo.

Si poteva ottenere lo stesso risultato impiegando la formula:

$$R = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{3}{20} = 6,66 \text{ ohm}$$

Come si è potuto constatare: quando due o più resistenze sono collegate in serie la resistenza totale aumenta, quando invece sono collegate in parallelo la resistenza totale diminuisce.

#### 18. Effetti della corrente elettrica.

Il passaggio della corrente elettrica determina i seguenti effetti:

- 1°) Effetto termico.
- 2°) Effetto magnetico.
- 3°) Effetto chimico.

L'effetto termico è ottenuto tutte le volte che una corrente elettrica scorre attraverso un conduttore, ossia per effetto della corrente si produce nel conduttore una certa quantità di calore che dipende dalla resistenza, dal quadrato dell'intensità della corrente e dal tempo di presenza della corrente. La legge di Joule collega questi tre elementi tra

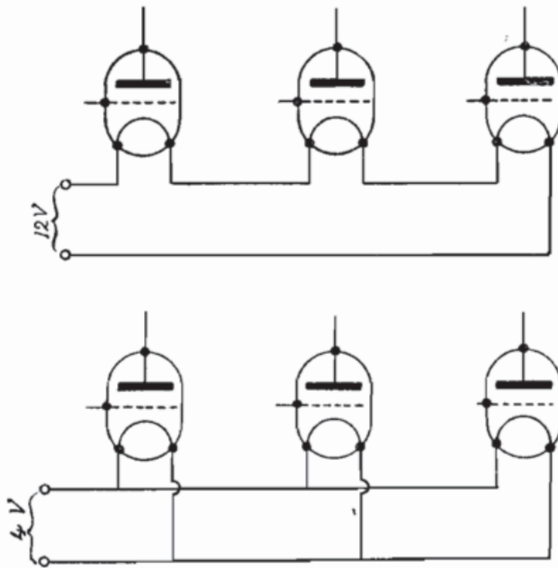


Fig. 15. - Filamenti di valvole radio collegati in serie o in parallelo.

di loro nella seguente maniera: il calore generato in un conduttore dal passaggio della corrente elettrica è direttamente proporzionale alla resistenza del conduttore, al tempo nel quale la corrente circola, ed al quadrato dell'intensità della corrente.

L'effetto magnetico della corrente elettrica è costituito essenzialmente dalla produzione di un campo di forza intorno al conduttore. Questo campo è formato dall'insieme delle linee di forza che si sviluppano intorno al conduttore

attraversato dalla corrente. La zona nella quale si trovano le linee di forza si chiama campo magnetico.

L'effetto chimico della corrente ha luogo quando il conduttore è un liquido, in questo caso la corrente tende a decomporre il liquido nelle sue parti costituenti. Questo effetto è stato notato già nel 1789 dal van Trostwyk, il quale osservò che l'acqua si scompone in idrogeno ed ossigeno quando attraverso ad essa viene fatta passare una corrente elettrica. L'idrogeno si sviluppa sull'elettrodo negativo, o catodo, e l'ossigeno sull'elettrodo positivo, o anodo.

Si chiama « elettrolisi » il processo di decomposizione dei liquidi mediante la corrente elettrica, ed « elettrolito » il liquido.

Se una corrente elettrica vien fatta passare attraverso una soluzione di solfato di rame, mediante degli elettrodi di platino, il liquido si scompone. Gli atomi di rame si depositano sul catodo mentre le bollicine di ossigeno si sviluppano sull'anodo. L'acido solforico liberato rimane nel liquido.

Gli atomi separati l'uno dall'altro dal passaggio della corrente si chiamano « ioni », e precisamente « anioni » quelli che si sviluppano sull'anodo e « cationi » quelli che si sviluppano sul catodo.

## 19. Magnetismo.

Abbiamo visto che un corpo elettrizzato ha il potere di attirare dei corpuscoli leggeri. Un potere simile, limitato solo ai pezzetti di ferro, lo possiedono alcuni minerali di ferro, e principalmente la « magnetite ». Questo minerale è un « magnete permanente » e come tale attira pezzi di ferro più o meno grandi secondo la sua potenza.

Un pezzo di ferro non magnetizzato può divenirlo per il semplice contatto con un magnete, assumendo una polarità inversa a quella del magnete in contatto. Qualsiasi magnete ha sempre due poli, uno « nord » ed uno « sud ». Due poli dello stesso nome si respingono, mentre di nome contrario si attraggono.

La forza magnetica si concentra ai poli, ed è nulla nel

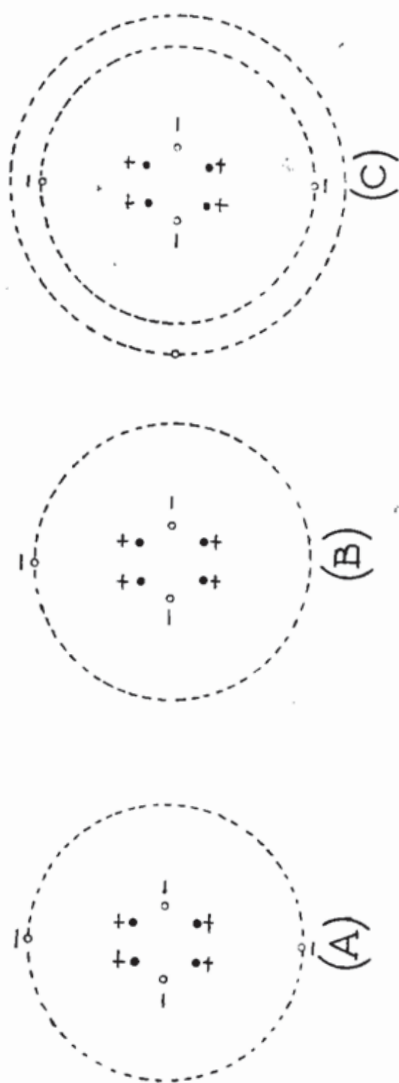


Fig. 16. - A) atomo normale; B) ione positivo; C) ione negativo.

centro del magnete. Per constatarlo basta prendere un pezzo di ferro magnetizzato ed avvicinarlo a della limatura di ferro, si potrà osservare in tal modo che la limatura si dispone sui poli del magnete.

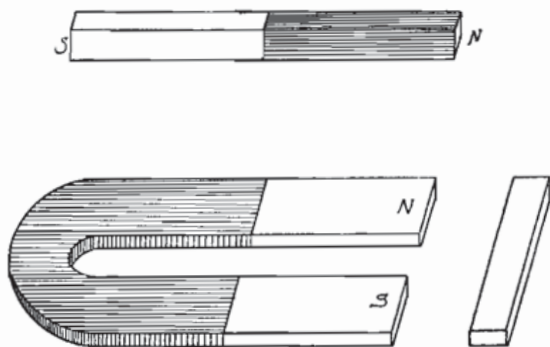


Fig. 17. - Magneti permanenti.

Affinchè un magnete si conservi a lungo tale gli si dà la forma a ferro di cavallo, come illustrato in fig. 17, inol-

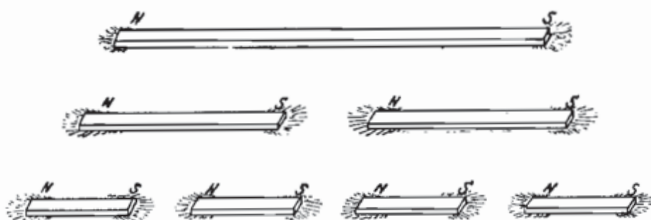


Fig. 18. - Dividendo un magnete si ottengono dei magneti più piccoli.

tre in questo modo la forza di attrazione sviluppata è doppia. La sbarretta di ferro che collega i due poli si chiama « ancora ».

I due poli di un magnete si distinguono tra di loro per-

chè quello nord tende a dirigersi verso il polo nord terrestre e, necessariamente, quello sud verso il polo sud terrestre.

Inoltre questi due poli non si possono mai dividere nel senso di avere un magnete con il solo polo nord o sud. Anche spezzando un magnete in due parti, si ottengono due magneti, ognuno dei quali possiede il polo nord e sud. In fig. 18 è indicata la disposizione dei poli di un magnete spezzato in quattro parti.

La divisione di un magnete può essere continuata indefinitamente, e sempre si avranno nuovi magneti con ambedue le polarità. Questo fatto conferma la teoria molecolare del magnetismo, secondo la quale le molecole di un magnete sono esse stesse dei piccoli magneti, coi due poli, disposte in modo tale da trovarsi coi poli opposti in contatto. (Osservare la fig. 28).

## 20. Campo magnetico e linee di forza.

La regione dello spazio entro la quale un magnete può far risentire la propria azione si chiama « campo magnetico ». Un campo magnetico è costituito dall'insieme delle linee di forza sviluppate dal magnete, e che si propagano da un polo all'altro del magnete stesso.

Per potere osservare la distribuzione delle linee di forza in un campo magnetico, basta coprire con della polvere di ferro un cartone e quindi appoggiare il cartone sui poli di un grosso magnete. La polvere si muoverà disponendosi come indica la fig. 19.

La via seguita dalle linee di forza per passare da un polo ad un altro può anche essere indicata da una piccola lancetta magnetizzata e sospesa ad un filo. Muovendo il filo lungo il magnete si osserva l'inclinazione della lancetta (fig. 20).

Le linee di forza si concentrano nell'interno del magnete, come indica la fig. 21. Il numero totale delle linee di forza vien detto « flusso magnetico » e si misura in maxwell, in onore di James Clerk Maxwell, fisico scozzese.

Il numero delle linee di forza che tagliano una data su-

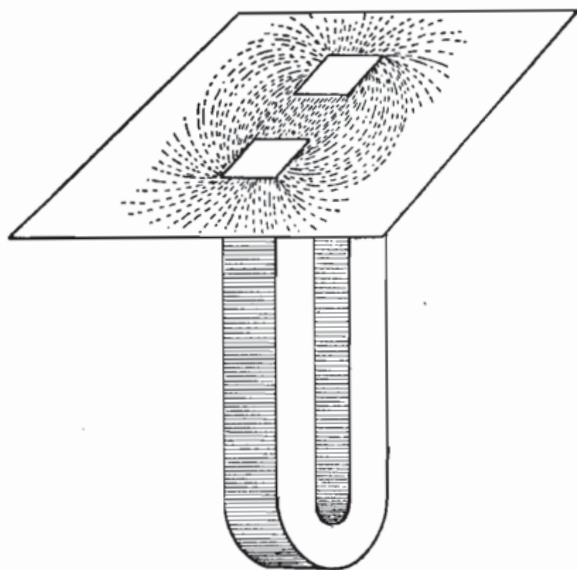


Fig. 19. - Linee di forza magnetica praticamente dimostrate con la limatura di ferro.

perfece determina l'intensità del campo magnetico. Questa intensità magnetica si misura in gauss, in onore di Karl Friedrich Gauss, matematico tedesco.

### 21. Effetti magnetici della corrente.

Già nel 1819 lo scienziato danese H. C. Oerstead notò che un ago magnetico posto vicino ad un filo attraversato dalla corrente tende a disporsi ad angolo retto rispetto al filo stesso, e ciò perchè intorno al filo si formano delle linee di forza circolari. Esse ruotano intorno al filo, ed il loro senso di rotazione dipende dal senso secondo il quale passa la corrente lungo il filo.

Se si immagina di tenere il filo nella mano destra, indicando con il pollice il senso della corrente, le altre dita

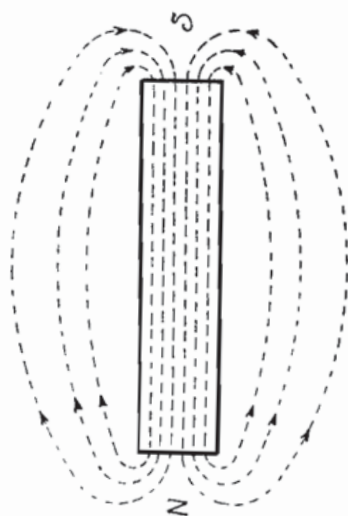


Fig. 21. - Percorso delle linee di forza.

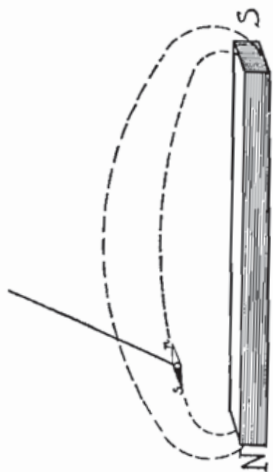


Fig. 20. - Linee di forza magnetica indicate dall'ago magnetico.



indicano il senso di rotazione delle linee di forza, come illustra la fig. 22.

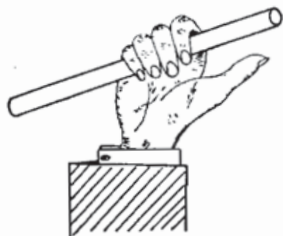


Fig. 22. - Regola della mano destra per conoscere il senso di rotazione delle linee di forza intorno un conduttore.

Se il filo viene avvolto a spirale le linee di forza si condensano, ed il campo magnetico aumenta. La fig. 23 indica la disposizione delle linee di forza intorno ad una immaginaria spira attraversata dalla corrente. È indicato il senso della corrente nella spira ed il senso delle linee di forza.

L'insieme delle linee di forza di una spirale (solenoido) è simile a quella di un magnete, con la differenza che il magnetismo è interamente controllabile, anche nell'interno della spirale. In questo caso la spirale ha due poli, come il

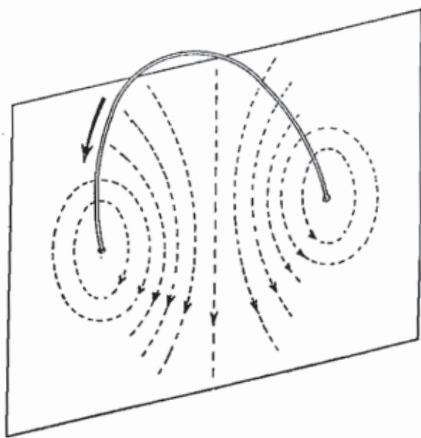


Fig. 23. - Campo magnetico di un conduttore.

magnete, e precisamente nord dalla parte d'uscita delle linee di forza, e sud dalla parte di entrata. La fig. 24 indica la polarità della spirale rispetto il senso della corrente.

Naturalmente, aumentando il numero delle spire di una bobina aumenta anche l'effetto magnetico, il quale aumenta ancora introducendo nella spirale un nucleo di ferro dolce.

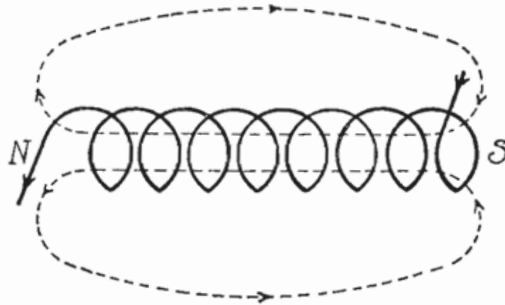


Fig. 24. - Polarità del flusso magnetico di una spirale.

Da principio la presenza del nucleo di ferro aumenta molto la intensità del campo magnetico, dopo un certo

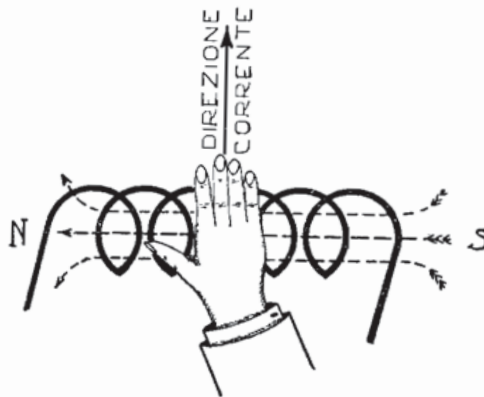


Fig. 25. - Regola per conoscere la polarità di una spirale.

tempo però, aumentando sempre l'intensità del campo, esso non si comporta più nella stessa maniera, sino ad un punto oltre il quale qualsiasi aumento non ha alcun effetto.

Questo è dovuto al fatto che il ferro presenta un passaggio migliore alle linee di forza di quello che presenta l'aria, ma questa « conducibilità » si arresta oltre un certo limite.

Si chiama « permeabilità » la misura della facilità con la quale le linee di forza possono attraversare una data sostanza. Può essere definita: il rapporto tra il numero di linee di forza per unità di area passanti attraverso la sostanza magnetizzabile, e la forza magnetizzante che le ha prodotte.

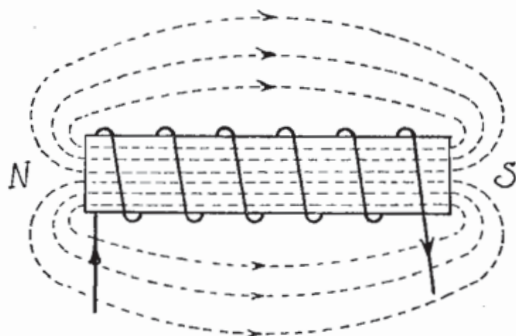


Fig. 26 - Campo magnetico di un'elettrocalamita.

La fig. 26 illustra l'effetto di un nucleo di ferro in una spirale. L'aria nell'interno della spirale presenta una notevole resistenza al passaggio delle linee di forza, e quindi solo una piccola parte di esse può passare. La presenza del nucleo di ferro rende circa 3000 volte più facile il passaggio delle linee di forza, e quindi il loro numero aumenta considerevolmente. Indicando con  $H$  il numero delle linee di forza attraversanti una unità di sezione nel caso dell'aria, e con  $B$  il numero nel caso del nucleo di ferro, la permeabilità è data da  $\frac{B}{H}$ .

## 22. Forza magnetomotrice.

Questa f.m.m. è simile alla forza elettromotrice, ed esprime il potere di magnetizzazione. Quando nell'interno di