

A09

Antonino Maria Ferro

Cortocircuitatore

Per l'eliminazione delle cariche elettrostatiche





Aracne editrice

www.aracneeditrice.it

info@aracneeditrice.it

Copyright © MMXX

Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.gioacchinoonoratieditore.it

info@gioacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20

00020 Canterano (RM)

(06) 45551463

ISBN 978-88-255-3150-3

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: marzo 2020

Indice

- 9 *Prefazione*
- 11 *A chi è rivolto il testo*
- 13 *Introduzione*
- 15 *Capitolo I*
Elettricità
- 19 *Capitolo II*
Elettrostatica
2.1. Campo elettrostatico, 20 – 2.2. Induzione elettrostatica, 21 – 2.3. Elettrotecnica, 22 – 2.4. Proprietà dei materiali, 22.
- 23 *Capitolo III*
L'innescò di natura elettrostatica
3.1. L'elettricità statica, 23 – 3.2. Accertare le cause dovute ad energia elettrostatica, 24.
- 27 *Capitolo IV*
Rischi
4.1. Rischi riguardo l'elettrostatica, 27 – 4.2. Atmosfere non infiammabilità, 28 – 4.3. Scintille di rischio minimo, 28 – 4.3.1. *Rimedi alle scintille di minimo rischio*, 29 – 4.4. Scintille di medio rischio, 29 – 4.4.1. *Rimedi per le scintille di medio rischio*, 30 – 4.5. Atmosfere infiammabilità, 30 – 4.6. Scintille di massimo rischio, 30 – 4.7. Cariche associate con i liquidi, 31 – 4.8. Pulitura di un serbatoio contenente una atmosfera infiammabile, 31 – 4.9. Processo di caricamento associato con le polveri, 32 – 4.10. I pericoli dell'elettricità, 32.

35 Capitolo V

Le apparecchiature di manovre

5.1. Generalità, 35 – 5.2. L'arco elettrico, 36 – 5.3. Le proprietà dell'arco, 39 – 5.4. Mezzi e modalità di estinzione dell'arco, 39 – 5.5. Caratteristiche costruttive degli interruttori, 40 – 5.6. Organi di comando, 41 – 5.6.1. *Comando a mano*, 42 – 5.6.2. *Comando a solenoide*, 42 – 5.6.3. *Comando a molla*, 43 – 5.6.4. *Comando ad aria compressa*, 44 – 5.6.5. *Comando oleodinamico*, 44 – 5.7. Interruttori per impianti di bassa tensione, 45 – 5.8. Interruttori per media tensione, 46 – 5.9. Interruttori per alte tensioni, 47.

49 Capitolo VI

Interruttori di manovra, sezionatori, altre apparecchiature per bassa tensione

6.1. Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori, 49 – 6.2. Presa a spina, 50.

53 Capitolo VII

Il cortocircuito

57 Capitolo VIII

Macchine elettriche e linee elettriche

8.1. Definizioni generali e classificazione, 57 – 8.2. Parti essenziali di una macchina elettrica, 58 – 8.3. Generalità sul trasformatore, 59 – 8.4. Trasformatore trifase, 60 – 8.5. Trasformatori, 64 – 8.6. Macchine sincrone, 65 – 8.7. Motore sincrone, 68 – 8.8. Impianti industriali, 70 – 8.9. Drenaggio delle cariche elettrostatiche, 73 – 8.10. Messa a terra, 75 – 8.11. Impianti negli edifici civili, 76 – 8.12. Criteri costruttivi degli impianti, 77 – 8.13. Le costanti primarie delle linee elettriche, 77.

81 Capitolo IX

Le cariche elettrostatiche

9.1. Standard elettrici nel mondo, 82.

83 Capitolo X

Il cortocircuitatore

10.1. Spiegazione dello strumento, 84 – 10.2. Spiegazione dei disegni, 86.

89	Capitolo XI
	<i>Gli interruttori per la cortocircuitazione</i>
	11.1. Cortocircuatore negli impianti monofasi, 89 – 11.2. Cortocircuatore negli impianti trifase, 90 – 11.3. Schema funzionale degli interruttori cortocircuatori, 91.
97	<i>Conclusioni</i>
99	<i>Bibliografia</i>
103	<i>Ringraziamenti</i>

Prefazione

Scopo del presente libro è quello di spiegare un sistema per neutralizzare le cariche elettrostatiche presenti negli impianti elettrici a bassa tensione, media tensione e alta tensione in particolare negli impianti industriali, serve soprattutto a rendere non pericolosi le macchine elettriche e tutte le apparecchiature elettriche, utilizzando dei sistemi inventati dal sottoscritto.

Occorrono comunque delle basi di matematica e di fisica di cui si farà riferimento all'interno del volume. Occorre comunque un po' di impegno nell'interpretare alcuni fenomeni legati all'elettrostatica.

A chi è rivolto il testo

Questo testo è strettamente tecnico; è rivolto, quindi, a coloro che conoscono bene gli argomenti di elettrotecnica in particolare a docenti universitari, ad insegnanti delle scuole superiori ad indirizzo industriale ed elettrotecnico, ad installatori di impianti civili ed industriali, può anche essere studiato come argomento riguardante la sicurezza soprattutto per l'antincendio e l'elettricità, il testo comunque apre una via verso nuovi studi su come neutralizzare le cariche elettrostatiche.

Nel testo vengono fatti degli esempi di come utilizzare strumenti come i cortocircuitatori di cui si parlerà ampiamente nel testo, viene dedicata l'importanza di alcune tecnologie, nuovi sistemi per neutralizzare le cariche elettrostatiche sia negli impianti monofasi che trifasi cercando di utilizzare dei sistemi molto avanzati.

È importante eliminare le cariche elettrostatiche negli impianti monofase, trifasi e nelle macchine elettriche.

Trovare una soluzione per eliminare le cariche elettrostatiche negli impianti e nelle macchine elettriche è stato sempre molto complessa infatti è un fenomeno molto pericoloso sia per le persone che per gli ambienti, possono essere infatti causa di incendi e folgorazione per le persone, negli impianti a 380 volt o media tensione 20000 volt anche se gli interruttori siano stati aperti, le cariche elettrostatiche si presentano in tutti gli impianti e il minimo contatto per un tempo brevissimo (1 centesimo di secondo causa la morte).

Quindi le scintille originate da elettricità statica nei processi industriali sono una delle fonti d'innesco d'incendi e di esplosioni che vengono tutt'oggi classificate d'origine misteriosa. Questo tipo di accadimento

causa un incidente alla settimana nel Regno Unito ed uno (e anche più), al giorno in Europa, provocando gravi danni a persone e cose (da alcune fonti si calcolano 7 incendi al giorno dovuti alle cariche elettrostatiche in tutta Europa compresa quella dell'est). (C. Esposito, A. Mazzei, N. Mazzei, INAIL Direzione Regionale Lombardia)

Introduzione

Tutti possono raccontare di aver avuto esperienza di scossa elettrica ad esempio toccando una porta, uno schedario, un ascensore, un citofono, o altri oggetti di metallo.

L'elettricità statica è prodotta generalmente per strofinamento di materiali isolanti, ad esempio abiti in tessuto sintetico, soprattutto in ambiente secco, e può raggiungere valori di tensione molto alti, anche decine di migliaia di volt. (C. Esposito, A. Mazzei, N. Mazzei INAIL Direzione Regione Lombardia)

In fisica classica l'elettrostatica è una branca dell'elettromagnetismo che studia le cariche elettriche stazionarie nel tempo, generatrici del campo elettrostatico. Fin dai tempi di Talete, nel V secolo a.C. si era notato che una bacchetta di ambra strofinata con un panno era in grado di attirare piume, pagliuzze, fili, definendo il fenomeno elettrizzazione dei corpi. Il termine "elettricità" deriva infatti dalla parola greca "Elektron" che significa ambra. Esistono due tipi di stati elettrici (o cariche) + positivo, come quello che assume il vetro elettrizzato; - negativo, come quello che assume l'ambra. Cariche dello stesso segno si respingono, mentre cariche di segno opposto si attraggono, in entrambi i casi nel rispetto della legge di Coulomb. (Elettrostatica Wikipedia questa pagina è stata modificata per l'ultima volta il 24/lug/2019 alle 14:43)

I seguenti dispositivi, strumenti cortocircuitatori, sono stati brevettati al numero 202017000051283 dal titolo: *Cortocircuitatore per l'eliminazione delle cariche elettrostatiche negli impianti elettrici, apparecchiature elettriche e nelle macchine elettriche, monofasi e trifasi*. Classifica H05B.

Depositato nel maggio 2017.

Elettricità

Per sapere i comportamenti dell'elettrostatica dobbiamo sapere cosa è l'elettricità.

L'elettricità è, termine indicante una proprietà fondamentale della materia che è all'origine di una delle interazioni attraverso le quali si esplicano a livello atomico e subatomico le azioni tra corpi materiali, azioni che a livello macroscopico si manifestano in vario modo (azioni attrattive e repulsive, scintille, ecc.). Con lo stesso termine si indica però anche il complesso dei fenomeni che da questa proprietà derivano e, addirittura, la parte della fisica che tali fenomeni descrive (e che si chiama più propriamente *elettrologia*).

Sovente si parla anche di elettromagnetismo per sottolineare la contemporanea presenza di fenomeni elettrici e magnetici anche se questi sono in ultima analisi tutti riconducibili a fenomeni puramente elettrici (essenzialmente a movimenti delle cariche elettriche: *Elettrodinamica*).

Questa confusione terminologica, presente non solo nel linguaggio comune ma anche in quello tecnico-scientifico, dipende soprattutto da motivi storici e in particolare dal fatto che l'inquadramento della fenomenologia elettrica in una teoria coerente era già avvenuto molto prima che si chiarisse la natura stessa dell'elettricità.

Le prime osservazioni sui fenomeni elettrici risalgono all'antichità, come dimostra l'etimologia stessa della parola elettricità (electron in greco significa "ambra"). Si trattava di deboli fenomeni di attrazione, probabilmente confusi con gli analoghi fenomeni provocati dai magneti permanenti.

Lo studio scientifico dell'elettricità iniziò però solo nel sec. XVII con W. Gilbert, che nella sua opera *De Magnete* 1600 per primo distinse tra attrazione elettrica e attrazione magnetica e classificò i corpi in due classi, secondo che fossero o no in grado di attirare altri corpi, previo strofinio.

Gilbert diede una spiegazione dei fenomeni di attrazione in termini di “efflusi” che emanano dai corpi, cercando di superare i modelli di tipo vitalistico allora imperanti.

Per cercare di studiare più agevolmente i fenomeni di strofinio vennero realizzate le prime macchine elettrostatiche (O. von Guericke) che consentivano di sottoporre a sperimentazione i fenomeni attrattivi e tra il 1730 e il 1740, soprattutto per merito di S. Gray e Ch. F. du Fay vennero individuati due tipi diversi di elettricità (vitrea e resinosa) e fu messo in evidenza il fenomeno della conduzione. Accanto alle macchine elettrostatiche apparvero i primi apparecchi per accumulare e “imprigionare” l’elettricità (bottiglie di Leida, che sono dei rudimentali condensatori); secondo le abitudini dell’epoca, anche l’elettricità cominciò a essere considerata come una specie di fluido che, in base alle ipotesi di B. Franklin (1750) per effetto dello strofinio si accumulava o veniva sottratto ai corpi. Franklin, che considerava le scariche elettriche (fulmini compresi) come manifestazioni del fluido elettrico, introdusse anche i termini “elettricità negativa” ed “elettricità positiva” per denotare una deficienza o un eccesso di fluido elettrico in un corpo.

I primi tentativi di passare a una descrizione quantitativa dei fenomeni elettrici si ebbero solo alla fine del sec. XVIII con H. Cavendish e, soprattutto, con Ch. A. de Coulomb; quest’ultimo, utilizzando la bilancia di torsione, formulò la sua famosa legge, che definiva (in maniera formalmente analoga alla legge di Newton) la “quantità” di fluido elettrico (carica elettrica) e consentiva di misurarla. Allo sviluppo della teoria della elettricità e alla sua formalizzazione si adoperarono poi i fisici e matematici del secolo XIX che enunciarono teoremi validi sia per l’elettricità che per la gravitazione.

Verso la fine del sec. XVIII le ricerche di L. Galvani e di A. Volta, e le polemiche fra i due, avevano messo in evidenza fenomeni elettrici del tutto nuovi. Accanto alle attrazioni e alle scariche elettriche sino allora note, gli esperimenti di Galvani e Volta rilevavano fenomeni elettrici che non erano prodotti da effetti meccanici tipo lo strofinio e che erano spontanei, nel senso che non richiedevano un accumulo artificiale di fluido elettrico. Confutata l’ipotesi dell’elettricità animale propugnata da Galvani, Volta mise in evidenza che la fonte di tale elettricità consisteva nel contatto tra due metalli diversi; e costruì poi la “pila” (1799), che per la prima volta consentiva di produrre una corrente elettrica continua. Il funzionamento della pila venne in seguito precisato da H. Davy, che collegò l’elettricità alla chimica; dallo studio dell’elettricità statica si passava quindi, grazie alla pila, allo studio dell’elettricità in movimento.

Tra il 1807 e il 1820 H.C. Oersted osservò gli effetti che una corrente elettrica provocava su un ago magnetico; A.M. Ampere riprese questi esperimenti e diede il primo assetto scientifico ai fenomeni elettromagnetici. Poco dopo, M. Faraday (1831) scopriva la induzione elettromagnetica, cioè la possibilità di creare correnti elettriche mediante campi magnetici variabili. L'approfondimento dei legami tra elettricità e magnetismo, così come quello dei legami tra elettricità e chimica, aprì la strada a innumerevoli applicazioni pratiche.

La perfetta simmetria tra elettricità e magnetismo (correnti elettriche che provocano fenomeni magnetici, Oersted; e fenomeni magnetici che producono correnti elettriche, Faraday) trovò la sua sistemazione teorica nell'opera di J.C. Maxwell che, basandosi sul concetto di etere (già utilizzato da altri fisici per formulare la teoria ondulatoria della luce), formulò le equazioni generali del campo elettromagnetico. Dedusse poi che, nel suo modello, le perturbazioni si propagavano alla velocità della luce (onde elettromagnetiche) e fu quindi portato ad accostare i fenomeni ottici ai fenomeni elettrici e magnetici e a formulare l'ipotesi che la luce consista di ondulazioni del medesimo mezzo che è sedi di quelli. Circa dieci anni dopo, H. Hertz dimostrava l'esistenza delle onde elettromagnetiche (1886). Ma anche la teoria di Maxwell non chiariva del tutto la vera natura dell'elettricità.

Riprendendo in esame alcuni risultati di Faraday sull'elettrolisi, che avevano messo in evidenza l'esistenza di "unità naturali" di elettricità, le ricerche sulla natura dell'elettricità si spostarono in campo microscopico, dando l'avvio a un filone che avrebbe portato direttamente alla fisica atomica. La scoperta dei raggi catodici e soprattutto la teoria di H.A. Lorentz (1895), che conciliava la teoria di Maxwell con l'ipotesi che i veicoli dell'elettricità fossero delle "cariche elementari" (peraltro non ancora individuate), aprì la strada alla concezione corpuscolare dell'elettricità: G.G. Thomson dimostrava sperimentalmente (1897) l'esistenza degli elettroni, mentre W. Wien dimostrava l'esistenza dei protoni (1898). La presenza di due diversi tipi di cariche elettriche apriva la strada alla nuova concezione della materia, che avrebbe individuato proprio nell'elettricità la forza unificatrice fondamentale. (A.A.Vv., "Elettricità", in *Enciclopedia Europea*, vol. IV, Aldo Garzanti Editore, 1977, pp. 428-429)

Elettrostatica

Questo tipo di argomento è molto importante per capire il funzionamento del cortocircuitatore che può essere:

- monofase a bassa tensione 220 V per correnti a 8 e 16 A, quella utilizzata negli impianti civili;
- trifase a bassa tensione a 380 V;
- trifase per media tensione 20.000 V;
- trifase per alta tensione dopo i 100.000 V.

L'obiettivo del cortocircuitatore è quello di evitare e eliminare le cariche elettrostatiche, dagli apparecchi elettrici, dalle macchine elettriche e linee elettriche. In questo testo vengono definiti due sistemi per l'eliminazione delle cariche elettrostatiche uno con delle particolari spine e il secondo con dei particolari interruttori.

L'elettrostatica è, parte dell'elettrologia che studia i fenomeni dovuti alla presenza di cariche elettriche in quiete. Questi fenomeni furono notati sin dall'antichità sotto forma di effetti attrattivi e repulsivi tra corpi, provocati dallo strofinio tra sostanze diverse; tali effetti sono oggi spiegati in termini di trasferimento (e di accumulo) di cariche da un corpo a un altro, e infatti durante lo strofinio gli elettroni degli atomi più esterni delle due sostanze a contatto interagiscono e possono passare dall'una all'altra: all'atto del distacco, una delle due sostanze avrà perduto qualche elettrone a favore dell'altra. (Lo strofinio non è essenziale, poiché lo scambio di elettroni si ha anche per semplice contatto). Proprio a causa di questo squilibrio si manifestano effetti attrattivi e repulsivi che possono essere spiegati solo in termini di una nuova proprietà della materia, la carica elettrica. Sperimentalmente si osserva che, dati due corpi A e B dotati di carica elettrica

e posti a distanza r grande rispetto alle loro dimensioni lineari, tra essi si esercita una forza che è data dalla relazione $F=q_A q_B/r^2$ (legge di Coulomb), dove q_A e q_B rappresentano le cariche dei due corpi; la forza è diretta lungo la congiungente i due corpi ed è attrattiva in alcuni casi e repulsiva in altri. Normalmente i corpi macroscopici non sono elettricamente carichi e quindi si attraggono secondo la legge gravitazionale; se però vengono “caricati”, tra essi insorgono forze capaci di vincere di gran lunga le forze gravitazionali: di qui la necessità di introdurre l’interazione elettrica che spieghi il fenomeno. Si può dimostrare sperimentalmente che vi sono due tipi di carica elettrica e che le cariche di tipo diverso si attraggono, mentre quelle dello stesso tipo si respingono. I due tipi di cariche si possono descrivere attribuendo a un tipo il segno positivo e all’altro il segno negativo; con questa convenzione la forza di Coulomb sarà negativa se attrattiva e positiva se repulsiva. Tutte le cariche elettriche osservate in natura sono uguali a un multiplo intero di una carica minima che è la carica dell’elettrone (per convenzione negativa); il protone risulta avere questa stessa carica minima (detta carica elementare), però con segno opposto. In un sistema isolato, la carica elettrica totale, cioè la somma delle cariche positive e negative presenti in un dato istante, non cambia mai (principio di conservazione della carica): se in punto si libera una carica positiva, contemporaneamente si libera anche una carica negativa; se da un atomo si strappa un elettrone, lo ione residuo ha carica positiva; se nel vuoto si crea un elettrone si deve creare contemporaneamente anche un positrone (elettrone positivo).

In altre parole, se in un dato volume vi sono delle cariche elementari, la diminuzione di queste cariche può avvenire solo attraverso la fuoriuscita di cariche attraverso le pareti laterali (cioè attraverso un flusso di densità di corrente elettrica). (Aa.Vv., “Elettrostatica”, in *Enciclopedia Europea*, vol. IV, Aldo Garzanti Editore, 1977, pp. 442–443)

2.1. Campo elettrostatico

Gli effetti di una carica si fanno sentire a distanza, poiché ogni carica crea un campo elettrico che si estende (teoricamente) a tutto lo spazio e si compone con i campi creati da altre secondo le normali leggi della teoria dei campi vettoriali. Il campo elettrico creato in un punto da una serie di cariche aventi somma algebrica Q è definito dalla forza esercitata su una carica campione q posta in quel punto, e la sua intensità è data da $E=F/q$ (cioè da $E=Q/r^2$); il campo ha la direzione della forza e il suo ver-