CAPITOLO 3

Proprietà Elettriche dei Conduttori

Durata didattica consigliata: 3 ore

Obiettivi del capitolo

Al termine di questo capitolo l'allievo sarà in grado di:

- Comprendere le principali grandezze elettriche.
- Definire corrente, tensione e resistenza.
- Interpretare il comportamento dei conduttori attraversati dalla corrente.
- Applicare la Legge di Ohm nei circuiti semplici.
- Comprendere il concetto di conducibilità elettrica.
- Eseguire semplici calcoli elettrici utilizzando formule fondamentali.

3.1 Introduzione alle proprietà elettriche

I materiali conduttori non si distinguono soltanto per il materiale di cui sono composti, ma anche per il loro comportamento quando sono attraversati dalla corrente elettrica.

Per studiare questo comportamento è necessario conoscere alcune grandezze fondamentali:

- Corrente elettrica (I)
- Tensione elettrica (V)
- Resistenza elettrica (R)
- Conducibilità elettrica (σ)

Queste grandezze rappresentano la base di tutta l'elettrotecnica.

3.2 La corrente elettrica

Definizione

La corrente elettrica è il movimento ordinato delle cariche elettriche all'interno di un conduttore.

Nei metalli il trasporto delle cariche avviene grazie agli elettroni liberi.

Quando si collega un conduttore a una sorgente di tensione, gli elettroni iniziano a muoversi generando la corrente.

Simbolo e unità di misura

La corrente viene indicata con la lettera:

I

L'unità di misura è:

Ampere (A)

in onore dello scienziato André-Marie Ampère.

Multipli e sottomultipli

Valore	Simbolo
1.000 A	1 kA
1 A	1 A
0,001 A	1 mA
0,000001 A	1 µA

Esempio pratico

Una lampadina domestica può assorbire circa:

- 0,2 A
- 0,3 A

Un forno elettrico può assorbire:

- 8 A
- 10 A

Un motore industriale può richiedere decine o centinaia di ampere.

3.3 La tensione elettrica

Definizione

La tensione elettrica rappresenta la forza che spinge gli elettroni a muoversi all'interno di un circuito.

Può essere paragonata alla pressione dell'acqua in una tubazione.

Senza tensione non esiste movimento di cariche e quindi non esiste corrente.

Simbolo e unità di misura

La tensione si indica con:

V

e si misura in:

Volt (V)

dal nome dello scienziato Alessandro Volta.

Valori tipici

Applicazione	Tensione
Batteria AA	1,5 V
Batteria automobile	12 V
Impianto domestico italiano	230 V

Impianto industriale trifase	400 V

Differenza di potenziale

La tensione viene spesso chiamata:

Differenza di Potenziale (d.d.p.)

perché rappresenta la differenza di energia elettrica tra due punti.

3.4 La resistenza elettrica

Definizione

La resistenza è l'opposizione che un materiale offre al passaggio della corrente.

Ogni conduttore possiede una propria resistenza.

Simbolo e unità di misura

La resistenza si indica con:

R

e si misura in:

Ohm (Ω)

dal nome di Georg Simon Ohm.

Effetto della resistenza

Maggiore è la resistenza:

- minore sarà la corrente;
- maggiore sarà la dissipazione di energia sotto forma di calore.

Analogia idraulica

Immaginiamo una tubazione:

- tubo largo → poca resistenza;
- tubo stretto → molta resistenza.

Lo stesso principio si applica ai conduttori elettrici.

3.5 Relazione tra tensione, corrente e resistenza

Le tre grandezze sono strettamente collegate.

Quando:

- aumenta la tensione → aumenta la corrente;
- aumenta la resistenza → diminuisce la corrente.

Questa relazione è descritta dalla Legge di Ohm.

3.6 La Legge di Ohm

La Legge di Ohm rappresenta una delle leggi fondamentali dell'elettrotecnica.

Essa afferma che la corrente che attraversa un conduttore è direttamente proporzionale alla tensione applicata e inversamente proporzionale alla resistenza.

Formula fondamentale

V=R⋅IV = R \cdot IV=R⋅I
VsV_sVs
V
RRR
Ω
I=VsR=12.0 V6.0 Ω=2.00 AI = \frac{V_s}{R} = \frac{12.0\,\mathrm{V}}{6.0\,\Omega} = 2.00\,\mathrm{A}I=RVs=6.0Ω12.0V=2.00A
Vs = 12.0 V+-R = 6.0 ΩI = 2.00 A

Formule derivate

Per calcolare la corrente:

I=VRI = \frac{V}{R}I=RV
VsV_sVs
V
RRR
Ω
I=VsR=12.0 V6.0 Ω=2.00 AI = \frac{V_s}{R} = \frac{12.0\,\mathrm{V}}{6.0\,\Omega} = 2.00\,\mathrm{A}I=RVs=6.0Ω12.0V=2.00A
Vs = 12.0 V+-R = 6.0 ΩI = 2.00 A

Per calcolare la resistenza:

R=VIR = \frac{V}{I}R=IV
VsV_sVs
V
RRR
Ω
I=VsR=12.0 V6.0 Ω=2.00 AI = \frac{V_s}{R} = \frac{12.0\,\mathrm{V}}{6.0\,\Omega} = 2.00\,\mathrm{A}I=RVs=6.0Ω12.0V=2.00A
Vs = 12.0 V+-R = 6.0 ΩI = 2.00 A

3.7 Esempi applicativi

Esempio 1

Un utilizzatore è alimentato a 230 V e possiede una resistenza di 46 Ω.

Calcolare la corrente assorbita.

Formula:

I=VRI=\frac{V}{R}I=RV

Sostituiamo i valori:

I=23046=5AI=\frac{230}{46}=5AI=46230=5A

Risultato: 5 A

Esempio 2

Un circuito assorbe 2 A ed è alimentato a 24 V.

Calcolare la resistenza.

R=VIR=\frac{V}{I}R=IV R=242=12ΩR=\frac{24}{2}=12\OmegaR=224=12Ω

Risultato: 12 Ω

3.8 La conducibilità elettrica

Definizione

La conducibilità elettrica indica la capacità di un materiale di lasciar passare la corrente.

Si indica con il simbolo:

σ (sigma)

Significato pratico

Maggiore è la conducibilità:

- più facilmente scorre la corrente;
- minori sono le perdite energetiche.

Materiali ad alta conducibilità

- Argento
- Rame
- Oro
- Alluminio

Materiali a bassa conducibilità

- Ferro
- Acciaio
- Leghe resistive

3.9 Densità di corrente

Definizione

La densità di corrente indica quanta corrente attraversa una determinata superficie del conduttore.

Si indica con:

J

e si misura in:

A/mm²

Formula

J=ISJ = \frac{I}{S}J=SI

dove:

- J = densità di corrente
- I = corrente
- S = sezione del conduttore

Importanza

Una densità di corrente eccessiva provoca:

- surriscaldamento;
- deterioramento dell'isolamento;
- rischio incendio.

Per questo motivo il corretto dimensionamento dei conduttori è fondamentale.

3.10 Caduta di tensione

Quando la corrente attraversa un conduttore, una parte dell'energia viene dissipata.

Di conseguenza la tensione all'estremità finale risulta leggermente inferiore rispetto a quella iniziale.

Questo fenomeno prende il nome di:

caduta di tensione

Conseguenze

Una caduta di tensione eccessiva può causare:

- malfunzionamento delle apparecchiature;
- riduzione del rendimento;
- surriscaldamento dei cavi.

3.11 Potenza elettrica

La potenza rappresenta la quantità di energia trasferita nell'unità di tempo.

Si indica con:

P

Unità di misura:

Watt (W)

in onore di James Watt.

Formula fondamentale

$P = V \cdot I$

Esempio

Una lampada alimentata a 230 V assorbe 0,5 A.

P=230×0,5P = 230 \times 0,5P=230×0,5 P=115WP = 115WP=115W

Potenza assorbita: 115 W

3.12 Perdite per effetto Joule

Quando la corrente attraversa una resistenza si genera calore.

Questo fenomeno prende il nome di:

Effetto Joule

Formula della potenza dissipata

P=R⋅I2P = R \cdot I^2P=R⋅I2

Conseguenze pratiche

Le perdite per effetto Joule:

- riducono il rendimento;
- aumentano la temperatura dei cavi;
- richiedono adeguati sistemi di protezione.

Caso pratico

Analisi di una prolunga elettrica

Una prolunga lunga e sottile presenta:

- maggiore resistenza;
- maggiore caduta di tensione;
- maggiore produzione di calore.

Per questo motivo è importante scegliere cavi con sezione adeguata alla corrente richiesta.

Riepilogo del capitolo

Abbiamo imparato che:

✓ La corrente è il movimento ordinato delle cariche elettriche.

✓ La tensione è la forza che mette in movimento gli elettroni.

✓ La resistenza si oppone al passaggio della corrente.

✓ La Legge di Ohm collega tensione, corrente e resistenza.

✓ La conducibilità misura l'attitudine di un materiale a condurre elettricità.

✓ La potenza elettrica esprime l'energia trasferita nel tempo.

✓ L'effetto Joule produce calore nei conduttori attraversati dalla corrente.

Esercizi di verifica

Domanda 1

L'unità di misura della corrente elettrica è:

a) Volt

b) Ohm

c) Ampere

d) Watt

Risposta corretta: c)

Domanda 2

La tensione elettrica si misura in:

a) Volt

b) Ampere

c) Watt

d) Joule

Risposta corretta: a)

Domanda 3

Chi formulò la Legge di Ohm?

a) Volta

b) Ampère

c) Ohm

d) Faraday

Risposta corretta: c)

Domanda 4

Qual è la formula della potenza elettrica?

a) P = R × I

b) P = V × I

c) P = V / I

d) P = I / R

Risposta corretta: b)

Domanda 5

Cosa provoca l'effetto Joule?

a) Raffreddamento del cavo

b) Produzione di calore

c) Produzione di luce

d) Riduzione della tensione di rete

Risposta corretta: b)

Attività pratica di laboratorio (45 minuti)

Misura delle grandezze elettriche

Materiale necessario

- Alimentatore a bassa tensione
- Resistenze campione
- Multimetro digitale
- Cavetti di collegamento

Attività

1. Misurare la tensione di alimentazione.
2. Misurare la corrente assorbita da una resistenza.
3. Calcolare la resistenza mediante la Legge di Ohm.
4. Confrontare il valore calcolato con quello nominale.
5. Analizzare eventuali differenze dovute alle tolleranze dei componenti.

Esercizio finale svolto

Un circuito è alimentato a 12 V e presenta una resistenza di 6 Ω.

Calcolare:

- corrente assorbita;
- potenza sviluppata.

Soluzione

Corrente:

I=VRI=\frac{V}{R}I=RV I=126=2AI=\frac{12}{6}=2AI=612=2A

Potenza:

P=V×IP=V\times IP=V×I P=12×2=24WP=12\times2=24WP=12×2=24W

Risultati:

- Corrente = 2 A
- Potenza = 24 W