CAPITOLO 4

Resistenza Elettrica e Resistività

Durata didattica consigliata: 3 ore

Obiettivi del capitolo

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

- Definire correttamente la resistenza elettrica.
- Comprendere il concetto di resistività.
- Distinguere tra resistenza e resistività.
- Calcolare la resistenza di un conduttore utilizzando le formule fondamentali.
- Analizzare l'influenza della lunghezza e della sezione di un cavo.
- Confrontare diversi materiali in base alla loro resistività.
- Comprendere l'importanza della resistività nella progettazione degli impianti elettrici.

4.1 Introduzione

Quando la corrente elettrica attraversa un conduttore, non scorre mai in modo completamente libero.

Gli elettroni, durante il loro movimento, incontrano ostacoli dovuti alla struttura interna del materiale.

Questa opposizione al passaggio della corrente prende il nome di:

Resistenza elettrica

La resistenza è una delle proprietà più importanti da considerare nella scelta e nel dimensionamento dei conduttori.

4.2 Che cos'è la resistenza elettrica?

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

Ogni materiale possiede una propria resistenza.

Maggiore è la resistenza:

- più difficile sarà il passaggio della corrente;
- maggiori saranno le perdite di energia;
- maggiore sarà il riscaldamento del conduttore.

Simbolo e unità di misura

La resistenza si indica con:

R

L'unità di misura è:

Ohm (Ω)

dal nome del fisico Georg Simon Ohm.

Significato pratico

Un conduttore con bassa resistenza:

✓ facilita il passaggio della corrente

✓ riduce le perdite energetiche

✓ migliora il rendimento dell'impianto

4.3 Come nasce la resistenza?

Gli elettroni che attraversano un conduttore urtano continuamente contro:

- atomi;
- impurità;
- difetti della struttura cristallina.

Questi urti rallentano il movimento delle cariche.

L'effetto complessivo viene percepito come resistenza elettrica.

Analogia stradale

Immaginiamo una strada:

- strada libera → traffico scorrevole;
- strada congestionata → traffico rallentato.

Gli elettroni si comportano in modo simile.

4.4 Fattori che influenzano la resistenza

La resistenza di un conduttore dipende principalmente da quattro fattori:

1. Materiale
2. Lunghezza
3. Sezione
4. Temperatura

Materiale

Materiali diversi presentano resistenze differenti.

Ad esempio:

- rame → bassa resistenza;
- alluminio → resistenza leggermente superiore;
- ferro → resistenza molto maggiore.

Lunghezza

Più lungo è il conduttore:

- maggiore sarà la resistenza.

Gli elettroni devono percorrere una distanza maggiore e incontrano più ostacoli.

Sezione

Più grande è la sezione:

- minore sarà la resistenza.

Una sezione maggiore offre più spazio al passaggio degli elettroni.

Temperatura

L'aumento della temperatura provoca generalmente:

- aumento della resistenza;
- aumento delle perdite energetiche.

Questo fenomeno sarà approfondito nel capitolo successivo.

4.5 La resistività

Definizione

La resistività è una proprietà caratteristica di ciascun materiale.

Indica quanto un materiale si oppone al passaggio della corrente elettrica.

Si indica con il simbolo:

ρ (rho)

Significato

La resistività dipende esclusivamente dal materiale.

Non dipende da:

- lunghezza;

- sezione;
- forma del conduttore.

Per questo motivo viene utilizzata per confrontare materiali diversi.

4.6 Unità di misura della resistività

In ambito tecnico la resistività viene spesso espressa in:

Ω·mm²/m

oppure nel Sistema Internazionale:

Ω·m

Interpretazione

Valori bassi di resistività indicano:

- elevata conducibilità;
- minori perdite elettriche.

Valori elevati indicano:

- scarsa conducibilità;
- maggiore opposizione al passaggio della corrente.

4.7 Formula della resistenza

La resistenza di un conduttore può essere calcolata conoscendo:

- resistività;
- lunghezza;
- sezione.

La formula fondamentale è:

R=ρLSR = \rho \frac{L}{S}R=ρSL

dove:

- R = resistenza (Ω)
- ρ = resistività del materiale
- L = lunghezza del conduttore (m)
- S = sezione del conduttore (mm²)

4.8 Analisi della formula

Osservando la formula possiamo notare che:

Se aumenta la lunghezza

L↑⇒R↑L ↑ \Rightarrow R ↑L↑⇒R↑

La resistenza aumenta.

Se aumenta la sezione

S↑⇒R↓S ↑ \Rightarrow R ↓S↑⇒R↓

La resistenza diminuisce.

Se aumenta la resistività

ρ↑⇒R↑\rho ↑ \Rightarrow R ↑ρ↑⇒R↑

La resistenza aumenta.

4.9 Esempio pratico n.1

Un conduttore in rame possiede:

- lunghezza = 100 m
- sezione = 10 mm²
- resistività = 0,0175 Ω·mm²/m

Calcolare la resistenza.

Formula:

R=ρLSR = \rho \frac{L}{S}R=ρSL

Sostituzione:

R=0,0175×10010R = 0,0175 \times \frac{100}{10}R=0,0175×10100 R=0,175ΩR = 0,175 \OmegaR=0,175Ω

Risultato: 0,175 Ω

4.10 Esempio pratico n.2

Un cavo in alluminio possiede:

- lunghezza = 50 m
- sezione = 4 mm²
- resistività = 0,028 Ω·mm²/m

Calcolare la resistenza.

R=0,028×504R = 0,028 \times \frac{50}{4}R=0,028×450 R=0,35ΩR = 0,35 \OmegaR=0,35Ω

Risultato: 0,35 Ω

4.11 Resistività dei principali materiali

Materiale	Resistività (Ω·mm²/m)
Argento	0,016
Rame	0,0175
Oro	0,024
Alluminio	0,028
Tungsteno	0,056
Ferro	0,100
Nichelina	0,400
Costantana	0,500

Valori indicativi a 20 °C.

4.12 Conducibilità e resistività

Le due grandezze sono strettamente collegate.

- Alta conducibilità → bassa resistività
- Bassa conducibilità → alta resistività

La conducibilità si indica con:

σ (sigma)

ed è l'inverso della resistività.

σ=1ρ\sigma = \frac{1}{\rho}σ=ρ1

4.13 Perché la resistività è importante?

La resistività consente ai progettisti di:

- scegliere il materiale più adatto;
- ridurre le perdite energetiche;
- limitare il surriscaldamento;
- ottimizzare i costi dell'impianto.

Applicazione pratica

Se una linea deve trasportare grandi correnti:

- si sceglierà un materiale a bassa resistività;
- si aumenterà la sezione del conduttore.

4.14 Resistenze utilizzate intenzionalmente

Non sempre una bassa resistenza è desiderabile.

In alcuni dispositivi vengono utilizzati materiali ad alta resistività.

Esempi:

Stufe elettriche

Trasformano energia elettrica in calore.

Forni elettrici

Utilizzano elementi riscaldanti resistivi.

Tostapane

Le resistenze producono calore per effetto Joule.

Caso pratico

Confronto tra due cavi

Supponiamo di dover scegliere tra:

Cavo A

- rame
- 2,5 mm²

Cavo B

- alluminio
- 2,5 mm²

A parità di lunghezza:

- il cavo in rame presenta una resistenza inferiore;
- le perdite saranno minori;
- il rendimento sarà maggiore.

Per questo motivo il rame è generalmente preferito negli impianti civili.

Approfondimento tecnico

Perché gli elettrodotti utilizzano spesso l'alluminio?

Anche se il rame possiede una resistività inferiore, l'alluminio offre:

- peso ridotto;
- costo inferiore;
- maggiore convenienza economica per lunghe distanze.

Per compensare la maggiore resistività vengono utilizzate sezioni più grandi.

Riepilogo del capitolo

Abbiamo imparato che:

✓ La resistenza elettrica è l'opposizione al passaggio della corrente.

✓ La resistività è una caratteristica intrinseca del materiale.

✓ La resistenza dipende da materiale, lunghezza e sezione.

✓ Conduttori più lunghi hanno maggiore resistenza.

✓ Conduttori più grandi hanno minore resistenza.

✓ Il rame possiede una resistività molto bassa.

✓ La resistività è fondamentale nella progettazione degli impianti.

Esercizi di verifica

Domanda 1

Qual è il simbolo della resistività?

a) R

b) V

c) I

d) ρ

Risposta corretta: d)

Domanda 2

La resistenza aumenta se:

a) aumenta la sezione

b) diminuisce la lunghezza

c) aumenta la lunghezza

d) diminuisce la resistività

Risposta corretta: c)

Domanda 3

Quale materiale possiede la minore resistività?

a) Ferro

b) Alluminio

c) Argento

d) Nichelina

Risposta corretta: c)

Domanda 4

Se la sezione del conduttore aumenta:

a) la resistenza aumenta

b) la resistenza diminuisce

c) la tensione aumenta

d) la corrente diminuisce sempre

Risposta corretta: b)

Domanda 5

La resistività dipende principalmente da:

a) Lunghezza

b) Sezione

c) Materiale

d) Corrente

Risposta corretta: c)

Attività pratica di laboratorio (45 minuti)

Misura della resistenza di diversi conduttori

Materiale necessario

- Spezzoni di rame di diversa lunghezza
- Spezzoni di alluminio
- Multimetro digitale
- Calibro per misurare la sezione

Attività

1. Misurare la lunghezza dei campioni.
2. Misurare la sezione.
3. Determinare la resistenza mediante il multimetro.
4. Confrontare i risultati con quelli ottenuti tramite la formula.
5. Analizzare le differenze tra rame e alluminio.

Esercizio finale svolto

Un conduttore in rame presenta:

- lunghezza = 200 m
- sezione = 16 mm²
- resistività = 0,0175 Ω·mm²/m

Calcolare la resistenza.

Formula:

R=ρLSR = \rho \frac{L}{S}R=ρSL

Sostituzione:

R=0,0175×20016R = 0,0175 \times \frac{200}{16}R=0,0175×16200 R=0,21875ΩR = 0,21875 \OmegaR=0,21875Ω

Risultato: circa 0,22 Ω