CAPITOLO 2

I Materiali Conduttori

Durata didattica consigliata: 2 ore

Obiettivi del capitolo

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

- Definire correttamente un materiale conduttore.
- Comprendere il meccanismo della conduzione elettrica nei metalli.
- Conoscere i principali materiali utilizzati come conduttori.
- Confrontare vantaggi e svantaggi dei diversi materiali.
- Identificare gli ambiti di utilizzo dei vari conduttori.
- Comprendere i criteri che guidano la scelta di un materiale conduttore.

2.1 Che cos'è un materiale conduttore?

Un materiale conduttore è una sostanza che permette il passaggio della corrente elettrica con relativa facilità.

La capacità di un materiale di condurre elettricità dipende dalla presenza di elettroni liberi che possono muoversi sotto l'azione di una tensione elettrica.

Quando si collega un conduttore a una sorgente elettrica, gli elettroni iniziano a spostarsi generando una corrente.

Definizione tecnica

Un conduttore è un materiale caratterizzato da:

- elevata conducibilità elettrica;
- bassa resistività;
- presenza di numerosi elettroni liberi.

Maggiore è la conducibilità, migliore sarà il passaggio della corrente.

2.2 Come avviene la conduzione elettrica?

Nei metalli gli atomi sono disposti in una struttura ordinata chiamata reticolo cristallino.

Gli elettroni più esterni non appartengono a un singolo atomo ma possono muoversi liberamente all'interno del materiale.

Questi elettroni vengono spesso definiti:

elettroni liberi

Quando viene applicata una tensione:

1. si crea un campo elettrico;
2. gli elettroni iniziano a muoversi;
3. si genera la corrente elettrica.

Il modello del "mare di elettroni"

Per spiegare il comportamento dei metalli si utilizza spesso il modello del mare di elettroni.

In questo modello:

- gli atomi metallici rimangono fissi;
- gli elettroni si muovono liberamente tra essi.

Questo spiega perché i metalli conducono molto bene sia l'elettricità sia il calore.

2.3 Caratteristiche fondamentali di un buon conduttore

Un materiale utilizzato come conduttore deve possedere diverse caratteristiche.

Elevata conducibilità elettrica

È la proprietà più importante.

Consente il passaggio della corrente con perdite ridotte.

Bassa resistività

La resistività misura l'opposizione al passaggio della corrente.

Un buon conduttore deve avere una resistività molto bassa.

Resistenza meccanica

Il materiale deve sopportare:

- trazione;
- flessione;
- vibrazioni;
- urti.

senza rompersi.

Duttilità

La duttilità è la capacità di essere trasformato in fili sottili.

Questa caratteristica è fondamentale per la produzione dei cavi elettrici.

Malleabilità

Permette al materiale di essere deformato senza rompersi.

Resistenza alla corrosione

Un buon conduttore deve mantenere nel tempo le proprie caratteristiche anche in ambienti aggressivi.

2.4 Classificazione dei materiali conduttori

I materiali conduttori possono essere suddivisi in varie categorie.

Conduttori metallici

Sono i più utilizzati.

Esempi:

- rame;
- alluminio;
- argento;
- oro;
- ferro.

Conduttori liquidi

Alcune soluzioni liquide consentono il passaggio della corrente.

Esempi:

- acqua salata;
- soluzioni elettrolitiche;
- acidi e basi.

Conduttori gassosi

In particolari condizioni anche i gas possono diventare conduttori.

Esempi:

- lampade fluorescenti;

- archi elettrici;
- fulmini.

2.5 Il rame

Caratteristiche generali

Il rame è il materiale più utilizzato negli impianti elettrici.

Possiede:

- elevata conducibilità;
- ottima flessibilità;
- buona resistenza meccanica;
- lunga durata.

Vantaggi

✓ Ottima conducibilità elettrica

✓ Facilità di lavorazione

✓ Resistenza all'ossidazione

✓ Elevata affidabilità

✓ Lunga vita operativa

Svantaggi

✗ Costo superiore rispetto all'alluminio

✗ Peso relativamente elevato

Applicazioni

- impianti civili;

- impianti industriali;
- cablaggi elettronici;
- motori elettrici;
- trasformatori.

2.6 L'alluminio

L'alluminio è il secondo materiale più utilizzato nel settore elettrico.

Vantaggi

✓ Peso ridotto

✓ Costo inferiore al rame

✓ Buona conducibilità

✓ Facilità di trasporto

Svantaggi

✗ Minore conducibilità rispetto al rame

✗ Maggiore sensibilità all'ossidazione

✗ Richiede sezioni maggiori per trasportare la stessa corrente

---

Applicazioni

- linee elettriche aeree;
- distribuzione dell'energia;
- elettrodotti;
- grandi impianti industriali.

2.7 L'argento

L'argento è il miglior conduttore elettrico presente in natura.

Caratteristiche

Possiede:

- conducibilità molto elevata;
- eccellente comportamento nei contatti elettrici;
- ottima resistenza alla corrosione.

Limiti

Il costo molto elevato ne limita l'impiego.

Applicazioni

- contatti elettrici speciali;
- componenti elettronici;
- strumentazione di precisione;
- settore aerospaziale.

2.8 L'oro

L'oro possiede una conducibilità inferiore a quella dell'argento ma presenta una caratteristica molto importante:

non si ossida.

Vantaggi

✓ Elevata affidabilità

✓ Ottima durata

✓ Assenza di corrosione

Applicazioni

- connettori elettronici;
- telecomunicazioni;
- componenti ad alta precisione;
- sistemi informatici.

2.9 Altri materiali conduttori

Ferro

Utilizzato principalmente quando è richiesta elevata resistenza meccanica.

Presenta una conducibilità inferiore rispetto al rame.

Acciaio

Spesso utilizzato come rinforzo meccanico nelle linee elettriche.

Leghe metalliche

Le leghe vengono create combinando più metalli.

Esempi:

- ottone;
- bronzo;
- costantana.

Sono impiegate in applicazioni particolari dove servono specifiche caratteristiche meccaniche o termiche.

2.10 Confronto tra i principali conduttori

Materiale	Conducibilità	Costo	Peso	Utilizzo
Argento	Eccellente	Molto alto	Medio	Contatti speciali
Rame	Molto alta	Medio	Alto	Impianti elettrici
Oro	Alta	Molto alto	Alto	Elettronica
Alluminio	Buona	Basso	Basso	Elettrodotti
Ferro	Discreta	Basso	Alto	Strutture speciali

2.11 Scelta del materiale conduttore

La scelta dipende da diversi fattori.

Conducibilità richiesta

Applicazioni critiche richiedono materiali molto performanti.

Costo

Il budget disponibile influenza notevolmente la scelta.

Ambiente di installazione

Occorre valutare:

- umidità;
- temperatura;
- presenza di agenti corrosivi.

Resistenza meccanica

In alcuni casi il cavo deve sopportare:

- trazione;
- vibrazioni;
- stress meccanici.

Approfondimento tecnico

Perché il rame è preferito all'argento?

L'argento conduce meglio dell'elettricità, ma il vantaggio prestazionale è limitato rispetto all'enorme differenza di costo.

Per questo motivo il rame rappresenta il miglior compromesso tra:

- prestazioni;
- affidabilità;
- costo;
- disponibilità.

Di conseguenza è diventato lo standard per la maggior parte degli impianti elettrici.

Caso pratico

Scelta del conduttore per una linea elettrica

Un'azienda deve realizzare una linea elettrica lunga diversi chilometri.

Le possibili soluzioni sono:

Rame

- ottime prestazioni;
- peso elevato;
- costo elevato.

Alluminio

- prestazioni leggermente inferiori;
- peso ridotto;
- costo inferiore.

In questo caso l'alluminio rappresenta spesso la soluzione più conveniente.

Riepilogo del capitolo

Abbiamo imparato che:

✓ I conduttori possiedono numerosi elettroni liberi.

✓ La conduzione elettrica avviene grazie al movimento degli elettroni.

✓ Il rame è il materiale più utilizzato negli impianti.

✓ L'alluminio è ampiamente impiegato nelle linee di distribuzione.

✓ Argento e oro trovano applicazione in settori specializzati.

✓ La scelta del materiale dipende da aspetti tecnici ed economici.

Esercizi di verifica

Domanda 1

Qual è il materiale maggiormente utilizzato negli impianti elettrici?

a) Oro

b) Ferro

c) Rame

d) Argento

Risposta corretta: c)

Domanda 2

Quale materiale è il miglior conduttore elettrico?

a) Alluminio

b) Argento

c) Rame

d) Ferro

Risposta corretta: b)

Domanda 3

Quale vantaggio principale possiede l'alluminio?

a) Migliore conducibilità del rame

b) Assenza totale di ossidazione

c) Peso ridotto

d) Maggiore resistenza elettrica

Risposta corretta: c)

Domanda 4

Perché l'oro viene utilizzato nei connettori elettronici?

a) È economico

b) Non si ossida facilmente

c) È leggero

d) Ha elevata resistività

Risposta corretta: b)

Domanda 5

Quale caratteristica consente di trasformare un metallo in fili?

a) Elasticità

b) Duttilità

c) Densità

d) Fragilità

Risposta corretta: b)

Attività pratica (30 minuti)

Confronto tra diversi materiali

Materiale necessario:

- filo di rame;
- filo di alluminio;
- piccolo filo di acciaio;
- multimetro.

Attività:

1. Osservare le caratteristiche fisiche dei materiali.
2. Valutare peso e flessibilità.
3. Misurare la continuità elettrica.
4. Discutere vantaggi e svantaggi di ciascun materiale.

Laboratorio guidato

Obiettivo: riconoscere i materiali conduttori utilizzati in impianti reali.

L'allievo dovrà identificare:

- cavi elettrici in rame;
- linee in alluminio;
- morsetti;
- connettori;
- componenti elettronici.

Per ogni elemento dovrà indicare:

- materiale utilizzato;
- motivo della scelta;
- vantaggi tecnici.