

**CORSO DI
MATERIALI
E
TECNOLOGIE ELETTRICHE**

**Prof. Giovanni Lupò
Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Università di Napoli Federico II
Corso di Laurea in Ingegneria Elettrica – III anno – II semestre
a.a. 2009/10**

CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI

**I PRINCIPALI MATERIALI DI INTERESSE
TECNOLOGICO POSSONO ESSERE COSI'
CLASSIFICATI:**

- **METALLI**
- **MATERIE PLASTICHE**
- **MATERIALI CERAMICI**

CARATTERISTICHE DEI METALLI

- HANNO ELEVATA CONDUCEBILITÀ TERMICA ED ELETTRICA
- SONO OPACHI AI RAGGI LUMINOSI
- POSSONO ESSERE LUCIDATI
- POSSONO ESSERE DEFORMATI MECCANICAMENTE
- L'OPACITÀ E LE PROPRIETÀ MECCANICHE DEI METALLI POSSONO ESSERE GIUSTIFICATE DALLA PRESENZA DI UN LEGAME COVALENTE NON LOCALIZZATO
- NEL LEGAME COVALENTE GLI ATOMI DEL METALLO METTONO IN COMUNE I LORO ELETTRONI PERIFERICI (BANDA DI CONDUZIONE)
- LA CONDUCEBILITÀ TERMICA ED ELETTRICA DEI METALLI SI POSSONO SPIEGARE CONSIDERANDO CHE GLI ELETTRONI DEL METALLO, ESSENDO LIBERI, FORMANO UNA SORTA DI GAS IL CUI MOTO E' INFLUENZATO DALL'ENERGIA TERMICA E DAL CAMPO ELETTRICO

Materiali conduttori per linee elettriche

- *Requisiti elettrici*: bassa resistività , basso coefficiente di temperatura , possibilità di isolamento del conduttore.
- *Requisiti meccanici*: elevata resistenza alla trazione, comportamento "elastico", resistenza alla torsione ed al piegamento, durezza (per i contatti), resilienza.
- *Requisiti termici*: conducibilità termica elevata, coefficiente di dilatazione termica bassa; alta temperatura di fusione, saldabilità
- *Requisiti tecnologici*: malleabilità, duttilità
- *Requisiti chimici*: assenza di reazioni con altri metalli, non corrodibilità

L'ALLUMINIO

<i>Grado di purezza</i>	Alluminio	puro	99.99%
		da fonderia	99.95 %
		elettrolitico	99.5%

	Resistività η -$\theta_0=293$ K [Ω mm ² /m]= $[\mu\Omega$ m]	Conducibilità γ -$\theta_0=293$ K [MS/m]
Alluminio ricotto	0.0278	36.0
Alluminio puro	0.028264	35.4

Le prestazioni meccaniche sono piuttosto modeste, inferiori anche a quelle del rame.
Le caratteristiche chimiche sono abbastanza buone: si forma uno strato superficiale di ossido autoprotettivo isolante. In presenza di metalli nobili e di umidità si decompone.

ALLUMINIO (Al)

Caratteristiche tecnologiche dell'alluminio

cristallo	cubico a facce centrate	
densità	2700	kg/m ³
punto di fusione	660	°C
conducibilità termica	0.5	Cal/cm s K
conducibilità elettrica	36	MS/m
coeff di temperatura della resistività	0.0041	K ⁻¹
resistenza a trazione	2-4	kg/mm ²
max allungamento %	30-35	%
modulo di elasticità	7250	kg/mm ²

- non si presta ad essere formato per fusione a causa della facilità ad assorbire ossigeno;
- si presta ad essere lavorato in diversi modi sia a freddo che a caldo; si può ridurre a fili sottili o a fogli fino a 0.004 mm di spessore (armature per condensatori)

La temperatura di riformazione è circa 500°C, quella di ricristallizzazione circa 300°C.

- La saldatura è notevolmente difficile a causa della presenza dell'ossido superficiale che fonde a temperature elevate

ALLUMINIO : LEGHE - CONFRONTI

Aldrey	Al+(Si,Mg)	$\gamma=87\%$;	$\sigma=30-35 \text{ kg/ mm}^2$
Anticorodal (anticorrosiva)	Al+Si(1%)+Mg(0.6%) +Mn(0.3%)		

Svantaggi dell'alluminio:

- 1) solidità meccanica più bassa
- 2) collegamenti più difficili
- 3) più alta propensione alla corrosione
- 4) a parità di resistenza, diametro maggiore

confronto a parità di resistenza

	Rame	Alluminio	Aldrey	Zinco	Ferro
Sezione	100	160	180	340	800
diametro	100	127	135	184	284
peso	100	50	55	265	700

RAME (Cu)

Il reticolo del *rame* è cubico a facce centrate.

Le prestazioni meccaniche sono piuttosto modeste rispetto a quelle dell'acciaio; il limite di snervamento si attesta intorno ai valori di $\sigma = 22 \div 24 \text{ kg/mm}^2$; il carico di rottura non supera comunque i 38 kg/mm^2 . Tali valori decrescono con la temperatura.

Le caratteristiche chimiche sono abbastanza buone: si forma uno strato superficiale di ossido autoprotettivo o di carbonato autoprotettivo.

Caratteristiche tecnologiche del rame. Le caratteristiche meccaniche dipendono dal tipo di lavorazione subito dal materiale.

crystallo	cubico a facce centrate	
densità	8890	kg/m^3
punto di fusione	1083	$^{\circ}\text{C}$
conducibilità termica	0.0934	Cal/cm s K
conducibilità elettrica	58	MS/m
coeff di temperatura della resistività	0.00428	K^{-1}
resistenza a trazione	6	kg/mm^2
max allungamento %	45	%
modulo di elasticità	12750	kg/mm^2

RAME (2)

- non si presta ad essere formato per fusione, in quanto ad alta viscosità;
- è altamente duttile e quindi si presta ad essere lavorato per stampaggio sia a freddo che a caldo;
- la saldatura con piombo e stagno è ottima; non è saldabile con l'alluminio.

Va ricordato l'impiego del rame, oltre che nelle condutture elettriche (in ragione dell'alto valore della conducibilità, della resistenza alle intemperie ed alla corrosione), nelle apparecchiature chimiche (per le caratteristiche di stabilità chimica e di formabilità).

Il *rame* ad alta purezza può essere ottenuto in presenza di ossigeno (rame elettrolitico 99.9% - rame raffinato 99.5%) o in assenza di ossigeno (elettrolitico 99.92%, raffinato 99.75%). La presenza di ossigeno permette maggiore lavorabilità a caldo; dalle impurezze si formano ossidi insolubili e non viene pregiudicata la conducibilità e la plasticità.

La presenza di ossigeno, tuttavia, durante la lavorazione a caldo in presenza di idrogeno, può portare a formazione di vapor d'acqua ad elevata pressione con conseguente infragilimento del metallo.

Le norme CEI riportano i valori della resistività del rame a seconda del grado di purezza

Grado di purezza (grado% :IACS) (int.anneal. copper sample)	Resistività η - $\theta_0=293\text{ K}$ [$\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$] \equiv [$\mu\Omega$ m]	Conducibilità γ - $\theta_0=293\text{ K}$ [MS/m]
103.5 (valore limite teorico)	0.0166	60.0
100 (rame tecnico, ricotto, campione internazionale)	0.017241	58.0
98	0.01759	56.8
97 (rame crudo)	0.01787	56.0
"tipo 50"	0.0195	51.3
"tipo 60"	0.0210	47.6

Per le condutture ordinarie si adopera il rame crudo; il rame ricotto si impiega solo per accessori (es. giunzioni).

LEGHE DI RAME

Il rame viene anche formato con i seguenti elementi (si riduce sempre la conducibilità γ ai valori appresso indicati in percentuale rispetto alla conducibilità del rame campione)

	Zinco (Zn)	(ottoni)	
	Stagno (Sn)	(bronzo fosforoso)	
	Zn + Sn		
	Al/P/Mn/Be	(bronzi speciali)	
	Ni/Zn		
	Sn/Mg/Zn/Cd/Te/Zr		

A seconda del contenuto dei suddetti elementi distinguiamo:

- **rame bassolegato** (elementi presenti in misura inferiore all'1%):

- a) rame all'argento: può lavorare a temperature elevate; impieghi: lamelle per collettori.
- b) rame al cadmio-stagno: elevata resistenza all'usura ad arco; impieghi: lamelle per collettori

- **rame a titolo elevato** (elementi presenti nella misura tra l'1% e il 5%):

- a) Cu+Si(3%)+Mn(0.7-1.5%) : elevata resistenza meccanica, elevata resistenza alla corrosione, elevata resistività.
- b) Cu+Be(1.6-2.1%) : elevato carico di rottura (140 kg/mm^2); $\gamma=24\%$;
- c) Cu+Ni(1-4.5%)+Si : elevato carico di rottura (65 kg/mm^2)

- **leghe di rame** (elementi presenti in misura superiore al 5%):

- Ottone [Cu+Zn(10-35%)]: $\sigma = 37 \div 67 \text{ kg/mm}^2$; $\gamma=44-27\%$;
- Bronzi fosforosi [Cu+Sn(2-10%)] $\sigma = 39 \div 90 \text{ kg/mm}^2$; $\gamma=48-11\%$; una certa quantità viene aggiunta per eliminare l'ossigeno presente.
- Cupronichel (Cu+Ni+Zn)+Mn(10-25%)
- Cu+Mn(12%)+Ni(4%) per resistori di precisione.

PIOMBO (Pb)

Grado di purezza Piombo puro 99.985%
da fonderia 99.9 %
da rifusione 99.85%

Caratteristiche tecnologiche

cristallo	cubico a facce centrate	
densità	11330	kg/m ³
punto di fusione	327	°C
conducibilità termica	0.084	Cal/cm s K
conducibilità elettrica	48	MS/m
coeff di temperatura della resistività	0.0042	K ⁻¹
resistenza a trazione	1÷2	kg/mm ²
max allungamento %	30	%
modulo di elasticità	1750	kg/mm ²

Impieghi: placche accumulatori
 mantello per cavi (per le proprietà di resistenza alla corrosione)

MERCURIO (Hg)

Grado di purezza Mercurio puro (distillato sotto vuoto)
amalgama

Metallo nobile (resistente alla corrosione)

Elevata tensione superficiale

Proprietà catalitiche

Caratteristiche tecnologiche

densità	13550	kg/m ³
punto di fusione	-38.9	°C
punto di ebollizione	357	°C
conducibilità termica	0.025	Cal/cm s K
conducibilità elettrica	10	MS/m
coeff di temperatura della resistività	0.009	K ⁻¹

Impieghi: contatti

Materiali per resistori

Per ottenere valori di resistività relativamente elevati con materiali metallici o comunque ad elevate prestazioni, si devono considerare significative impurità e/o deformazioni del reticolo cristallino. Possiamo distinguere due casi:

- a) miscela di più cristalli di atomi diversi;
- b) cristalli formati con atomi diversi (leghe).

Nel caso a), detta η_1 la resistività del metallo base e η_2 la resistività del metallo "intruso" di concentrazione c_z , la resistività "equivalente" può essere scritta come:

$$\eta_{eq} = \eta_1(1 - c_z) + \eta_2 c_z = \eta_1 + (\eta_2 - \eta_1)c_z$$

Come si nota, la resistività è proporzionale alla concentrazione di impurità.

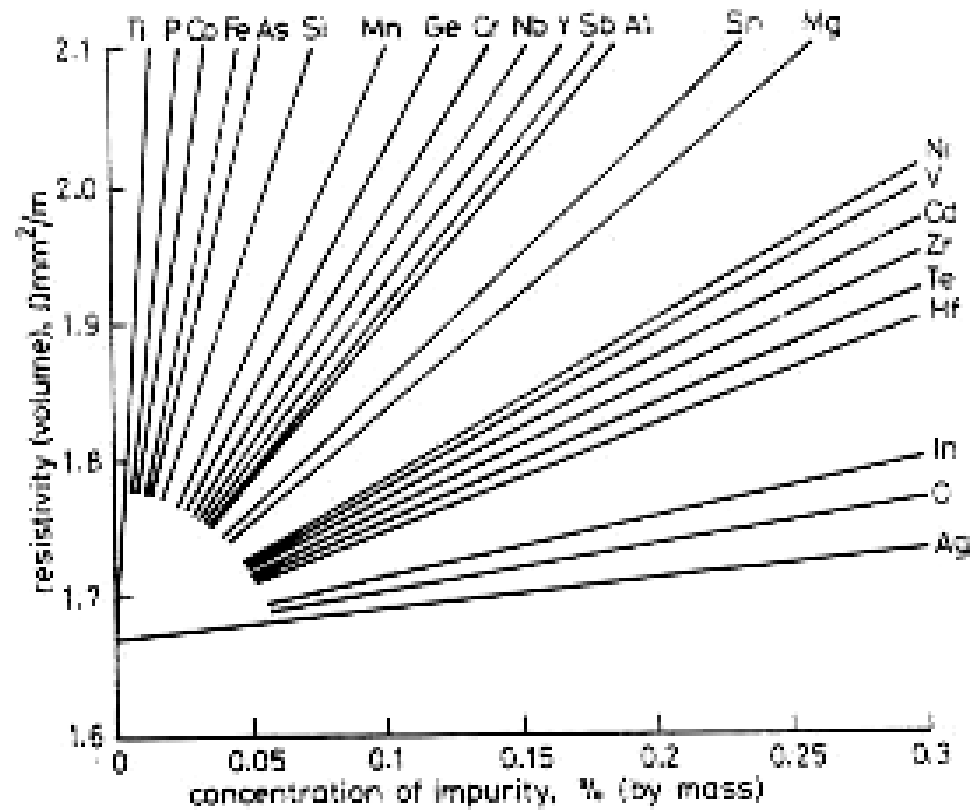
Nel caso b), si hanno notevoli variazioni dei valori di resistività. Nel caso di leghe a due componenti, i più alti valori di resistività si hanno per proporzioni quasi uguali delle due componenti.

Per le leghe risulta verificata la seguente

regola di MATTHIESEN $\eta_{metallo} \alpha_{metallo} = \eta_{lega} \alpha_{lega}$

ossia risulta costante, al variare della concentrazione, il prodotto della resistività per il coefficiente di temperatura, per cui le leghe presentano resistività assai meno sensibile alla temperatura rispetto al metallo puro.

EFFETTO DELLE IMPURITÀ



Effect of added elements upon the electrical resistivity of copper

Progetto di resistori: a) stufa

Va assegnata la potenza P [$P=1000$ W] e la tensione nominale V_n [$V_n=250$ V].

Va scelto il materiale [filo di Ni-Cr, $\eta_{293K}= 1.10 \mu\Omega\text{m}$, $\alpha=0.00025$ K⁻¹, $\varnothing=d$]

Indicando con θ_1 la temperatura di regime, la resistenza del conduttore dovrà essere

$$R_{\theta_1} = \eta(\theta_1) \frac{\ell}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{V^2}{P} [= 62,5 \Omega]$$

A regime, questa potenza viene tutta irradiata verso l'ambiente a temperatura θ_0 , quindi

$$P = k(\theta_1 - \theta_0) \pi d \cdot \ell \rightarrow d \cdot \ell = \frac{P}{k\pi(\theta_1 - \theta_0)}$$

Si hanno quindi due relazioni tra diametro e lunghezza (a caldo) del filo.

A parità di diametro, la lunghezza del filo è inversamente proporzionale al salto termico

Progetto di resistori: a) stufa (2)

Assumendo che la temperatura ambiente sia $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$, che la temperatura di lavoro θ_1 sia 600°C ed il coefficiente di trasmissione sia pari a $k = 100 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$, si ha

$$d \cdot \ell = \frac{P}{k\pi(\theta_1 - \theta_0)} = \frac{1000}{100 \cdot 600\pi} \cong 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\ell = \frac{R \frac{\pi}{4} d^2}{\eta(\theta_1)} \rightarrow \frac{R \frac{\pi}{4} d^3}{\eta(\theta_1)} \cong 5,3 \cdot 10^{-3} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{5,3 \cdot 10^{-3} \eta(\theta_1)}{R \frac{\pi}{4}}} = \sqrt[3]{136} \cdot 10^{-4} \cong 0,5 \text{ mm}$$

$$\ell = \frac{5,3 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-3}} \cong 10,6 \text{ m}$$

Si può in alternativa far riferimento ai carichi termici specifici P_s , cioè ai massimi valori di potenza dissipabile da un conduttore per unità di superficie. Per i conduttori di diametro pari a 0.5 mm, i carichi specifici dipendono dalla temperatura di lavoro:

θ_1 ($^\circ\text{C}$)	700	800	900	1000	1100	1200
P_s (W/cm^2)	6	9	12	17	22	30

Si può aumentare la superficie laterale (a parità di massa conduttrice) utilizzando conduttori a nastro o sbarre

Progetto di resistori: b) forno

Nel caso di un forno alimentato alla tensione V occorre valutare l'energia necessaria per riscaldare un dato oggetto di massa m e di calore specifico c_s dalla temperatura ambiente θ_0 ad una temperatura finale θ_1 . L'energia strettamente necessaria per riscaldare l'oggetto è pari a

$$W = P_{forno} \Delta t = \frac{V^2}{R(\theta_1)} \Delta t = m \cdot c_s \cdot (\theta_1 - \theta_0)$$

L'energia che bisogna fornire sarà superiore perché occorrerà considerare che il forno stesso dovrà portarsi alla temperatura θ_1 o leggermente superiore, tenendo ossia conto delle perdite W^* di vario tipo che portano ad un rendimento

$$\eta = \frac{W}{W + W^*} \rightarrow P_{forno} = \frac{W}{\eta \cdot \Delta t}$$

Il rendimento dipende dall'intervallo di tempo di riscaldamento. All'aumentare di tale intervallo aumentano le perdite. Occorre quindi limitare tale intervallo, con conseguente aumento della potenza.

Progetto di resistori: b) forno (2)

Assumendo che l'oggetto sia un cilindro di rame ($m=2000$ kg, $C=390$ J/kgK), la temperatura finale sia 700°C , il tempo di riscaldamento sia 3h; in queste condizioni è presumibile un rendimento pari a 0.8.

L'energia W vale

$$W = P_{forno} \Delta t \cong \frac{V^2}{R(\theta_1)} \Delta t = m \cdot c_s \cdot (\theta_1 - \theta_0) = 2000 \cdot 390 \cdot 700 = 545 \text{ MJ} \cong 152 \text{ kWh}$$

La potenza richiesta vale

$$P_{forno} = \frac{W}{\eta \cdot \Delta t} = \frac{152}{0.8 \cdot 3} = 63.5 \text{ kW}$$

La resistenza (a caldo) vale 3.95Ω . Se si usa un filo di lega Ni-Cr, la resistività a caldo vale $1.32 \mu\Omega\text{m}$; confrontando la tabella dei carichi specifici si ricava necessaria una superficie di 44 m^2 ; utilizzando un conduttore a sezione circolare di diametro 7.5 mm , si trova che la lunghezza deve essere di 133 m

Progetto di linee e cavi – Transitorio termico

In ogni intervallo di tempo infinitesimo, vi sarà una produzione di calore per effetto Joule, un riscaldamento del conduttore ed un irraggiamento verso l'esterno attraverso la superficie laterale del conduttore

$$\Delta Q_{Joule} = \Delta Q_{int} + \Delta Q_{irr}$$

$$R(\theta) I^2 = c_s m \frac{d\theta}{dt} + k(\theta_1 - \theta_0) \pi d \cdot \ell$$

$$\frac{\eta(\theta)}{\pi \frac{d^2}{4}} I^2 dt + k(\theta_1 - \theta_0) \pi d dt = c_s \pi \frac{d^2}{4} \delta d\theta$$

Al regime termico corrisponde la temperatura

$$\theta_1 = \theta_0 + \frac{\eta(\theta_1)}{k\pi^2 \frac{d^3}{4}} I^2$$

Nel caso dei cavi coassiali, la temperatura θ_1 del conduttore centrale (anima) sarà fissata ragionevolmente più bassa della della temperatura di transizione del dielettrico; il basso valore del coefficiente k di trasmissione termica limita la portata dei cavi (massima intensità di corrente I), a meno di non voler aumentare il diametro del conduttore centrale.

LEGGE DI JOULE IN FORMA LOCALE.

Le perdite per unità di volume possono essere così espresse:

$$p = \mathbf{J} \cdot \mathbf{E} = \eta J^2 = \sigma E^2 = \mathbf{E} \cdot \mathbf{J}$$

Le perdite per unità di massa valgono quindi:

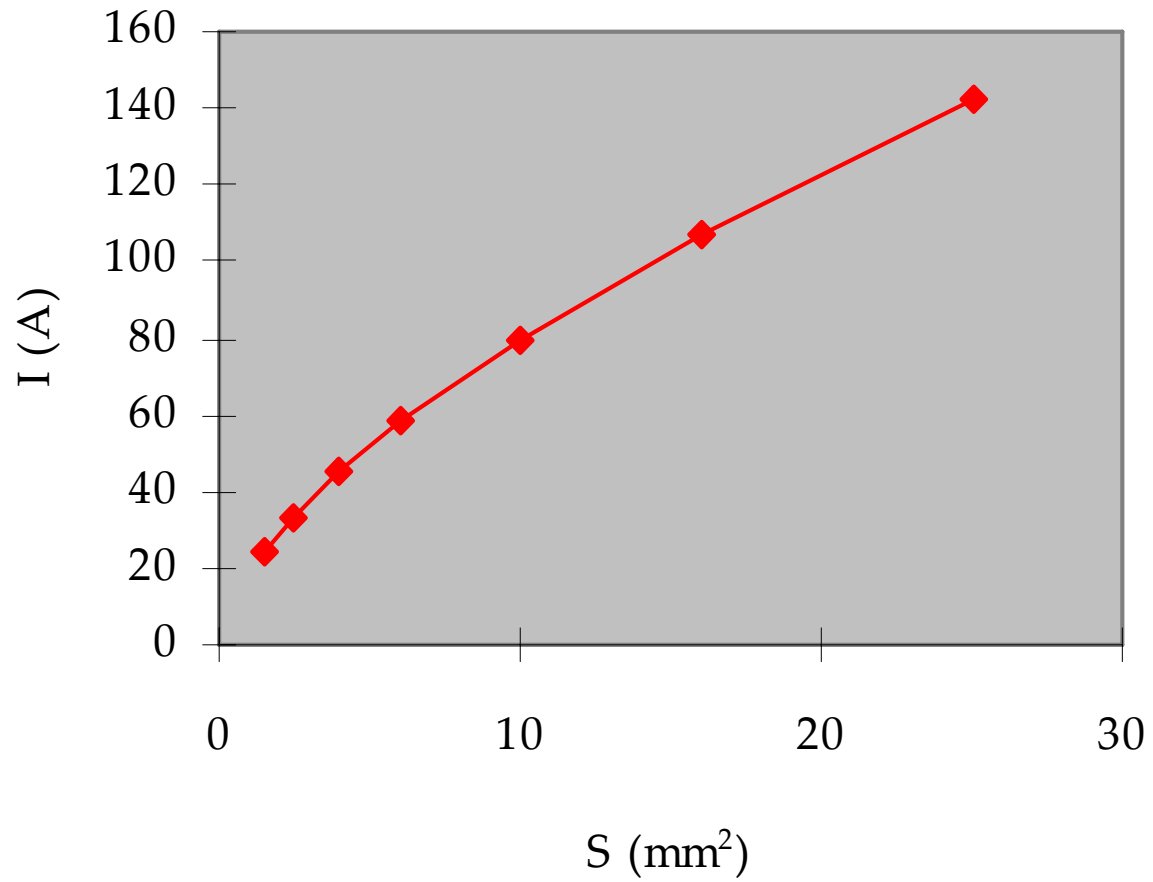
$$p_1 = \eta J^2 / \delta$$

dove δ è la densità del materiale.

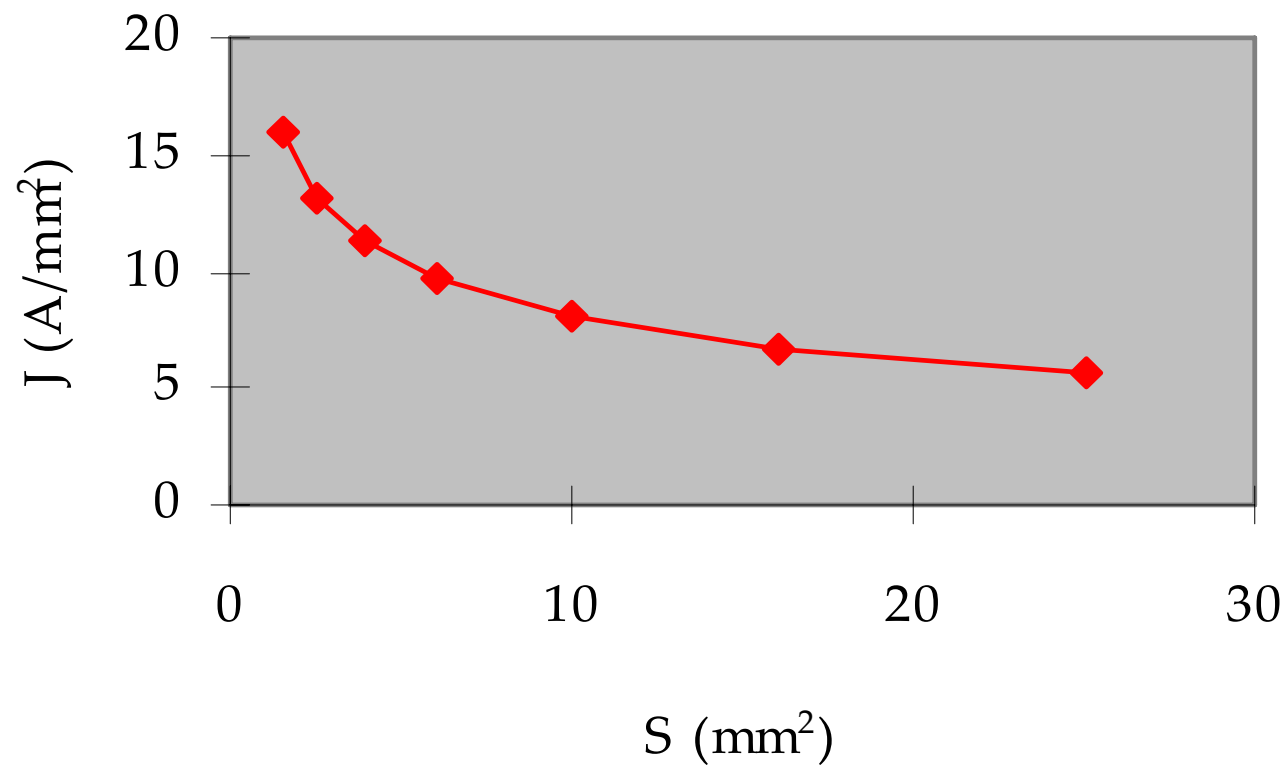
PORTATE E DENSITÀ DI CORRENTE PER UN CAVO BIPOLARE CON POSA IN ARIA LIBERA

Sezione	Portata	Densità di corrente
mm ²	A	A/mm ²
1,5	24	16
2,5	33	13,2
4	45	11,4
6	58	9,7
10	80	8
16	107	6,7
25	142	5,7

Portata I di un cavo in funzione della sezione S.



Densità di corrente J in un cavo in funzione della sezione
 S .



PORTATA DI CORRENTE PER CAVI ISOLATI IN GOMMA (G7 - G10)

- temperatura di esercizio del conduttore 90°C
- temperatura ambiente per posa in aria: 30°C
- temperatura del terreno per posa interrata: 20°C
- resistività termica del terreno: 100°C cm/W

Sezione mm ²	<i>Posa in aria entro tubi o cassette - o cassette appoggiati al muro</i>		<i>Posa in aria libera, cavi appoggiati al muro o sospesi a fune portante</i>		<i>Posa direttamente interrata</i>	
	3 cavi unipolari	1 cavo tripolare	3 cavi unipolari	1 cavo unipolare	3 cavi unipolari	1 cavo tripolare
1,5	19,5	19,5	24	23	30	28,5
2,5	26	26	33	32	41	38
4	35	35	45	42	53	49
6	46	44	58	54	67	61
10	63	60	80	75	89	81
16	85	80	107	100	115	104
25	112	105	135	127	149	133
35	138	128	169	157	179	159
50	168	154	207	192	210	188
70	213	194	268	246	260	230
95	268	233	327	298	315	275
120	310	268	383	346	360	312
150	350	300	444	399	405	345
185	392	340	510	456	455	390
240	461	398	607	538	530	460
300	530	455	703	621	585	520
400	605	-	823	-	-	-

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DI UN CONDUTTORE

FATTORI ELETTRICI:

- **valore della resistenza o della caduta di tensione ammissibili.**
- **corrente nominale.**
- **tensione nominale**

FATTORI TERMICI

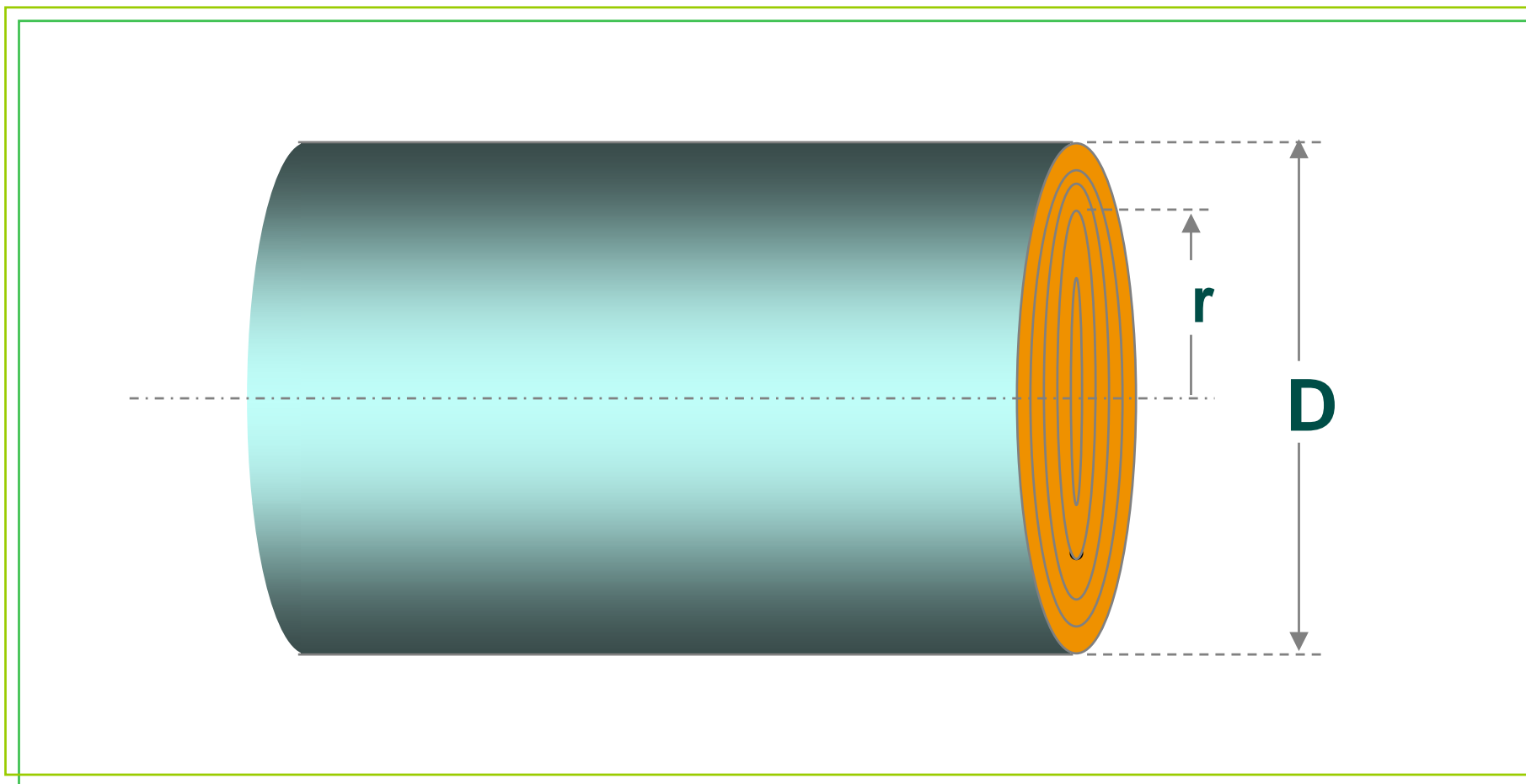
- **massima temperatura ammissibile.**
- **caratteristiche di dissipazione del calore dell'isolamento elettrico.**
- **temperatura ambiente**

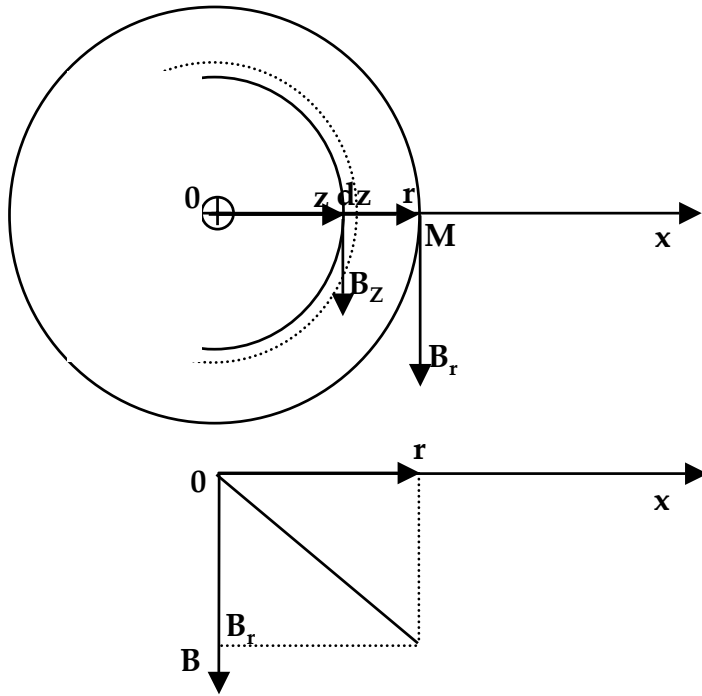
FATTORI MECCANICI

PROCESSI CHIMICI

EFFETTO PELLE ($R_{ac} > R_{dc}$)

- SUDDIVISIONE DI UN CONDUTTORE IN CONDUTTORI ELEMENTARI





In DC si ha: $J = \frac{I}{S} = \text{cost}$

Circuitazione su r: $B_r = \mu \frac{I}{2\pi r} = \mu \frac{J\pi r^2}{2\pi r} = \mu \frac{J}{2} r$

Circuitazione su z: $B_z = \mu \frac{I_z}{2\pi z} = \mu \frac{J\pi z^2}{2\pi z} = \mu \frac{J}{2} z$

$$\frac{B_z}{B_r} = \frac{z}{r} \Rightarrow B_z = \frac{z}{r} B_r$$

Conduttore \rightarrow fascio di filetti infinitesimi di corrente per ogni conduttore elementare coassiale

Flusso interno concatenato con il filetto interno ($x=0$) $\Phi_{C0} = \int_0^r \bar{B}_x \cdot \bar{n} dx = \frac{B_r}{2} r$

Flusso interno concatenato con conduttore elementare coassiale di raggio z e spessore dz:

$$\Phi_{cz} = \int_z^r \bar{B}_x \cdot \bar{n} dx = \int_z^r \frac{B_r}{r} x \cdot dx = \frac{B_r}{r} \left[\frac{x^2}{2} \right]_z^r = \frac{B_r}{2r} (r^2 - z^2)$$

Il flusso concatenato con ogni singolo conduttore elementare, varia con la distanza dall'asse del conduttore stesso; esso è massimo per il conduttore centrale e minimo per i conduttori più esterni.

Dalla definizione di flusso di autoinduzione (interno) si ha:

$$L_z = \frac{\Phi_{cz}}{\Delta I_z} = \frac{B_r (r^2 - z^2)}{2r \Delta I_z}$$

dove ΔI_z è la corrente nel conduttore elementare di raggio z e sezione infinitesima

$$z = r \rightarrow L_r = 0 \quad \text{e} \quad z = 0 \rightarrow L_0 = L_{max}$$

L'induttanza diminuisce passando dai conduttori elementari situati vicino all'asse ai conduttori elementari situati alla periferia del conduttore cilindrico.

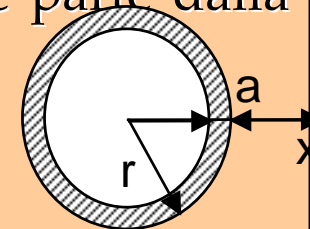
Se l'alimentazione è in AC e i conduttori elementari sono tutti elettricamente in parallelo \rightarrow la densità di corrente \mathbf{J} non può essere costante all'interno del conduttore, ma minima nella zona centrale

L'effetto pelle dipende dai seguenti fattori:

- dalla frequenza f ; infatti al crescere di f aumenta il peso della reattanza induttiva X rispetto alla resistenza R_{DC} e quindi cresce la disuniformità di J .
- dalla resistività η ; Infatti con il crescere di η aumenta il peso di R_{DC} rispetto ad X , e quindi l'effetto pelle diminuisce.
- dalla permeabilità magnetica μ ; al crescere di μ cresce il flusso concatenato, quindi cresce l'induttanza L e pertanto aumenta l'effetto pelle, che sarà particolarmente elevato nel caso di conduttori ferromagnetici o inseriti in materiali ferromagnetici.

A frequenza molto alta, per cui il campo di corrente è significativo in uno strato superficiale sottile, la resistenza di un conduttore è uguale a quella che si può calcolare pensando che la corrente sia distribuita uniformemente ($J=\text{cost}$) in una corona circolare di spessore δ che parte dalla superficie esterna del conduttore.

$$\delta = \sqrt{\frac{2\eta}{\omega\mu}} = \sqrt{\frac{2\eta}{2\pi f\mu}}$$



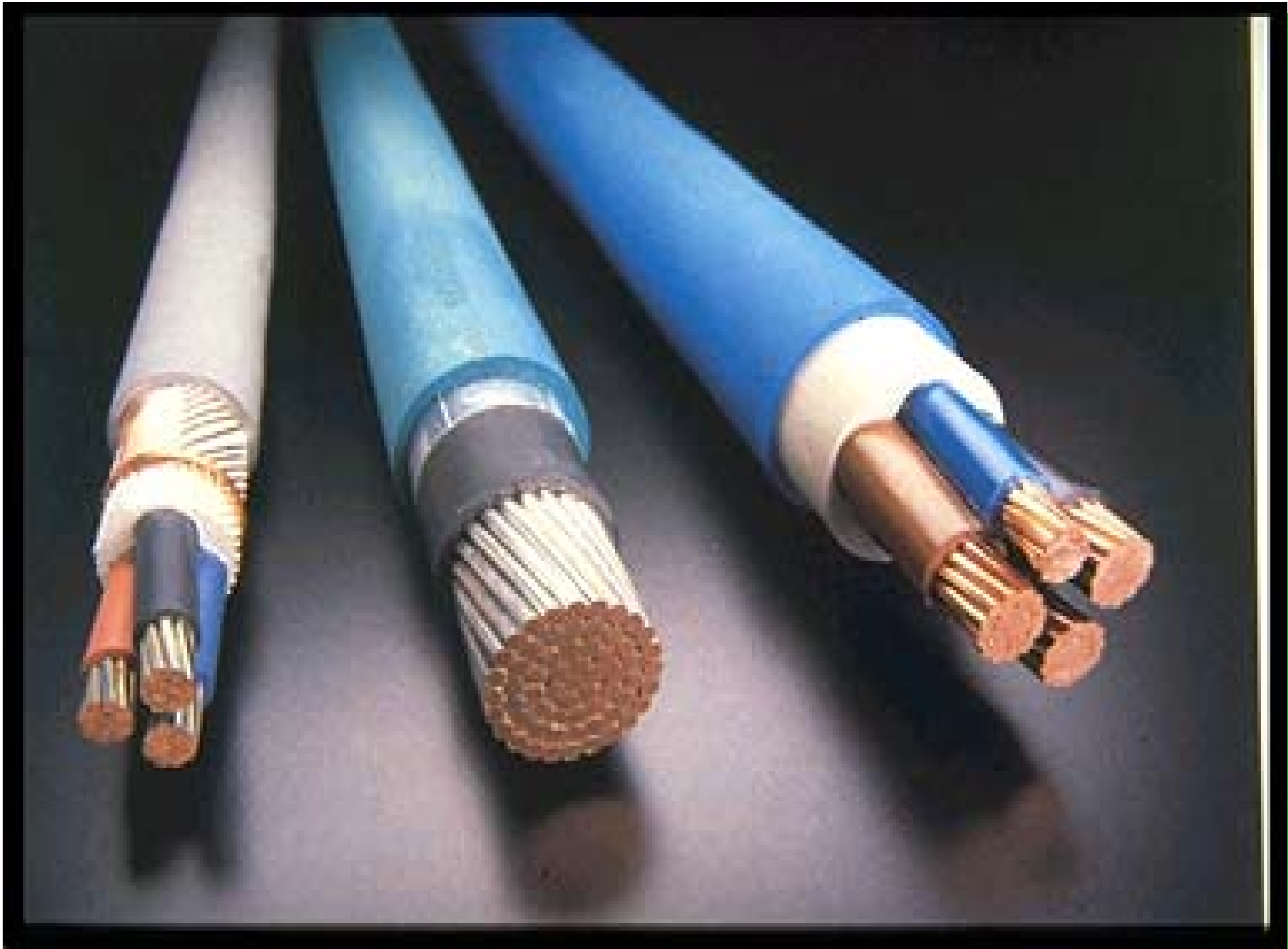
Il coefficiente δ è detto *di penetrazione*

per il rame si ha $\mu = \mu_0$ e quindi a 50 Hz $\delta = 9,33$ mm

f (Hz)	δ (mm)	R_{AC}/R_{DC}
50	9,33	1,0016
100	6,6	1,0045
250	4,17	1,028
500	2,95	1,032
1.000	2,08	1,045
2.500	1,32	3,81
5.000	0,93	12,4
10.000	0,66	46







-

- FINE MTE_03