

Resistència d'un conductor

La resistència d'un cos és l'oposició que aquest presenta al moviment d'electrons que el travessen, es a dir, al corrent electric.

La resistència depèn de:

- Tipus de material**
- Longitud del conductor**
- Secció del conductor**
- Temperatura**

Els tipus de materials més utilitzats per la fabricació de conductors són els metalls. Alguns metalls són més conductors que d'altres, es defineix una constant que té a veure amb l'estructura atòmica i la naturalesa dels diferents materials.

La resistivitat (ρ)

Resistència que presenta un conductor amb unes condicions donades(t°), per unitat de longitud i secció

Utilitzem la lletra grega "ro" - ρ

El Coure i els seus aliatges

Material	Composició	Estat	R	Re	HB	$\epsilon \times 10^{-2}$	$\chi \times 10^{-3}$	Aplicacions més comunes
Coure electrolític	99,9 % de Cu	Recuit Endurit	23 35	7 32	50 90	1,72	4,25	Fils, cables, barres, bobinatges, paraments.
Cupro-plata	0,03 a 0,1 % Ag		36	33	115	1,72 a 1,76	3,9	Bobinatges, lamelles, paraments.
Cupro-cadmi	0,7 a 1 % Cd		52	50	120	1,9 a 2,1	3 a 3,7	Fils de catenària, anells collectors.
Cupro-crom	0,5 a 0,9 % Cr	Temperat	52	48	140	2,1		Lamel·las, contactes, elèctrodes.
Cupro-beril·li	2 % Be 0,4 % Ni o Co	Temperat	140	135	360	7 a 8		Ressorts, barres, peces de fregament.
Cupro-tehluri	0,3 a 0,7 % Te		31	26	80	1,76 a 1,8	3,7	Paraments.
Llautó UZ-36	36 % Zn	Recuit Endurit	31 42	9 13	50 80	6 6	1 1	Llautó comercial corrent, paraments.
Llautó UZ-40	40 % Zn	Recuit Endurit	32 44	11 22	70 100	6,2 6,2	1 1	Peces mecàniques, paraments.
Bronze	7 a 10 % Sn 1 a 4 % Zn	Fosa	22		68	12 a 15		Bronze comercial per a peces que s'obtenen mitjançant fosa.
	10,5 a 12,5 Sn 0 a 2 % Zn	Fosa	23		80			Bronze per a coixinets.
	7 % Sn + P	Endurit	80 a 100			5 a 6		Fils per a mobles.
Bronze d'alumini	10 % Al 4 % Fe	Fosa	55	23	155			Coixinets i engranatges.
	6 % Al	Laminat	60	40	130			Coixinets i engranatges.
Maillechort	17 % Zn 18 a 26 % de Ni	Endurit	52	44	140	30 a 50	0,25	Resistències, molles de contactes.
Constantà	45 % Ni		32	30		49	0	Resistències per a reòstats, aparells de mesura.

R- Resistència de tracció (daN/mm²)
RE - Límit elàstic (daN/mm²)
HB- Duresa (nombre de Brinell)
Resistència d'un cos a ser ratllat per un altre
X - Coeficient de temperatura (1/°C)
ρ - Reistivitat (Ω·mm²/m)

L'alumini i els seus aliatges

	Símbol	Nom comercial	Composició	Estat	R	Re	HB	$\epsilon \times 10^{-2}$	Aplicacions
Alumini	A9		99,9 % de Al	Recuit Endurit	5,5 a 7 12 a 15	2 a 4 8 a 10	15 30	2,6 2,6	Reflectors, condensadors...
	A5iL		99,5 % de Al	Recuit Endurit	7 a 9 15 a 19	2 a 4 14 a 16	15 45	2,78 2,83	Cables, barres de connexió, bobines, gàbia d'esquirol.
Sense tractament tèrmic	A.S13	Alpax	Si: 12 a 13,7 %	Diverses foses	13-17 14-18	6-8 7-8	50-55 55-60	4	Peces de fosa.
	A.G3T		Mg: 2,5 a 3,5 % Ti: <0,2 %		12-16 14-18	5-6 5-6	50 60	6	Automòbils, electrodomèstics, construcció.
	A.G6	Alumag	Mg: 5 a 7 %		12-16 14-18	8-10 9-11	60 65	8	Indústria naval, etc.
Amb tractament tèrmic	A.U5GT	Allietge APM	Cu: 4,2 a 5 % Mg: 0,15 a 0,35 % Ti: <0,3 %		23-30 25-33	18 20	85 85	6	Peces de gran resistència, automòbils, aviació, paraments.
	A.S10G	Alpax H	Si: 9 a 10 % Mg: 0,25 a 0,50 %		18-24 20-26	13-18 16-19	80 85	4	Automòbils i aviació.
	A.S12UN	Centrasil	Si: 11,5 a 13 % Cu: 0,5 a 1,5 % Ni: 0,5 a 1,5 %		14-18	13-15	95	6	Pistons de motors.
Sense tractament tèrmic	A.G1	Alunox	Mg: 0,8 a 1,7 %	Recuit Endurit	12 20	5 18	25-35 50-60	4,1	Barres de connexió, electrodomèstics, panells.
	A.G3	Duralinox H3	Mg: 2,5 a 3,7 %	Recuit Endurit	20 28	8 25	45-55 65-75	5,5	Fusteria metàl·lica, carrosseries, cisternes i dipòsits de transport.
	A.G5	Duralinox H5	Mg: 4,5 a 8,5 %	Recuit Endurit	30 38	13 34	65-75 90-110	6,5	Estructures de camió, vagons de ferrocarril, dipòsits.
Amb tractament tèrmic	A.SG	Almasilium	Si: 0,8 a 1,5 % Mg: 0,7 a 1,5 %	Recuit Temperat	10 29	5 26	25-30 85-95	3 a 4	Alimentació, embalatges, bidons.
	A.GS/L	Almélec	Mg: 0,6 a 0,8 % Si: 0,5 a 0,7 %	Especial	33	24	90-100	3,2	Cables de línies aèries, barres de connexió.
	A.U4G	Duralumini	Cu: 3,5 a 4,5 % Mg: 0,5 a 1 %	Recuit Temperat	18 40	10 27	55-60 100-110	3,3 5	Aviació, automòbils, aixetes, etc.
	A.28GU		Zn: 6 a 8,5 % Mg: 1,7 a 3 % Cu: 1,2 a 2,5 %	Temperat	52	45	150-160	6	Aviació, armament.

R- Resistència de tracció (daN/mm²)
RE - Límit elàstic (daN/mm²)
HB- Duresa (nombre de Brinell)
Resistència d'un cos a ser ratllat per un altre
X - Coeficient de temperatura (1/°C)
ρ - Reistivitat (Ω·mm²/m)

Resistivitats de diferents materials

Material t° = 20 °C	Resistivitat (ρ) (Ω · mm ² /m)	Conductivitat (σ) (m/Ω · mm ²)	Temperatura de fusió °C
Argent (Ag)			
Coure (Cu)			
Or (Au)			
Alumini (Al)			
Ferro (Fe)			
Platí (Pt)			
Estany (Sn)			
Plom (Pb)			
Tungstè (W)			
Mercuri (Hg)			

Resistència d'un conductor

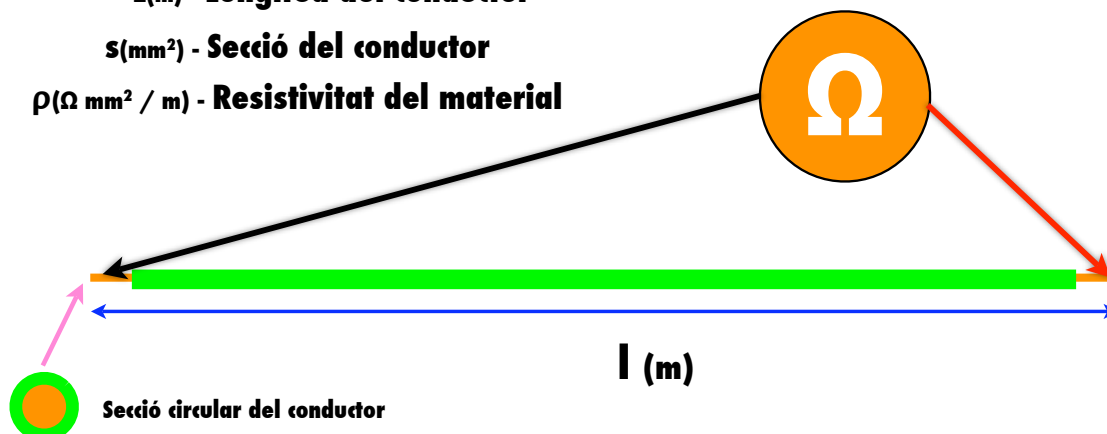
$$R_{(\Omega)} = \rho_{(\Omega \text{ mm}^2/\text{m})} \cdot \frac{L_{(\text{m})}}{S_{(\text{mm}^2)}}$$

R(Ω) - Resistència del conductor

L(m) - Longitud del conductor

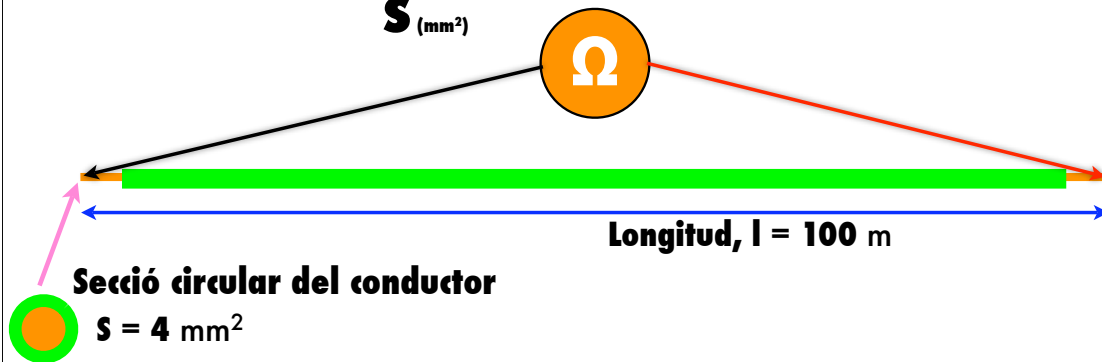
s(mm²) - Secció del conductor

ρ(Ω mm² / m) - Resistivitat del material



$$R_{(\Omega)} = \rho_{(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})} \cdot \frac{l_{(\text{m})}}{S_{(\text{mm}^2)}}$$

Material: Coure $\rho = 1/56$ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)



$$R = 1/56(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}) \cdot \frac{100 \text{ m}}{4 \text{ mm}^2} = \frac{100}{56 \cdot 4} = \frac{100}{224} = 0,446 \Omega$$

Calcular la reseistència d'un conductor de coure de 4 mm² de secció i de 100 m de longitud, temperatura 20 °C ?

Fer un esquema amb un Ohmímetre connectat.

$$R = 1/56(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}) \cdot \frac{200 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = \frac{200}{56 \cdot 1,5} = \frac{200}{84} = 2,38 \Omega$$

$$R_{(\Omega)} = \rho_{(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})} \cdot \frac{l_{(\text{m})}}{S_{(\text{mm}^2)}}$$

$\rho = 1/56$ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

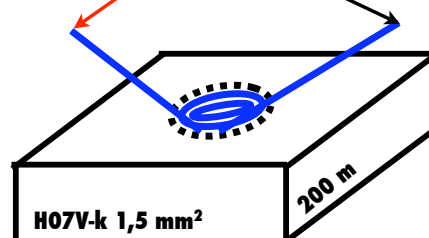
$l = 200 \text{ m}$

$s = 1,5 \text{ mm}^2$

$t^a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$



Calcular la reseistència d'una bobina de cable de coure tipus (H07V-k) de 1,5 mm² de secció i de 200 m de longitud, temperatura 20 °C ?



1- Quan més llarg sigui el cable més resistència tindrà.

2- Quan més secció té el cable, meys resistència...

3- Amb les mateixes condicions el Coure dona més bons resultats que l'alumini

4- Al augmentar la temperatura, pujarà la resistència del cable.

Resistivitat d'alguns metalls a 20 °C

Metalls		Resistivitat $\mu \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$ o $\times 10^{-2}$ en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	Densitat relativa	Temperatura de fusió (°C)
Plata	Ag	1,59	10,5	960
Coure	Cu	1,72	8,9	1 083
Or	Au	2,04	19,3	1 063
Alumini	Al	2,63	2,7	660
Berili	Be	4	1,85	1 315
Magnesi	Mg	4,5	1,74	651
Tungstè	W	5,5	19,3	3 410
Cobalt	Co	5,7	8,9	1 493
Molibdè	Mo	5,8	10,2	2 620
Zinc	Zn	5,8	7,15	419
Cadmi	Cd	6,8	8,65	320
Niquel	Ni	6,8	8,9	1 455
Ferro	Fe	10	7,8	1 530
Platí	Pt	10,6	21,5	1 773
Estany	Sn	11,5	7,3	232
Crom	Cr	13	7,2	1 800
Plom	Pb	22	11,3	327
Vanadi	Va	24,8	5,7	1 700
Titani	Ti	47,8	4,5	1 670
Mercuri	Hg	95,8	13,6	-39
Manganès	Mn	185	7,44	1 245

La conductivitat (σ)

Facilitat que presenta al pas del corrent elèctric per un conductor un material, amb unes condicions donades per unitat de longitud i secció

La conductivitat és la inversa de la resistivitat, la utilitzem perquè els valors són més fàcils de recordar: 56 pel coure i 36 per l'alumini

$$\rho = 1 / \sigma$$

Utilitzem la lletra grega "sigma" - σ

$$\sigma = 1 / \rho_{(\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})}$$

$$\sigma \text{ (m / } \Omega \cdot \text{mm}^2)$$

$$\sigma_{\text{Cu } 20^\circ} = 56 \text{ (m/}\Omega \cdot \text{mm}^2)$$

$$\sigma_{\text{Al } 20^\circ} = 36 \text{ (m/}\Omega \cdot \text{mm}^2)$$

Resistència d'un conductor

$$R_{(\Omega)} = \rho_{(\Omega \text{ mm}^2 / \text{m})} \cdot \frac{l_{(\text{m})}}{S_{(\text{mm}^2)}} = \frac{l_{(\text{m})}}{\sigma_{(\text{m} / \Omega \text{ mm}^2)} \cdot S_{(\text{mm}^2)}}$$

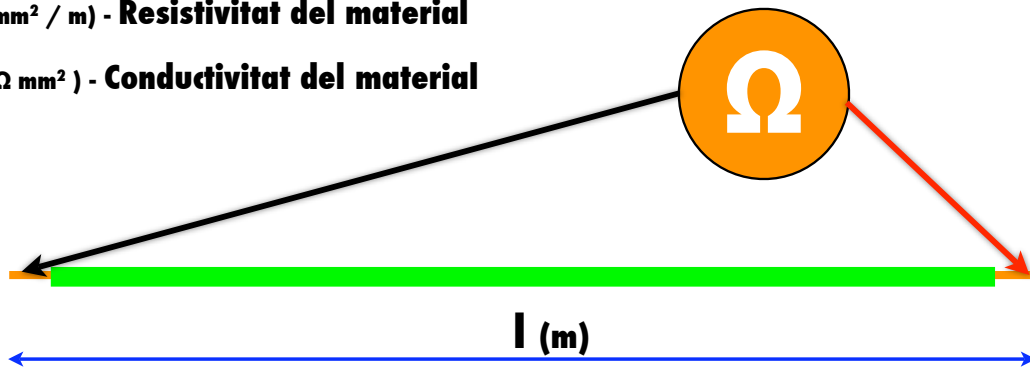
$R_{(\Omega)}$ - Resistència del conductor

$l_{(\text{m})}$ - Longitud del conductor

$s_{(\text{mm}^2)}$ - Secció del conductor

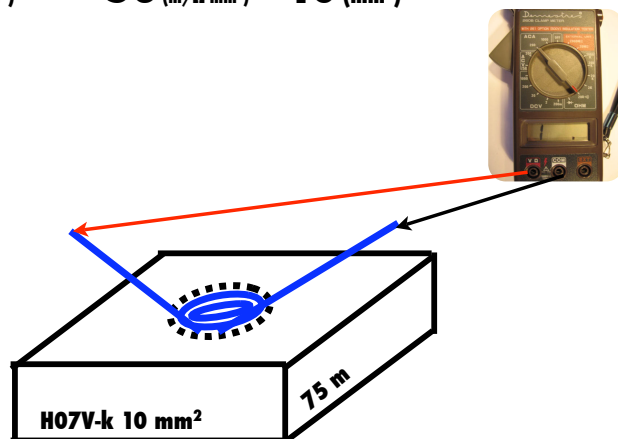
$\rho_{(\Omega \text{ mm}^2 / \text{m})}$ - Resistivitat del material

$\sigma_{(\text{m} / \Omega \text{ mm}^2)}$ - Conductivitat del material

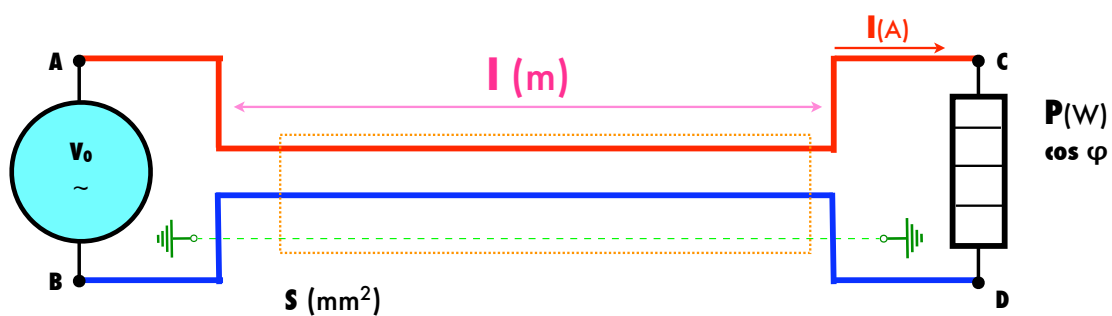


Calcular la resistència d'un cable de coure tipus (H07V-k) de 10 mm² de secció i de 75 m de longitud, temperatura 20 °C .

$$R_{(\Omega)} = \frac{l_{(\text{m})}}{\sigma_{(\text{m} / \Omega \text{ mm}^2)} \cdot S_{(\text{mm}^2)}} = \frac{75_{(\text{m})}}{56_{(\text{m} / \Omega \text{ mm}^2)} \cdot 10_{(\text{mm}^2)}} = 0,133 \Omega$$



Caiguda de tensió

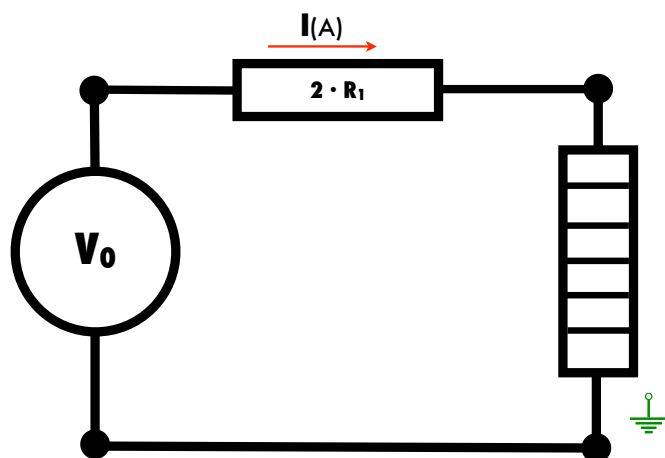


13

Jordi Fite IES BIRDA

$$\text{c.d.t. (V)} = V_0(\text{V}) - V_f(\text{V})$$

$$R_1 = 2 \cdot \left[I(\text{m}) / \sigma \cdot S(\text{mm}^2) \right]$$



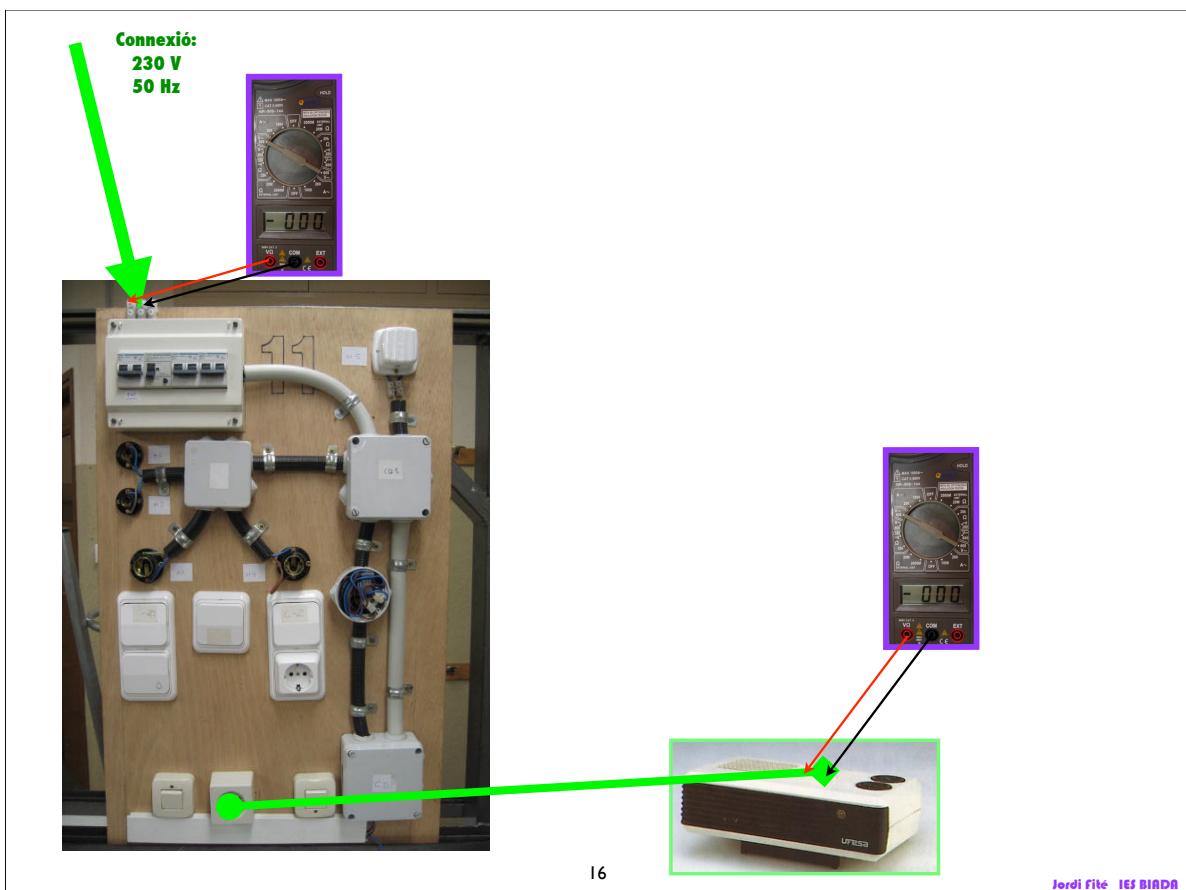
14

Jordi Fite IES BIRDA

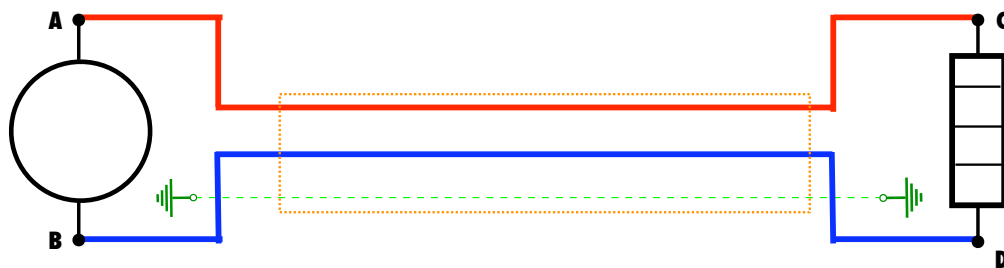
$$\text{c.d.t. (V)} = V_0(V) - V_f(V)$$

$$\text{c.d.t. (V)} = \underline{2 \cdot I(m)} \cdot \cos \varphi \cdot \sigma_{(m/\Omega \cdot \text{mm}^2)}$$

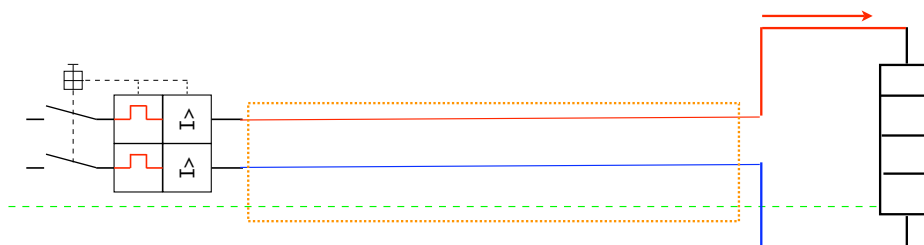
$$\text{c.d.t. (V)} = \underline{2 \cdot \rho(\Omega \cdot \text{mm}^2/m)} \cdot I(A) \cdot \cos \varphi$$



Exemple 1



Exemple 2



La mateixa formula en funció de la potència

$$\text{c.d.t. (V)} = V_o(V) - V_f(V)$$

$$\text{c.d.t. (V)} = \frac{2 \cdot I(m) \cdot I(A) \cdot \cos \varphi}{\sigma_{(m/\Omega \cdot mm^2)} \cdot S(mm^2)}$$

$$\text{c.d.t. (V)} = \frac{2 \cdot I(m)}{\sigma_{(m/\Omega \cdot mm^2)} \cdot S(mm^2)}$$

La mateixa formula en funció de la potència

$$\text{c.d.t. (V)} = V_o(V) - V_f(V)$$

$$\text{c.d.t. (V)} = \frac{2 \cdot \rho_{(\Omega \cdot mm^2/m)} \cdot I(m) \cdot I(A) \cdot \cos \varphi}{S(mm^2)}$$

$$\text{c.d.t. (V)} = \frac{2 \cdot \rho_{(\Omega \cdot mm^2/m)} \cdot I(m)}{S(mm^2)}$$