

# CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

El cálculo de líneas consiste en determinar la sección mínima normalizada que satisface las siguientes condiciones:

- a) **Capacidad térmica:** Intensidad máxima admisible. Viene determinada en tablas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Con esta intensidad se garantiza que el conductor no sobrepasará nunca la temperatura máxima admisible para el aislante:

<b>Temperatura máxima admisible</b>	
Aislante termoplástico	Aislante termoestable
70 °C	90 °C

Aislante termoplástico	Policloruro de vinilo (PVC) y Poliolefinas (Polietileno)
Aislante termoestable	Polietileno reticulado (XLPE) y Etileno-Propileno (EPR)

Estas intensidades están consideradas a partir de una determinada temperatura ambiente:

Instalaciones interiores:	40 °C
Líneas subterráneas:	25 °C

- b) **Caída de tensión:** Al circular la corriente por los conductores ocasiona una pérdida de potencia y una caída de tensión. Esta caída de tensión no debe ser superior a los límites que marca el REBT para cada tipo de instalación. Este criterio es determinante cuando las líneas son largas.

<b>Tensiones normalizadas</b>	
C.A. Monofásica	230 V
C.A. Trifásica	400 V

<b>C.D.T. máxima permitida (REBT)</b>	
Línea general de alimentación	0,5%
Derivación individual (un solo usuario)	1,5%
Derivación individual (varios usuarios)	1%
Circuito interior de vivienda	3%
Circuito de alumbrado (no vivienda)	3%
Circuito de fuerza (no vivienda)	5%

# CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS









- c) **Intensidad de cortocircuito:** Temperatura que puede alcanzar el conductor como consecuencia de un cortocircuito, en menos de 5 segundos.

Temperatura de cortocircuito (En menos de 5 segundos)	
Aislante termoplástico	Aislante termoestable
160 °C	250 °C

Este criterio sólo se tiene en cuenta en alta y media tensión.

## INTENSIDADES ADMISIBLES A 40 °C

ITC-BT-19

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>3)</sup>					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre <sup>4)</sup> Distancia a la pared no inferior a 0,3D <sup>5)</sup>						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>							3x PVC			3x XLPE o EPR		
G		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>									3x PVC		3x XLPE o EPR	
			mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cobre</b>			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
185				268	297	317	354	386	415	464	601			
240				315	350	374	419	455	490	552	711			
300				360	404	423	484	524	565	640	821			

- 2) Incluyendo canaletas y conductores no circulares.  
 3) O también en bandeja no perforada.  
 4) O también en bandeja perforada  
 5) La letra **D** es el diámetro del cable.

# CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

## Cálculo de la sección por C.D.T.

Caída de tensión en las líneas viene determinada por:  $e = R_L \cdot I$

Resistencia de una línea de dos conductores:  $R_L = \frac{2 \cdot \rho \cdot L}{S}$

Sección por C.D.T. 
$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{e}$$

### **Resistividad:**

	$\rho_t = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$		
	20 °C	70 °C	90 °C
Cobre	0,018 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	0,0215 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	0,0229 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Aluminio	0,029 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	0,0348 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	0,0372 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

<b>Coefficiente de temperatura</b>	
Cobre:	$\alpha = 0,00392$
Aluminio:	$\alpha = 0,00403$

El cálculo se hará en principio utilizando la resistividad de las condiciones más desfavorables: a 70 °C para los aislantes termoplásticos o a 90 °C para los termoestables.

### Replanteo de sección:

Si se cree en la posibilidad de que una sección menor podría servir, se replanteará el cálculo para una temperatura de cable menor. *Por ejemplo cuando la intensidad admisible es muy superior a la intensidad real del conductor, o cuando la sección calculada es ligeramente superior a una de las normalizadas.*

a) Buscar la intensidad admisible de la sección inferior ( $I_{ADM}$ )

b) Determinar la nueva temperatura previsible:  $t = t_o + (t_{\max} - t_o) \cdot \left( \frac{I}{I_{ADM}} \right)^2$

$t_o$  = Temperatura ambiente (40 °C ó 25 °C)

$t_{\max}$  = Temperatura máxima del conductor (70 °C ó 90 °C)

$I$  = Intensidad real del circuito.

$I_{ADM}$  = Intensidad admisible de la nueva sección de replanteo.

c) Calcular la nueva resistividad:  $\rho_t = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$

d) Calcular la nueva sección:  $S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{e}$

# CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

## EJEMPLO 1:

### DESCRIPCIÓN:

Tipo de instalación:..... Interior  
Longitud..... L = 80 m  
Metal del conductor: ..... Cobre  
Número y tipo de conductores..... Un bipolar  
Tipo de aislante ..... Poliolefina  
Forma de instalación ..... Bajo tubo  
Tensión..... 230 V  
Potencia..... 5 kW  
Caída de tensión ..... 5%

### CÁLCULOS:

Tipo de línea: (Tabla REBT) ..... B2 (Un bipolar, B. tubo) (2x PVC) **(4)**  
Temperatura máxima del conductor ..... 70 °C (Poliolefina o PVC)  
Resistividad .....  $\rho = 0,0215 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  (Cobre, 70°)

Intensidad .....  $I = \frac{P}{U} = \frac{5000}{230} = 21,7\text{A}$

Caída de tensión .....  $e = \frac{5 \cdot 230}{100} = 11,5\text{V}$

Sección por c.d.t. ....  $S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{e} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 80 \cdot 21,7}{11,5} = 6,5\text{mm}^2$

Sección por capacidad térmica (tabla) ..... (B2, 2x PVC) **Columna 4**

$S = 10 \text{ mm}^2 > 6,5 \text{ mm}^2$ ..... $I_{ADM} = 44 \text{ A} > 21,7 \text{ A}$
--

### REPLANTEO:

Nueva sección .....  $6 \text{ mm}^2$  .....  $I_{ADM} = 32 \text{ A} > 21,7 \text{ A}$

Temperatura previsible .....  $t = 40 + (70 - 40) \cdot \left(\frac{21,7}{32}\right)^2 = 53,4^\circ \text{C}$

Resistividad .....  $\rho_t = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (53,4 - 20)] = 0,0204 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

Sección por c.d.t. ....  $S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{e} = \frac{2 \cdot 0,0204 \cdot 80 \cdot 21,7}{11,5} = 6,2\text{mm}^2$

Conclusión..... **NO VALE**  $S = 6,2 \text{ mm}^2 > 6 \text{ mm}^2$

### SOLUCIÓN:

$S = 10 \text{ mm}^2 > 6,2 \text{ mm}^2$ ..... $I_{ADM} = 44 \text{ A} > 21,7 \text{ A}$
--

# CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

## EJEMPLO 2:

### DESCRIPCIÓN:

Tipo de instalación:..... Interior  
Longitud..... L = 120 m  
Metal del conductor: ..... Cobre  
Número y tipo de conductores..... Un bipolar  
Tipo de aislante ..... Poliolefina  
Forma de instalación ..... Al aire, muy separado de la pared.  
Tensión..... 230 V  
Potencia..... 5 kW  
Caída de tensión ..... 3%

### CÁLCULOS:

Tipo de línea: (Tabla REBT) ..... E (Un bipolar, Al aire) (2x PVC) **(8)**  
Temperatura máxima del conductor ..... 70 °C (Poliolefina o PVC)  
Resistividad .....  $\rho = 0,0215 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  (Cobre, 70°)

$$\text{Intensidad} \dots\dots\dots I = \frac{P}{U} = \frac{5000}{230} = 21,7\text{A}$$

$$\text{Caída de tensión} \dots\dots\dots e = \frac{3 \cdot 230}{100} = 6,9\text{V}$$

$$\text{Sección por c.d.t.} \dots\dots\dots S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{e} = \frac{2 \cdot 0,0215 \cdot 120 \cdot 21,7}{6,9} = 17,3\text{mm}^2$$

Sección por capacidad térmica (tabla) ..... (E, 2x PVC) **Columna 8**

$S = 25 \text{ mm}^2 > 17,3 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots I_{ADM} = 106 \text{ A} > 21,7 \text{ A}$
--

### REPLANTEO:

Nueva sección .....  $16 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots I_{ADM} = 80 \text{ A} > 21,7 \text{ A}$

$$\text{Temperatura previsible} \dots\dots\dots t = 40 + (70 - 40) \cdot \left(\frac{21,7}{80}\right)^2 = 42,2^\circ \text{C}$$

$$\text{Resistividad} \dots\dots\dots \rho_t = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,2 - 20)] = 0,0196 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Sección por c.d.t.} \dots\dots\dots S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{e} = \frac{2 \cdot 0,0196 \cdot 120 \cdot 21,7}{11,5} = 14,8\text{mm}^2$$

Conclusión..... **SI VALE**  $S = 16 \text{ mm}^2 > 14,8 \text{ mm}^2$

### SOLUCIÓN:

$S = 16 \text{ mm}^2 > 14,8 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots I_{ADM} = 80 \text{ A} > 21,7 \text{ A}$
---

*El siguiente replanteo, para  $S = 10 \text{ mm}^2$ , no vale, porque debería salir una sección menor o igual a  $10 \text{ mm}^2$ . ( $t^a = 43,9^\circ \text{C}$ ,  $\rho = 0,0198$ ,  $S = 14,9 \text{ mm}^2 > 10 \text{ mm}^2$ )*