

Energía y Telecomunicaciones

Tema 4.4. Introducción a las instalaciones de B.T. (III) Material complementario



Alberto Arroyo Gutiérrez
Mario Mañana Canteli
Raquel Martínez Torre
Jesús Mirapeix Serrano
Cándido Capellán Villacián

Departamento de Ingeniería Eléctrica
y Energética

Este tema se publica bajo Licencia:
[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Criterios de dimensionamiento de conductores de energía

Criterios generales

Criterios para determinar la sección adecuada que debe tener un conductor que alimenta a un receptor o grupo de receptores.



Caída de tensión (S_{CT}).

Intensidad máxima admisible (S_i).

Intensidad de cortocircuito.

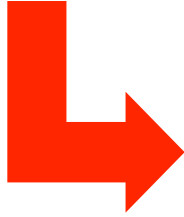
Resistencia mecánica.

Criterio térmico

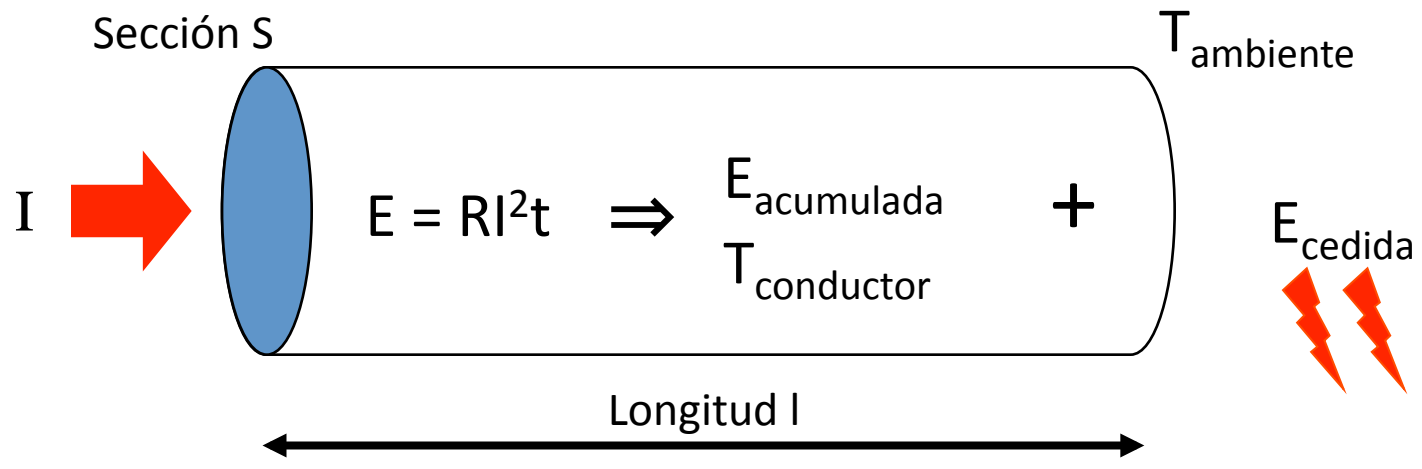
Material conductor (Cu Al).
Sección [mm²].
Material aislante.

Resistencia del
conductor

$$R = \rho \frac{l}{S}$$



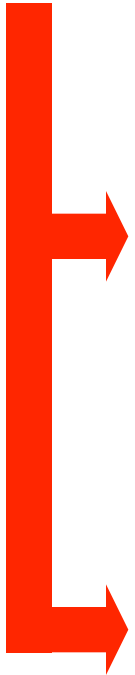
- Aislamiento termoplástico. (Ej.: PVC): 70°C.
- Aislamiento termoestable. (Ej.: XLPE, EPR): 90°C.



Cuadro 3.13: Valores típicos de resistividad (ρ), coeficiente de temperatura (α), punto de fusión ($^{\circ}C$) y densidad (δ) de diversos materiales y aleaciones.

Material	Resistividad ρ a $20^{\circ}C$ [$\Omega \cdot mm^2/m$]	Coficiente de temperatura α [$^{\circ}C^{-1}$]	Punto de fusión aproximado [$^{\circ}C$]	Densidad δ [kg/dm^3]
Cobre electrolítico	0,01754	0,00393	1083	8,97
Cobre recocido patrón	0,0195	0,00393	1083	8,97
Cobre recocido industrial	0,0207	0,00393	1083	8,97
Aluminio puro	0,0261	0,00446	660	2,7
Aluminio recocido	0,028	0,00446	660	2,7
Oro recocido	0,0233	0,0034	1063	19,3
Oro martillado	0,0236	0,0034	1063	19,3
Plata recocida	0,0146	0,0038	960	10,5
Plata martillada	0,0159	0,0038	960	10,5
Almelec	0,0325	0,00360		2,7

Tipo de instalación



Enterrada	0,6/1 kV	UNE 20435-2	ITC-BT-06
Distribución BT			ITC-BT-07
Acometidas			
LGA			
DI	0,6/1 kV	UNE 20460-5-523	ITC-BT-19
Interiores			

Criterio térmico (II)

Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Criterio térmico (II)

Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N
	Σ	$P_T \quad Q_T$

Criterio térmico (II)

Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Σ	P_T	Q_T
----------	-------	-------



S_T

Criterio térmico (II)

Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

$$\Sigma \quad P_T \quad Q_T$$



S_T



Criterio térmico (II)

Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Σ P_T Q_T



S_T



I_T

Criterio térmico (II)

Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Consideraciones

$$\Sigma \quad P_T \quad Q_T$$



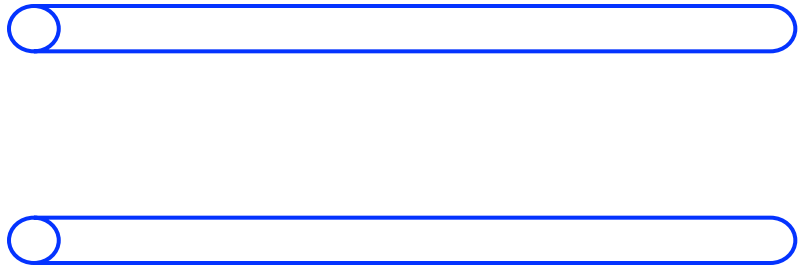
$$S_T$$



$$I_T$$

Criterio térmico (II)

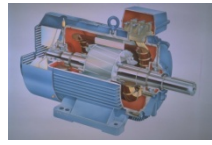
Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Consideraciones

Σ	P_T	Q_T
----------	-------	-------



Motores

$$F_a \cdot P_N$$

1,25



S_T



I_T

Criterio térmico (II)

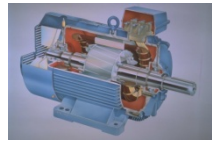
Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Consideraciones

Σ P_T Q_T



Motores

$F_a \cdot P_N$

1,25



S_T



Lámparas de descarga

$F_a \cdot P_N$

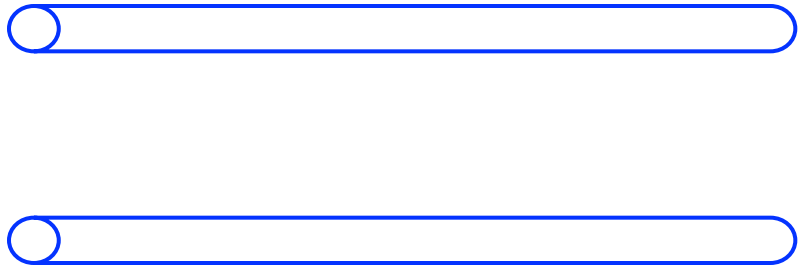
1,8.FP



I_T

Criterio térmico (II)

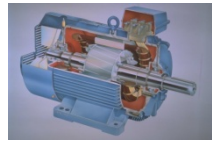
Potencia de cálculo



Receptor 1	P_1	Q_1
Receptor 2	P_2	Q_2
...		
Receptor N	P_N	Q_N

Consideraciones

Σ P_T Q_T



Motores

$F_a \cdot P_N$

1,25



S_T



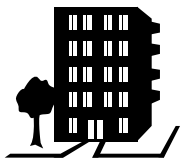
Lámparas de descarga

$F_a \cdot P_N$

1,8.FP



I_T



Viviendas

$F_s \cdot P_N$

Coef. simultaneidad

Cálculo de la intensidad

- Alimentación monofásica:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cos \varphi}$$

- Alimentación trifásica:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} V_L \cos \varphi}$$

Datos de partida

- Tipo de local o emplazamiento y características de uso.
- Consultar al distribuidor sobre la caída de tensión máxima de la acometida.
- Instalación de contadores y número de usuarios.
- Previsión de carga.
- Tensión de alimentación y tipo de suministro.
- Tipo de conductor (Cu o Al).
- Longitud del circuito (l).
- Factor de potencia de la instalación.
- Sistema de instalación (canalización, bandeja, al aire,...).
- Tipo de cable.
- Condiciones de la instalación (T^a , agrupamiento de circuitos,...).

Datos de partida (II)

- **Selección preliminar de la sección:**

- Acometida.

- * Aérea: 10 mm² (Cu), 16 mm² (Al) ITC-BT-06.

- * Subterránea: 6 mm² (Cu), 16 mm² (Al) ITC-BT-07.

- Línea general de alimentación: 10 mm² (Cu), 16 mm² (Al) ITC-BT-19.

- Derivaciones individuales: 6 mm² (Cu).

Selección sistema instalación

- **Acometida:**

- Aérea posada sobre fachada.
- Aérea tensada sobre poste.
- Subterránea.
- Aero-subterránea.

- **Línea general de alimentación y derivación individual:**

- Tubos empotrados.
- Tubos enterrados.
- Tubos en montaje superficial.
- Canales protectoras cuya tapa se abre con ayuda de útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas (UNE-EN 60439-2).
- Conductos cerrados de obra de fábrica.

Selección tipo de cable

- **Acometidas:**
 - Cables unipolares o multiconductor, aislados con una tensión asignada de 0,6/1 kV (Cu, Al); por ejemplo, RV-K.

- **Línea general de alimentación:**
 - Cables unipolares, aislados con una tensión asignada de 0,6/1 kV (Cu, Al).

- **Derivación individual:**
 - Preferentemente cables unipolares, aislados con una tensión asignada de 450/750 V (Cu, Al)

Tabla 52-C20
Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C
Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

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 ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ 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 ³⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0,3 D ⁵⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		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	143	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	
Aluminio		2,5	11,5	12	13,5	14	16	17,5	-	20	22	25	-
		4	15	16	18,5	19	22	24	-	25	29	35	-
		6	20	21	24	25	28	30	-	35	38	45	-
		10	27	28	32	34	38	42	-	47	53	61	-
		16	36	38	42	46	51	56	-	65	70	83	-
		25	46	50	54	61	64	71	73	82	88	94	126
		35		61	67	75	78	88	92	102	109	117	157
		50		73	80	90	96	106	110	124	133	145	191
		70				116	122	136	144	158	170	187	247
		95				140	148	167	177	192	207	230	302
		120				162	171	193	206	223	239	269	352
		150				187	197	223	238	258	277	312	406
		185				212	225	236	274	294	316	359	469
		240				248	265	300	326	348	372	429	556
	300				285	305	347	378	400	429	498	644	

Factor de corrección por T^a ambiente

Temperatura ambiente (°C)	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral	
			Cubierta de PVC o desnudo accesible 70 °C	Desnudo inaccesible 105 °C
10	1,40	1,26	1,48	1,24
15	1,34	1,23	1,41	1,21
20	1,29	1,19	1,34	1,16
25	1,22	1,14	1,26	1,13
30	1,15	1,10	1,18	1,09
35	1,08	1,05	1,09	1,04
40	1,00	1,00	1,00	1,00
45	0,91	0,96	0,89	0,96
50	0,82	0,90	0,79	0,91
55	0,70	0,83	0,67	0,87
60	0,57	0,78	0,53	0,81
65		0,71		0,76
70		0,64		0,71
75		0,55		0,65
80		0,45		0,59
85				0,51
90				0,43
95				0,35

Otros factores de corrección

Nombre	Descripción	Valor	ITC-BT
Fa	Factor de arranque. Considera la demanda adicional de intensidad de ciertos receptores durante la conexión NOTA: Se aplica sobre la $I_{demandada}$ por la carga.	Motores. $Fa=1,25$ Lámparas de descarga $Fa=1,8.FP$	44, 47 y 48
Fs	Factor de simultaneidad. Considera que cuando existen varios receptores alimentados por el mismo conductor, no todos funcionan simultáneamente. NOTA: Se aplica sobre la $I_{demandada}$ por la carga.	Industrias. Valor empírico Viviendas. Según el grado de electrificación	19 10
Fex	Factor de tipo de local. Se considera únicamente cuando la instalación discurre por locales con riesgo de incendio o explosión.	$Fex=0,85$	29

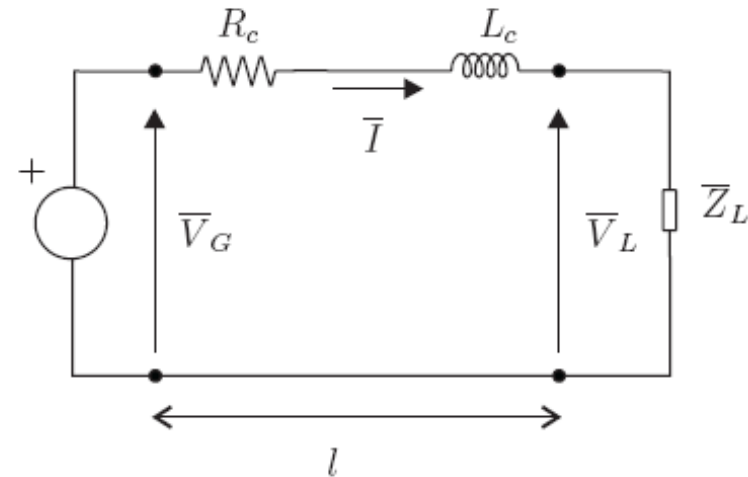


Figura 3.2: Circuito eléctrico equivalente para el estudio de la caída de tensión en un cable que alimenta una carga monofásica.

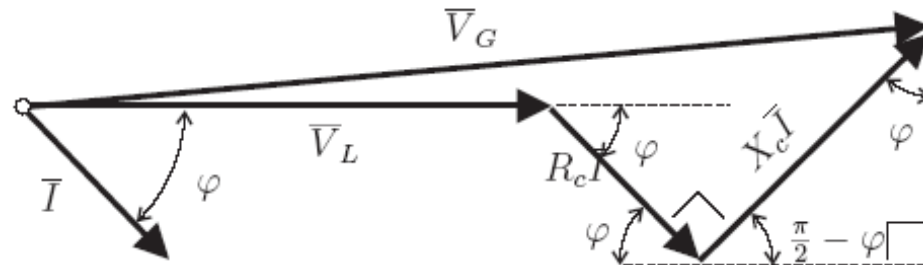


Figura 3.3: Diagrama fasorial para el estudio de la caída de tensión en un circuito monofásico con FP inductivo.

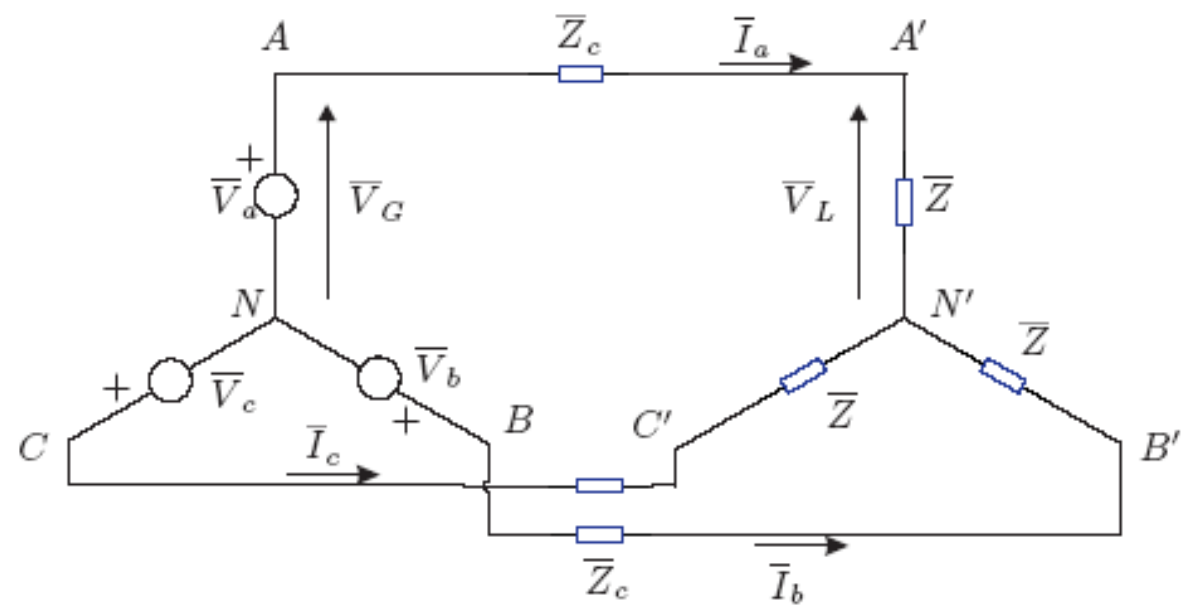


Figura 3.4: Circuito trifásico para el estudio de la caída de tensión en los conductores.

Cuadro 3.14: Límites de caídas de tensión reglamentarios.

Parte de la instalación	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro	$e = \Delta U_{III}$	$e = \Delta U_I$
Línea general de alimentación (LGA)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	–	–
	Contadores totalmente concentrados	0,5 %	2 V	–
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0 %	4 V	–
Derivación individual (DI)	Suministros de un único usuario	1,5 %	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0 %	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5 %	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3 %	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3 %	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	3 %	20 V	11,5 V

Cuadro 3.15: Valor aproximado de reactancia inductiva de un conductor en función de su sección.

Sección (mm^2)	Reactancia inductiva X [Ω]
≤ 120	0
150	0, 15R
185	0, 20R
240	0, 25R

Cuadro 3.12: Valores de sección normalizados.

Valores de sección normalizados (mm^2)
0,5 0,75 1,00 1,50 2,50 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300 400 500