

Table of Contents

1 Sistemas de potencia de CA monofásica.....2

2 Soluciones.....7

1 Sistemas de potencia de CA monofásica

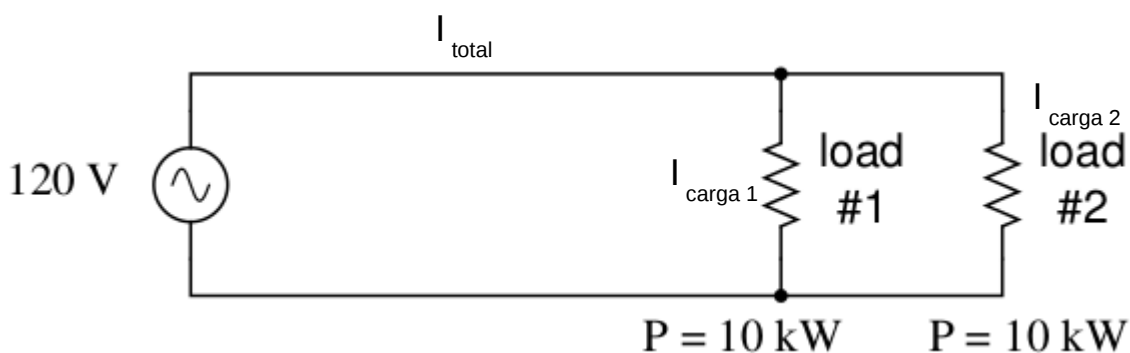


La imagen superior muestra un circuito sencillo. Si la disipación de potencia en las resistencias de carga fuera considerable, se llamaría "circuito de potencia" o "sistema de potencia". La distinción entre "sistema de potencia" y "circuito normal" puede parecer absurda, pero en la práctica no lo es.

En la práctica se debe considerar la sección, el peso y el coste del cableado necesario para suministrar energía desde la fuente de CA hasta la carga. En circuitos de reducida potencia no se considera este tipo de cuestiones.

Sin embargo, en instalaciones reales pueden ser cuestiones importantes. Para determinar el cableado de una instalación es necesario conocer la tensión y la corriente de la carga, ya que los cables conductores serán los que tengan que transmitir la potencia eléctrica entre fuente y carga.

Observese el siguiente ejemplo.



$$I = \frac{P}{E} = \frac{10 \text{ kW}}{120 \text{ V}} = 83,3 \text{ A} \quad (\text{en cada carga}) \rightarrow I_{\text{total}} = 166,6 \text{ A}$$

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N.º 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 ³⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ³⁾ 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 ²⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ²⁾ . 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
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		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

1) A partir de 25 mm² de sección.

2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.

3) O en bandeja no perforada.

4) O en bandeja perforada.

5) D es el diámetro del cable.

Tipos de aislamiento de los conductores

XLPE polietileno reticulado

PVC policloruro de vinilo

EPR etileno polipropileno

Suponiendo que el cableado de las cargas sea del tipo B – Conductores aislados en tubos en montaje superficial, las secciones necesarias para los conductores serían:

Conductores de $I_{total}=166,6 A \rightarrow 95 mm^2$

Conductores de $I_{carga1}=I_{carga2}=83,3 A \rightarrow 25 mm^2$

Suponiendo una caída de tensión máxima admisible del 3% en el conductor, se puede calcular la resistencia máxima y la longitud máxima del cable conductor.

3% de 120 V = 3,6 V

Conductores de $95 mm^2 \rightarrow I_{total}=166,6 A \rightarrow R_{max}=\frac{3,6V}{166,6 A}=0,0216 \Omega$

$$\rho_{Cu}=1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$$

$$R=\rho \cdot \frac{l}{A} \rightarrow l_{max}=\frac{R_{max} \cdot A}{\rho}=\frac{0,0216 \Omega \cdot 95 mm^2}{1,68 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot mm}=1,22 \cdot 10^5 mm=122 m$$

GAMA: TOPFLEX VK H05/H07VK

TOP-CABLE 131N095. H07V-K 95mm Negro

Cable TOPFLEX VK H05/H07VK 95mm2 negro en Caja. El cable TOPFLEX H05V-K y H07V-K ha sido especialmente diseñado para instalaciones de trazado complejo que requieren un cable flexible. Este cable eléctrico es especialmente adecuado para cableado doméstico. También puede ser usado para cableado de equipos, distribuidores, armarios e iluminación. Adicionalmente, se recomienda el uso de este cable de baja tensión para instalación en falsos techos. Los cables hasta 1 mm2 son especialmente adecuados para señalización y control.

Precio aprox. 14 euros/m (12/2023)

Peso aprox. 100 m $\rightarrow V=A \cdot l=95 mm^2 \cdot 10^5 mm=9,5 \cdot 10^6 mm^3=0,0095 m^3$

$$\rho_{Cu}=8,96 \frac{g}{cm^3}=8,96 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

\rightarrow 100 m de cable de $95 mm^2$ pesan $m=8,96 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,0095 m^3=85,1 kg$

Conductores de $25 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{\text{carga } 1/2} = 83,3 \text{ A} \rightarrow R_{\text{max}} = \frac{3,6 \text{ V}}{83,3 \text{ A}} = 0,0432 \Omega$

$$\rho_{\text{Cu}} = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \rightarrow l_{\text{max}} = \frac{R_{\text{max}} \cdot A}{\rho} = \frac{0,0432 \Omega \cdot 25 \text{ mm}^2}{1,68 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}} = 0,64 \cdot 10^5 \text{ mm} = 64 \text{ m}$$

GAMA: TOPFLEX VK H05/H07VK

TOP-CABLE 131N025.R100 H07V-K 25mm Negro

Cable TOPFLEX VK H05/H07VK 25mm2 negro en Caja. El cable TOPFLEX H05V-K y H07V-K ha sido especialmente diseñado para instalaciones de trazado complejo que requieren un cable flexible. Este cable eléctrico es especialmente adecuado para cableado doméstico. También puede ser usado para cableado de equipos, distribuidores, armarios e iluminación. Adicionalmente, se recomienda el uso de este cable de baja tensión para instalación en falsos techos. Los cables hasta 1 mm2 son especialmente adecuados para señalización y control.

<https://www.clientes.grupoelektra.es/catalogo/producto/144380/1#vermas>

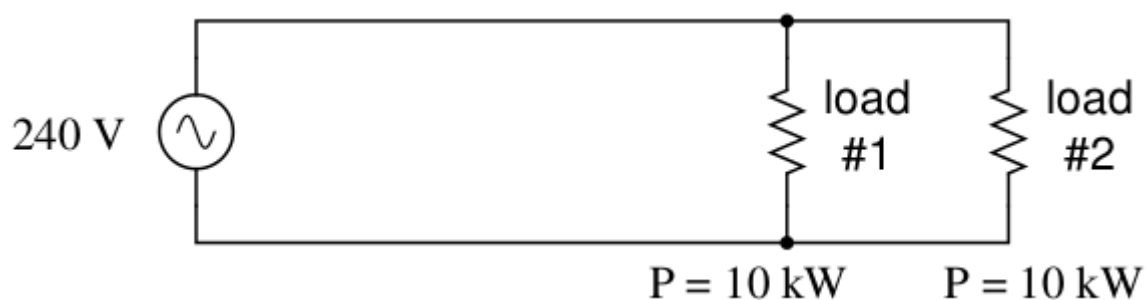
Precio aprox. 4,5 euros/m (12/2023)

Peso aprox. 100 m $\rightarrow V = A \cdot l = 25 \text{ mm}^2 \cdot 10^5 \text{ mm} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 0,0025 \text{ m}^3$

$$\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 8,96 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

\rightarrow 100 m de cable de 25 mm^2 pesan $m = 8,96 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,0025 \text{ m}^3 = 22,4 \text{ kg}$

Convendría minimizar los costes de los conductores al diseñar un sistema eléctrico. Una forma de hacerlo sería aumentar el voltaje de la fuente de alimentación y utilizar cargas diseñadas para disipar 10 kW a un voltaje superior. Los valores de resistencia de las cargas serían mayores para disipar la potencia a una tensión mayor. Al disminuir la corriente, se utilizarían cables de menor sección, más ligeros y baratos que en el ejemplo anterior con una fuente de 120 V.

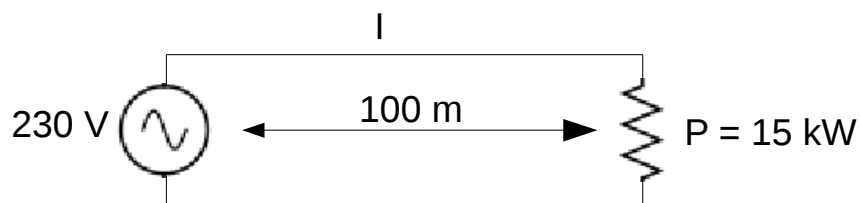


$$I = \frac{P}{E} = \frac{10 \text{ kW}}{240 \text{ V}} = 41,7 \text{ A} \text{ (en cada carga)} \rightarrow I_{\text{total}} = 83,3 \text{ A}$$

Al duplicar la tensión de alimentación a 240 V, se ha reducido la corriente total a la mitad, $83,3\text{ A}$. En este caso, se podrían utilizar cables conductores con una sección de 25 mm^2 para I_{total} . Igualmente se reducirían las secciones para los conductores de $I_{carga 1/2}$. El cableado de la instalación sería mucho más barato y ligero que con 120 V de alimentación. Es por este motivo que el transporte de la electricidad se hace a tensiones muy elevadas (varios miles de voltios).

Para un circuito de potencia con una fuente de alimentación de 230 V y una carga de 15 kW, determina la sección de los conductores según ITC-BT-19 del RBT, estando los conductores aislados en tubos y empotrados en pared aislante.

La caída de tensión máxima permitida en los conductores es del 3% y la distancia entre fuente de alimentación y carga es de 100 m.

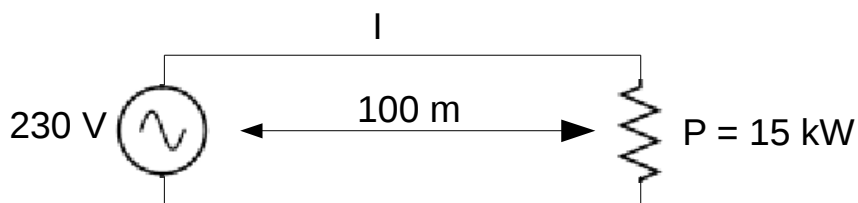


2 Soluciones

Ejercicio 1-1

Para un circuito de potencia con una fuente de alimentación de 230 V y una carga de 15 kW, determina la sección de los conductores según ITC-BT-19 del RBT, estando los conductores aislados en tubos y empotrados en pared aislante.

La caída de tensión máxima permitida en los conductores es del 3% y la distancia entre fuente de alimentación y carga es de 100 m.



$$I = \frac{P}{E} = \frac{15 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 65,2 \text{ A} \rightarrow \text{ITC-BT-19 del RBT} \rightarrow \text{cableado tipo A} \rightarrow 2 \times \text{PVC} \rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión máxima} = 230 \text{ V} \cdot 0,03 = 6,9 \text{ V} \rightarrow R_{\max} = \frac{6,9 \text{ V}}{65,2 \text{ A}} = 0,106 \Omega$$

$$\rho_{\text{Cu}} = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \rightarrow l_{\max} = \frac{R_{\max} \cdot A}{\rho} = \frac{0,106 \Omega \cdot 25 \text{ mm}^2}{1,68 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}} = 1,57 \cdot 10^5 \text{ mm} = 157 \text{ m}$$

Resistencia de los conductores

$$R_{\text{conductores}} = \rho \cdot \frac{l}{A} = \frac{1,68 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ mm}}{25 \text{ mm}^2} = 0,134 \Omega$$

$$R_{\text{conductores}} > R_{\max} \rightarrow \text{la caída de tensión en los conductores supera el 3\% de 230 V}$$

→ se elige la siguiente sección de conductor 35 mm^2

$$R_{\text{conductores}} = \rho \cdot \frac{l}{A} = \frac{1,68 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ mm}}{35 \text{ mm}^2} = 0,096 \Omega$$

$$R_{\text{conductores}} < R_{\max} \rightarrow \text{la caída de tensión en los conductores es inferior al 3\% de 230 V}$$

Estos apuntes son una adaptación de “[Lessons In Electric Circuits – Volume II - AC](#)”, del autor Tony R. Kuphaldt.

Traducción y adaptación Paulino Posada

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor www.DeepL.com/Translator