



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CÁLCULO DEL CIRCUITO QUE ALIMENTA UN MOTOR ELÉCTRICO

Profesores: Martínez Antón, Alicia (almaran@csa.upv.es)
Blanca Giménez, Vicente (vblanca@csa.upv.es)
Castilla Cabanes, Nuria (ncastilla@csa.upv.es)
Tormo Clemente, Inmaculada (intorcle@csa.upv.es)

Departamento: Construcciones Arquitectónicas

Centro: ETS Arquitectura

1.- RESUMEN DE LAS IDEAS CLAVE

En este artículo vamos a explicar cómo se dimensiona el circuito que alimenta cualquier motor eléctrico. Emplearemos fórmulas y tablas que nos permitirán determinar los conductores y tubos adecuados. Al final se propone un ejercicio para poner en práctica lo aprendido.

En el diseño y dimensionado del circuito de un motor se deben tener en cuenta las prescripciones de las Instrucciones ITC-BT-19, 20, 21 y 47 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.- INTRODUCCIÓN

La línea que alimenta un motor eléctrico es un circuito importante dentro del conjunto de la instalación eléctrica de los edificios de viviendas. Los servicios que prestan los motores instalados en el edificio (bomba de agua, ascensor, puerta del garaje, etc...) se consideran indispensables para los ocupantes en muchos casos.

3.- OBJETIVOS

Una vez que leas este artículo serás capaz de:

- Dimensionar el circuito que alimenta cualquier motor eléctrico obteniendo:
Sección de los conductores.
Diámetro del tubo de protección.

4.- DESARROLLO

Antes de comenzar es necesario que leas la siguiente normativa básica:

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (REBT). Concretamente las siguientes Instrucciones Técnicas Complementarias:
 - ITC-BT-19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
 - ITC-BT-20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
 - ITC-BT-21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
 - ITC-BT-47: Motores.

Dimensionado

El dimensionado se realiza a partir de:

- Potencia prevista del motor.
- Coeficientes para el cálculo de la intensidad.
- Intensidad admisible de los conductores.
- Caída de tensión.

Además, se tendrá en cuenta que:

- Se trata de un circuito trifásico.
- Los conductores activos serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores.
- La caída de tensión máxima permitida será del 5% de la tensión nominal. Esta caída de tensión se calculará para una distancia medida desde el origen del circuito en el cuadro general con los dispositivos de mando y protección hasta el motor.

- La intensidad máxima admisible de los conductores de fase será la fijada en la Tabla A.52-1 BIS¹, que se reproduce más adelante.
- El conductor neutro tendrá una sección igual a la de los conductores de fase.

Ejemplo de dimensionado

Teniendo en cuenta todos los requisitos expuestos vamos a calcular a modo de ejemplo el **motor de una bomba de elevación de agua** de un edificio de viviendas de las siguientes características.

- Potencia de la bomba: 2.500 W.
- Longitud desde el origen del circuito hasta la bomba: 15 m.

1.- Cálculo de la intensidad del circuito.

Teniendo en cuenta que es un línea trifásica, emplearemos la siguiente fórmula ²:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \text{Cos}\varphi}$$

Fórmula 1. Intensidad para una línea trifásica

donde,
 P = 2.500 W (potencia de la bomba).
 U = 400 V.
 Cosφ = 0,90

por tanto,

$$I = \frac{2.500}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 4A$$

Según la instrucción ITC-BT-47 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Por tanto, la intensidad obtenida tendremos que multiplicarla por 1,25, quedando:

$$I = 4A * 1,25 = 5A$$

Esta será nuestra intensidad de cálculo para seleccionar los conductores de fase.

2.- Selección de la sección del conductor de fase empleando la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460 -5-523:2004).

Para utilizar correctamente la tabla seguimos los siguientes pasos:

- Instalación empotrada bajo tubo: método de instalación **B1** (Tabla 52-1B (UNE 20.460 -5-523:2004)).
- Tipo de aislamiento y número de conductores cargados: **PVC3**.

Teniendo en cuenta que la intensidad de la línea calculada es 5 A y que vamos a emplear conductores de cobre, obtenemos un conductor de fase de 1,5 mm², cuya intensidad admisible es de 13,5 A y, por tanto, superior a la intensidad de cálculo (5 A).

Sin embargo, debemos de tener en cuenta que la sección mínima para cualquier circuito de fuerza es de 2,5 mm², por tanto, en este caso, la sección obtenida será de 2,5 mm².

Se muestra a continuación, sobre la Tabla A.52-1 BIS, la secuencia de entrada en la misma.

¹ Tabla de la Norma UNE 20.460 -5-523:2004

² Esta fórmula se puede consultar en el libro "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco. Madrid, A. Madrid Vicente, 2003.

TABLA 52-B1 (UNE 20460-5-523:2004) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 6
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 2	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 7
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 11	Tabla A.52-1 bis columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla A.52-1 bis columna 9	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 12	Tabla A.52-1 bis columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 13	Tabla A.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	---	Ver UNE 20460-5-523	---	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$
 $\rho = K_0 \cdot \rho_{20}$ Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^\circ\text{C} \rightarrow K_0 = 1,20$; $\theta = 90^\circ\text{C} \rightarrow K_0 = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_0 : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

TABLA A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004)

Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A1													
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
B2			PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm²													
Cobre													
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70	-	-	-	140	160	171	185	199	214	224	244	260	
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120	-	-	-	206	225	240	260	280	301	314	340	380	
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
Aluminio													
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-	
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-	
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-	
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-	
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-	
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105	
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130	
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160	
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206	
95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251	
120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293	
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338	
185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388	
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461	

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

3.- Comprobación de la caída de tensión:

Calculamos la caída de tensión que tendrá nuestra línea y comprobaremos que no es superior al 5 % de la tensión nominal.

La fórmula a emplear es ³:

$$\delta = \frac{P}{U} * \rho * \frac{L}{S}$$

Fórmula 2. Caída de tensión en una línea trifásica

Tenemos que tener en cuenta que:

- Vamos a comprobar la sección obtenida de 2,5 mm².
- La conductividad del cobre a 70° es $\rho=1/48 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.
- La longitud del circuito es de 15 m.
- El 5 % de la tensión nominal (400 V) es 20 V.

Sustituyendo en la Fórmula 2 queda,

$$\delta = \frac{2.500}{400} * \frac{1}{48} * \frac{15}{2,5} = 0,78V < 20V \text{ La sección de } 2,5 \text{ mm}^2 \text{ cumple a caída de tensión.}$$

4.- Dimensionado del neutro, del conductor de protección y del tubo de protección:

La sección del neutro será la misma que la de las fases, es decir, 2,5 mm².

Con la siguiente tabla se obtiene el conductor de protección:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _p (mm ²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla 1. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase ⁴

En este caso el conductor de protección es de 2,5 mm².

El tubo de protección se obtiene de la Tabla 2:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en canalizaciones empotradas ⁵

³ Esta fórmula se puede consultar en la Guía Técnica de aplicación del REBT – Anexos. Cálculo de las caídas de tensión

⁴ Tabla de la ITC – 18. Instalaciones de puesta a tierra del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

⁵ Tabla de la ITC – 21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras

En este caso tenemos 5 conductores (3 fases + 1 neutro + 1 protección) por lo que el tubo protector es de **20 mm.** de diámetro.

Tenemos finalmente definida y dimensionada la línea que alimenta la bomba de elevación de agua de nuestro edificio de viviendas como sigue:

- Conductores de cobre unipolares y aislados, empotrados bajo tubo de diámetro exterior 20 mm.
- Formada por 3 conductores de fase de $2,5 \text{ mm}^2$ y un neutro de $2,5 \text{ mm}^2$.
- El conductor de protección tendrá una sección de $2,5 \text{ mm}^2$.

5.- CIERRE

En este objeto de aprendizaje hemos visto los pasos que hay que seguir para dimensionar la línea que alimenta en general cualquier motor y, en particular, el motor de una bomba de un edificio de viviendas. Estos pasos son:

- 1.- Obtención de la intensidad de cálculo de la línea teniendo en cuenta la potencia del motor y los coeficientes de la ITC-BT-47 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
- 2.- Selección de la sección de los conductores de fase.
- 3.- Comprobación de la caída de tensión.
- 4.- Dimensionado del neutro, del conductor de protección y del tubo de protección.

Para comprobar si eres capaz de dimensionar cualquier circuito de un motor se propone el siguiente ejercicio:

- Calcula la línea del motor de un equipo de ventilación de un garaje con una potencia de 4.500 W. y una longitud de línea de 45 m.

Solución al ejercicio planteado:

3 fases de $2,5 \text{ mm}^2$, neutro $2,5 \text{ mm}^2$, protección $2,5 \text{ mm}^2$. Tubo de 20 mm de diámetro. Caída de tensión 4,22 V.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Normativa de aplicación:

[1] REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

Instrucciones Técnicas Complementarias:

- ITC-BT-19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT-20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT-21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-47: Motores.

Libros:

[2] "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco. Madrid, A. Madrid Vicente, 2003.

Otros documentos:

[3] Guía Técnica de Aplicación del REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN, publicada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Se puede obtener en la dirección: http://www.ffii.nova.es/puntoinformcyt/rebt_guia.asp