

CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS INTERIORES DE VIVIENDAS

Profesores:

Martínez Antón, Alicia (almaran@csa.upv.es)
Blanca Giménez, Vicente (vblanca@csa.upv.es)
Castilla Cabanes, Nuria (ncastilla@csa.upv.es)
Pastor Villa, Rosa María (ropasvil@csa.upv.es)

Departamento: Construcciones Arquitectónicas

Centro: ETS Arquitectura

1.- RESUMEN DE LAS IDEAS CLAVE

En este artículo vamos a explicar cómo se dimensionan, paso a paso y a través de un ejemplo, los circuitos interiores de las viviendas. 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 de los circuitos interiores de una vivienda se deben tener en cuenta las prescripciones de las Instrucciones ITC-BT-25 y 26 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en lo referente a trazado, instalación, cálculo y características de los cables.

2.- INTRODUCCIÓN

La instalación interior de una vivienda se organiza en varios circuitos de manera que los puntos de utilización (puntos de luz, tomas de corriente, interruptores, etc...) quedan repartidos en cada uno de esos circuitos.

3.- OBJETIVOS

Una vez que el alumno lea este artículo será capaz de:

- Dimensionar cada uno de los circuitos interiores de una vivienda obteniendo:
Sección de los conductores
Diámetro del tubo de protección

4.- DESARROLLO

Antes de comenzar es necesario que el alumno lea 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-25: Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características

ITC-BT-26: Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación

Dimensionado

El dimensionado se realiza a partir de:

- Número de puntos de utilización de cada circuito.
- Factores de simultaneidad y utilización.
- Potencia prevista por cada toma.
- Intensidad admisible de los conductores.
- Caída de tensión.

Además, se tendrá en cuenta:

- Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo.

- Los conductores de protección serán de cobre y se instalarán por la misma canalización que los conductores activos.

- Las secciones mínimas establecidas para cada circuito.

- La caída de tensión máxima permitida será del 3% de la tensión nominal. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del origen de la instalación interior.

- La intensidad máxima admisible del conductor 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 del conductor de fase

Ejemplo de dimensionado

Teniendo en cuenta todos los requisitos expuestos vamos a calcular a modo de ejemplo el **circuito C2 de tomas de uso general** de una vivienda de las siguientes características.

- Número de tomas de corriente instaladas en el circuito C2: 18
- Longitud desde el origen del circuito hasta el punto más alejado: 15 m. Es importante plantear el trazado de la instalación para poder obtener esta longitud.

1.- Cálculo de la intensidad del circuito.

La intensidad total del circuito se calcula a partir de la siguiente fórmula ²

$$I = N \times I_a \times F_s \times F_u$$

donde,

N: nº de tomas o receptores. Tomaremos el máximo permitido por circuito que, para el C2, es 20 (ver Tabla 1).

I_a: Intensidad prevista por toma o receptor.

F_s: (factor de simultaneidad). Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total. Para el C2 es 0,2 (ver Tabla 1).

F_u: (factor de utilización) Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor. Para el C2 es 0,25 (ver Tabla 1).

Todos estos datos se obtienen directamente de la Tabla 1³

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F _s	Factor utilización F _u	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² ⁽⁵⁾	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₆ Calefacción	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire acondicionado	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾	---	---	---	10	---	1,5	16

⁽¹⁾ La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

⁽²⁾ La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W

⁽³⁾ Diámetros externos según ITC-BT 19

⁽⁴⁾ La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W

⁽⁵⁾ Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación

⁽⁶⁾ En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm².

⁽⁷⁾ Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

⁽⁸⁾ Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito, el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

⁽⁹⁾ El punto de luz incluirá conductor de protección.

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos

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

² Fórmula de la ITC-BT-25. Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

³ Tabla de la ITC-BT-25. Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

En primer lugar, para calcular la intensidad prevista por toma (Ia) y teniendo en cuenta que la línea es monofásica, emplearemos la siguiente fórmula ⁴:

Fórmula 2. Intensidad para una línea monofásica

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

donde,

P = 3.450 W (potencia prevista por toma para el circuito C2, obtenida de la Tabla 1)

U = 230 V.

Cosφ = 1

queda,

$$I_a = 3450 / (230 * 1) = 15 \text{ A}$$

Sustituyendo todos los valores en la Fórmula 1:

$$I = 20 * 15 * 0,2 * 0,25 = 15 \text{ A}$$

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: **PVC2**

Teniendo en cuenta que la intensidad del circuito calculada es 15 A y que vamos a emplear conductores de cobre, obtenemos un conductor de fase de 1,5 mm², cuya intensidad admisible es de 15 A y, por tanto, igual a la intensidad de cálculo (15 A). Sin embargo, observando la Tabla 1, vemos que la sección mínima de fase para este circuito es de 2,5 mm². Por tanto, nos quedamos definitivamente con la de 2,5 mm².

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

⁴ 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	
	Local 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
	Local Cable multic conductor 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 multic conductor 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 multic conductor 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 multic conductor 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: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
 $\rho = K_0 \cdot \rho_{20}$ 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		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2		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	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	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 nuestro circuito y comprobaremos que no es superior al 3 % de la tensión nominal.

La fórmula a emplear es ⁵:

Fórmula 3. Caída de tensión en una línea monofásica

$$\delta = \frac{2 * P}{U} * \rho * \frac{L}{S}$$

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 3 % de la tensión nominal (230 V) es 6,9 V.
- El interruptor automático del circuito C2, según la Tabla 1 es de 16 A. Por tanto, la potencia con la que se calcula la caída de tensión C2 será la equivalente a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito, es decir:

$$P = I * U * \text{Cos}\varphi$$
$$P = 16 * 230 * 1 = 3.680 \text{ W}$$

Sustituyendo en la Fórmula 3 queda,

$$\delta = \frac{3.680}{230} * \frac{1}{48} * \frac{15}{2,5} = 4V < 6,9V \text{ La sección de } \mathbf{2,5 \text{ mm}^2} \text{ cumple a caída de tensión}$$

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

La sección del neutro será la misma que la de la fase, 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 (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase ⁶

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

El tubo de protección se obtiene directamente de la última columna de la Tabla 1. En este caso, obtenemos un tubo de 20 mm de diámetro exterior.

Tenemos finalmente definido y dimensionado el circuito C2 de la vivienda como sigue:

- Conductores de cobre unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 450/750 V, empotrados bajo tubo de diámetro exterior 20 mm.
- Formada por 1 conductor de fase de 2,5 mm², y un neutro de 2,5 mm².
- El conductor de protección tendrá una sección de 2,5 mm²

El resto de circuitos se dimensionan siguiendo los mismos pasos pero tomando la precaución de utilizar los datos de la Tabla 1 correctamente según el circuito que estemos calculando.

⁵ Esta fórmula se puede consultar en la Guía Técnica de aplicación del REBT – Anexos. Cálculo de las caídas de tensión

⁶ Tabla de la ITC – 18. Instalaciones de puesta a tierra del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

5.- CIERRE

En este objeto de aprendizaje hemos visto los pasos que hay que seguir para dimensionar los circuitos interiores de las viviendas. Estos pasos son:

- 1.- Obtención de la intensidad por toma de cada circuito.
- 2.- Obtención de la intensidad de cálculo del circuito teniendo en cuenta los factores de utilización y simultaneidad, el número de tomas y la intensidad por toma.
- 2.- Selección de la sección del conductor 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 has aprendido a dimensionar circuitos interiores de vivienda se propone el siguiente ejercicio:

- Calcula el circuito C1 y el C8 de una vivienda. Características de los circuitos:
 - C1: longitud 24 m. 17 puntos de luz.
 - C8: longitud 12 m.

Solución al ejercicio planteado:

C1: fase 1,5 mm², neutro 1,5 mm², protección 1,5 mm². Tubo de 16 mm de diámetro. Caída de tensión 6,67 V.

C8: fase 6 mm², neutro 6 mm², protección 6 mm². Tubo de 25 mm de diámetro. Caída de tensión 2,08 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-25: interiores en viviendas. Número de circuitos y características
- ITC-BT-27: Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.

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