

ANEXO II: MÉTODO DE LOS MOMENTOS ELÉCTRICOS

1. Explicación del Método

Para el cálculo de las redes de BT se ha empleado un método con el cual se pueden cumplir simultáneamente ITC-BT-07 y la Hoja de Interpretación nº 14, para el diseño de las redes de distribución necesarias en la urbanización de nuevas zonas, tanto para bloques de viviendas como casas unifamiliares, de una forma sencilla y rápida. Cuando además existan cargas singulares, se contabilizarán en la tabla bajo la columna "Potencia Extra".

Cada sección de un conductor, para el cálculo, viene definida por su C correspondiente con las siguientes unidades:

$$C \left(\frac{V}{A \cdot km} \right)$$

Estos valores, que están tabulados en los catálogos de fabricantes, nos dan la caída de tensión que sufre una línea trifásica con un valor C determinado y con una longitud de $1 km$, al ser atravesada por $1 A$ de valor eficaz.

En definitiva, para obtener la caída de tensión en V , se precisa multiplicar los coeficientes que figuran en la tabla I de este anexo, por la corriente en A y por la longitud en km de cada tramo respectivo.

Si llamamos M al "Momento Eléctrico", resultado del producto de la intensidad que circula por un tramo en A por su longitud respectiva en km , la máxima caída de tensión permitida vendrá dada entonces por:

$$\Delta V = C \cdot \sum M_i$$

siendo:

$$\sum M_i = \sum I_i \cdot L_i$$

donde I_i son las intensidades en A y L_i las distancias en km , de cada tramo.

Al ser la intensidad trifásica:

$$I = \frac{10^3 \cdot P(kW)}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

sustituyendo este valor en la expresión anterior para la caída de tensión:

$$\Delta V = C \cdot \frac{10^3}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \cdot \sum P_i L_i$$

La caída de tensión máxima permitida viene dada por:

$$\Delta V = \frac{e\%}{100} \cdot V$$

donde $e\%$, es la máxima caída de tensión permitida en tantos por ciento y V , es la tensión nominal de la red.

Igualando las dos últimas ecuaciones:

$$\frac{e\%}{100} \cdot V = C \cdot \frac{10^3}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \cdot \sum P_i L_i \quad (1)$$

definiendo K como:

$$K = C \cdot \frac{10^5}{\sqrt{3} \cdot V^2 \cdot \cos \varphi}$$

podemos efectuar una tabulación y de esta forma cada sección vendrá tipificada por su K correspondiente.

La expresión (1) quedará simplificada como sigue:

$$e\% = K \cdot \sum P_i L_i$$

y por tanto:

$$K = \frac{e\%}{\sum P_i L_i}$$

coeficiente con el cual se puede calcular la sección buscada.

Los valores de K obtenidos se refieren a corriente trifásica y han sido representados en la Tabla II de este anexo.

Este método se puede extender a redes que estén ramificadas y calcular para el total de la red una sección única. También se puede seguir la idea de calcular de sección uniforme el “árbol principal” y después, a la vista de las caídas de tensión que tengamos en los diversos puntos, calcular las secciones de las “ramas” restantes.

Como se ha dicho, los valores de la tabla I se refieren a corriente trifásica. Para corriente monofásica pueden tomarse con suficiente aproximación los mismos valores resultantes, multiplicados por 1,15. Por ello:

$$C_{mon} = 1,15 \cdot C_{trif}$$

y por tanto los valores de K para corriente monofásica vendrán dados por:

$$K = C_{mon} \cdot \frac{10^5}{V^2 \cdot \cos \varphi}$$

Particularizando para una tensión compuesta de 400 V y un $\cos \varphi = 0,8$, se tiene que:

$$K_{trif} = C_{trif} \cdot \frac{10^5}{\sqrt{3} \cdot 400^2 \cdot 0,8} = 0,45 \cdot C_{trif}$$

$$K_{mon} = 1,15 \cdot C_{trif} \cdot \frac{10^5}{230^2 \cdot 0,8} \cong 2,72 \cdot C_{trif}$$

Y por ello:

$$K_{mon} \cong 2,72 \cdot \frac{K_{trif}}{0,45} = 6,04 \cdot K_{trif}$$

es decir los valores del coeficiente K para corriente monofásica son aproximadamente seis veces mayor que los mismos para corriente trifásica. Análogo resultado se obtiene para un $\cos \varphi = 1$. Los coeficientes K para corriente monofásica se representan en la Tabla III del presente anexo.

2. Tablas

A continuación se representan los valores C para corriente trifásica proporcionados por los fabricantes, así como los valores de K obtenidos para corriente trifásica y monofásica.

La caída de tensión obtenida de esta forma, estará referida a la temperatura máxima de servicio permanente en el conductor de 90°C.

Tabla I:
Coeficientes C para el cálculo de la caída de tensión en cables de potencia

Sección nominal mm ²	<i>Tres cables unipolares</i>				<i>Un cable tripolar</i>			
	<i>Cosφ = 1</i>		<i>Cosφ = 0,8</i>		<i>Cosφ = 1</i>		<i>Cosφ = 0,8</i>	
	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>
1,5	28,50	-	21,36	-	26,94	-	21,67	-
2,5	15,92	-	12,88	-	16,23	-	13,10	-
4	9,96	-	8,10	-	10,16	-	8,23	-
6	6,74	-	5,51	-	6,87	-	5,59	-
10	4,00	-	3,31	-	4,06	-	3,34	-
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,60	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,60	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,70	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,30	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,30	0,17	0,28	0,21	0,30
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

Tabla II:
Coeficientes K para cálculos trifásicos a 400 V tensión compuesta

Sección nominal mm ²	<i>Tres cables unipolares</i>				<i>Un cable tripolar</i>			
	<i>Cosφ = 1</i>		<i>Cosφ = 0,8</i>		<i>Cosφ = 1</i>		<i>Cosφ = 0,8</i>	
	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>
1,5	10,260	-	9,612	-	9,698	-	9,752	-
2,5	5,731	-	5,796	-	5,843	-	5,895	-
4	3,586	-	3,645	-	3,658	-	3,704	-
6	2,426	-	2,480	-	2,473	-	2,516	-
10	1,440	-	1,490	-	1,462	-	1,503	-
16	0,904	1,494	0,954	1,539	0,922	1,526	0,959	1,566
25	0,572	0,943	0,617	0,986	0,583	0,958	0,621	0,995
35	0,414	0,680	0,455	0,720	0,421	0,695	0,455	0,729
50	0,306	0,500	0,347	0,545	0,310	0,511	0,347	0,549
70	0,212	0,349	0,252	0,387	0,216	0,353	0,252	0,392
95	0,151	0,252	0,194	0,293	0,155	0,256	0,189	0,293
120	0,122	0,198	0,162	0,239	0,122	0,202	0,158	0,239
150	0,097	0,162	0,140	0,203	0,101	0,166	0,135	0,198
185	0,079	0,130	0,117	0,167	0,079	0,133	0,117	0,167
240	0,061	0,097	0,099	0,135	0,061	0,101	0,095	0,135
300	0,050	0,079	0,086	0,117	0,050	0,079	0,081	0,113
400	0,040	0,061	0,077	0,099	0,040	0,065	0,072	0,095

Tabla III:
Coeficientes K para cálculos monofásicos a 230 V

Sección nominal mm ²	<i>Dos cables unipolares</i>				<i>Un cable bipolar</i>			
	<i>Cosφ = 1</i>		<i>Cosφ = 0,8</i>		<i>Cosφ = 1</i>		<i>Cosφ = 0,8</i>	
	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>
1,5	61,765	-	58,056	-	58,384	-	58,899	-
2,5	34,502	-	35,008	-	35,174	-	35,606	-
4	21,585	-	22,016	-	22,019	-	22,369	-
6	14,607	-	14,976	-	14,889	-	15,194	-
10	8,669	-	8,997	-	8,799	-	9,078	-
16	5,440	8,994	5,762	9,296	5,548	9,189	5,789	9,459
25	3,446	5,678	3,724	5,952	3,511	5,765	3,751	6,007
35	2,492	4,096	2,745	4,349	2,536	4,183	2,745	4,403
50	1,842	3,012	2,093	3,289	1,864	3,077	2,093	3,316
70	1,279	2,102	1,522	2,337	1,300	2,124	1,522	2,365
95	0,910	1,517	1,169	1,767	0,932	1,539	1,142	1,767
120	0,737	1,192	0,978	1,441	0,737	1,214	0,951	1,441
150	0,585	0,975	0,843	1,223	0,607	0,997	0,815	1,196
185	0,477	0,780	0,707	1,006	0,477	0,802	0,707	1,006
240	0,368	0,585	0,598	0,815	0,368	0,607	0,571	0,815
300	0,303	0,477	0,516	0,707	0,303	0,477	0,489	0,680
400	0,238	0,368	0,462	0,598	0,238	0,390	0,435	0,571

Sevilla, a 30 de enero de 2009

Autor del proyecto

Fco. Javier Álvarez Díaz