

ALIMENTADORES
Critérios para Dimensionamiento

ÍNDICE	PÁG.
1 - OBJETIVO	3
2 - DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
2.1 - Planillas	3
3 - INTRODUCCIÓN	3
4 - CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE	3
5 - REACTANCIAS Y RESITENCIAS	3
5.1 - Reactancias	4
5.2 - Resistencias	4
6 - CORTOCIRCUITO	5
6.1 - Cortocircuito de la Fuente	6
6.2 - Longitud mínima del Cable.....	6
6.3 - Tiempo Máximo de Actuación de la Protección	9
6.4 - Conclusiones	12

1 - OBJETIVO

El propósito de este informativo es definir algunos criterios para ayudar en el dimensionamiento de los alimentadores, cuando la información exacta de los fabricantes de los conductores y las instalaciones no están disponibles.

2 - DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.1 - Planillas

PL.EL.SA.CA.06.R1 Alimentadores – Criterios para Dimensionamiento

3 - INTRODUCCIÓN

Cuando se dimensionan los conductores de una instalación, no se conocen los datos exactos de los cables que se utilizarán y las condiciones finales de su montaje y funcionamiento. Sin embargo, de antemano, estos conductores deben definirse para el desarrollo de proyectos y compra de materiales.

El dimensionamiento suele ser realizado por profesionales experimentados que, sin sobredimensionar los conductores, pueden definirlos con bastante aproximación. Para ello, los profesionales implicados deben tener conocimiento de las cargas, sus condiciones de funcionamiento, ubicaciones y tipos de instalación.

Como las informaciones reales de los conductores solo están disponibles al final de su montaje, sería muy costoso y laborioso reemplazar los conductores que no sean dimensionados correctamente y/o instalados como previsto. Así, lo que se debe hacer es, en base a la experiencia de los profesionales y adoptando los factores de seguridad adecuados, realizar el dimensionamiento que representará la realidad futura, es decir, este dimensionamiento debe asegurar que no será necesario cambiarlo.

Durante el desarrollo de las obras se producen cambios en las cargas y condiciones de operación y/o instalación, que implican en la revisión o verificación del dimensionamiento de sus circuitos, aún a tiempo de realizar correcciones. Sin embargo, si ha habido una falla en algún dimensionamiento, lo que se puede hacer, antes de condenar un circuito, es una comprobación detallada, aplicando también los conceptos aquí definidos.

4 - CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE

La capacidad de conducción actual de los cables depende principalmente de los materiales del conductor y del aislamiento, tipo de instalación, temperatura ambiente, agrupación de los circuitos y factores de proyecto. Las capacidades de conducción actuales, así como los factores de corrección, están definidos en detalle por las normas aplicables. Debido a la gran variedad de alternativas, la capacidad de conducción actual de los cables no se discutirá en este informativo.

La diferencia de costo de los cables no está en el tipo de aislamiento, sino en el material del conductor, generalmente cobre. Por lo tanto, se debe dar preferencia a los conductores aislados con EPR/XLPE, que tienen una capacidad de conducción de corriente aproximadamente un 30% superior a los cables aislados con PVC, soportan una temperatura más alta durante un cortocircuito, 250°C para EPR/XLPE contra 160°C para PVC, y prácticamente al mismo costo.

5 - REACTANCIAS Y RESITENCIAS

Los valores de las reactancias y resistencias de los conductores son informados por los fabricantes y se calculan de acuerdo con las características constructivas de los cables. Sin embargo, al hacer un proyecto es necesario realizar el dimensionamiento sin tener estas informaciones.

Con el fin de establecer algún criterio para calcular las caídas de tensión, de acuerdo con otro informativo técnico, los valores de las reactancias y resistencias de los cables se pueden definir con bastante precisión, como se pretende mostrar a continuación.

5.1 - Reactancias

El valor de la reactancia de los conductores que se puede adoptar, con bastante aproximación, para cualquier sección a 50Hz es 0,080Ω/km. La reactancia referida a 60Hz será:

$$X_{60Hz} = 0,080 \times \frac{60}{50} = 0,096 \Omega/km$$

5.2 - Resistencias

Como la resistividad del cobre a 20°C (ρ_{20}) es 58Ωmm²/m y la resistividad a temperatura θ viene dada por la ecuación:

$$\rho_{\theta} = \frac{1000}{\rho_{20}} [1 + 0,00393(\theta - 20)]$$

$$\rho_{\theta} = \frac{1000}{58} [1 + 0,00393(\theta - 20)]$$

$$\rho_{\theta} = 17,241 [1 + 0,00393(\theta - 20)]$$

Dónde:

ρ_{θ} resistividad del cobre a temperatura θ (Ω/km)

Para 70°C $\rho_{70} = 20,629 \Omega mm^2/km$

Para 90°C $\rho_{90} = 21,984 \Omega mm^2/km$

El valor aproximado de la resistencia de los cables vendrá dado por la fórmula:

$$R_{S_{\theta}} = \frac{\rho_{\theta}}{S}$$

Dónde:

$R_{S_{\theta}}$ - Resistencia del cable de cobre con sección S en la temperatura θ (Ω/km);

S - Sección nominal del cable (mm²);

Para cables aislados con PVC y EPR/XLPE, las resistencias y reactancias en Ω/km son las indicadas en las siguientes tablas:

Datos de los Cables		
S	R 70	X 60Hz
2,5	8,252	0,096
4	5,157	0,096
6	3,438	0,096
10	2,063	0,096
16	1,289	0,096
25	0,825	0,096
35	0,589	0,096
50	0,413	0,096
70	0,295	0,096
95	0,217	0,096
120	0,172	0,096
150	0,138	0,096
185	0,112	0,096
240	0,086	0,096

Datos de los Cables		
S	R 90	X 60Hz
2,5	8,794	0,096
4	5,496	0,096
6	3,664	0,096
10	2,198	0,096
16	1,374	0,096
25	0,879	0,096
35	0,628	0,096
50	0,440	0,096
70	0,314	0,096
95	0,231	0,096
120	0,183	0,096
150	0,147	0,096
185	0,119	0,096
240	0,092	0,096

Cuando la corriente que circula en el cable es menor que la corriente permisible, la temperatura de funcionamiento estimada (θ) se puede calcular mediante la fórmula:

$$\theta = \theta_0 + (\theta_{Max} - \theta_0) \cdot \frac{I}{I_{Max}}$$

Dónde:

θ_0 - Temperatura ambiente (del conductor sin carga, normalmente 40°C)

θ_{Max} - Temperatura máxima del conductor

I - Corriente real del conductor (A)

I_{Max} - Corriente máxima admisible del conductor en la temperatura máxima (A);

Por ejemplo, si un cable aislado EPR/XLPE de sección nominal 120mm², que soporta una corriente de 279A cuando se instala en bandeja, está conduciendo una corriente de 190A, su temperatura de funcionamiento estimada será:

$$\theta = 40 + (90 - 40) \cdot \frac{190}{279}$$

$$\theta = 74,1^\circ\text{C}$$

Así que,

$$\rho_{74,1} = 17,241[1 + 0,00393(74,1 - 20)]$$

$$\rho_{74,1} = 20,907$$

$$R_{120\theta_{74,1}} = \frac{20,907}{120} = 0,1742\Omega/\text{km}$$

Estos valores se pueden utilizar para los cálculos más precisos de las caídas de tensión.

6 - CORTOCIRCUITO

La elección de los cables por el criterio de cortocircuito debe cumplir la siguiente condición:

$$I^2 t \leq k^2 \cdot S^2$$

Dónde:

I Corriente de cortocircuito (A)

t Duración del defecto (s)

k Constante que depende del material del cable y del aislamiento (A²s/mm²)

S Sección del conductor (mm²)

Los valores de k para cables de cobre son:

$k=143$ Para cables aislados en EPR/XLPE, con temperatura inicial de 90°C y temperatura final de 250°C;

$k=115$ Para cables de sección igual o inferior a 300mm², aislados en PVC, con una temperatura inicial de 70°C y una temperatura final de 160°C;

En caso de que el alimentador esté formado por más de un cable por fase, y el defecto se considere en un tramo de la ruta, la verificación debe hacerse solo para uno de los cables, es decir, la corriente total de cortocircuito no se divide entre los cables de la misma fase, circula solo en el cable defectuoso.

Los cálculos de los cables, por el criterio de cortocircuito, se pueden hacer considerando:

- Que la corriente que circulará por el cable es la misma corriente de cortocircuito de la fuente. Este criterio asegura que, en caso de defecto, en cualquier punto del circuito, el cable no sufrirá daños si se interrumpe la corriente defectuosa en el tiempo establecido en el cálculo. Este criterio debe aplicarse en los casos en que la longitud de los alimentadores muy corta o que, en caso de defecto, en cualquier punto del alimentador, el cable podrá ser reparado.

- Que la corriente que circulará por el cable estará limitada por su impedancia. Este criterio se aplicará siempre que la longitud del alimentador sea superior a la longitud mínima que garantice que la corriente de cortocircuito que circulará a través del cable será inferior a la

corriente máxima soportable por el cable si la corriente de efecto se interrumpe en el tiempo definido. Si el defecto del cable se produce a una distancia de la fuente, mayor que la longitud mínima establecida, el cable puede ser reparado.

- Que el tiempo de interrupción del defecto será inferior a un tiempo establecido. Este criterio se puede aplicar a los alimentadores, no muy cortos, en los que es posible limitar y garantizar el tiempo de actuación de la protección.

Las consideraciones anteriores se basan en la misma condición, es decir, $I^2t \leq k^2 \cdot S^2$. Solo que el enfoque de la consideración es para reducir costos atendiendo a la técnica. Por ejemplo, si consideramos la corriente de cortocircuito de un panel para dimensionar los conductores de los alimentadores de las cargas, todos los cables deberían tener la misma sección mínima. Sin embargo, si consideramos que las corrientes de cortocircuito estarán limitadas por la impedancia del propio cable, o que el tiempo de acción de la protección limitará el tiempo del defecto, las secciones de los cables se reducirán considerablemente y se verificarán caso por caso.

6.1 - Cortocircuito de la Fuente

Este criterio de cálculo utiliza directamente la fórmula:

$$I^2t \leq k^2 \cdot S^2$$

$$S^2 \geq \frac{I^2t}{k^2}$$

$$S \geq \frac{I_{CC}}{k_{\theta}} \sqrt{t}$$

Dónde:

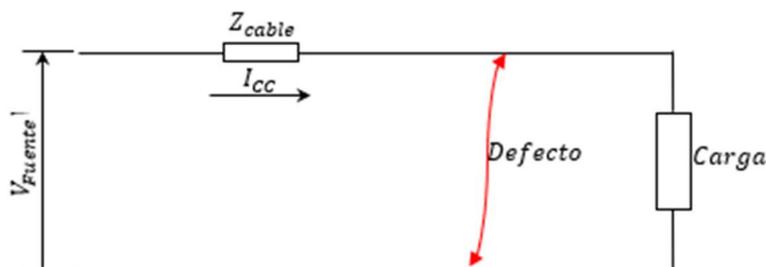
I_{CC} Corriente de cortocircuito de la fuente (A)

k_{θ} Constante del material del cable y del aislamiento (A^2s/mm^2)

Según este criterio, todos los alimentadores procedentes de la fuente considerada tendrán la misma sección mínima, independientemente de la longitud del circuito y la corriente de la carga.

6.2 - Longitud mínima del Cable

Este criterio define la longitud mínima del cable que asegura que la corriente de cortocircuito que circulará a través del cable sea menor que la capacidad máxima que el cable soporta. Para definir esta longitud mínima, el circuito será el de la siguiente figura:



Teniendo en cuenta que la potencia de cortocircuito en la fuente es infinita, lo que no cambiará significativamente el resultado, tenemos:

$$I_{CC} = \frac{V_{Fuente}}{Z_{cable}}$$

Dónde:

I_{CC} Corriente en el punto de defecto (A)

V_{Fuente} Tensión de la fuente (V)

Z_{cable} Impedancia do tramo de cabo (Ω)

La condición más conservadora será considerar la tensión máxima de la fuente, es decir:

$$V_{Fuente} = V_{Max}$$

$$Z_{cable} = R_{cable} + jX_{cable}$$

$$Z_{cable} = l \cdot (R_{\theta} + jX_{Hz})$$

Dónde:

l Longitud del cable (km)

R_{θ} Resistencia del cable a temperatura θ (Ω/km)

X_{Hz} Reactancia del cable a la frecuencia del sistema (Ω/km)

Así que:

$$\vec{I}_{CC} = \frac{\vec{V}_{Max}}{\vec{Z}_{cable}}$$

$$|\vec{I}_{CC}| = \left| \frac{\vec{V}_{Max}}{l \cdot (R_{\theta} + jX_{Hz})} \right|$$

$$I_{CC}^2 = \frac{V_{Max}^2}{l^2(R_{\theta}^2 + X_{Hz}^2)}$$

Reemplazando I en la fórmula $I^2 t \leq k^2 \cdot S^2$ tenemos:

$$I_{CC}^2 t \leq k_{\theta}^2 \cdot S^2$$

$$\frac{V_{Max}^2}{l^2(R_{\theta}^2 + X_{Hz}^2)} \cdot t \leq k_{\theta}^2 \cdot S^2$$

$$l^2 \geq \frac{V_{Max}^2 \cdot t}{k_{\theta}^2 \cdot S^2 (R_{\theta}^2 + X_{Hz}^2)}$$

$$V_{Max} = \frac{V_n \cdot f}{100\sqrt{3}}$$

Dónde,

V_n Tensión nominal del sistema (V)

f Factor de tensión máxima (%)

$$l \geq \frac{V_n \cdot f \sqrt{t}}{100\sqrt{3} k_{\theta} \cdot S \sqrt{R_{\theta}^2 + X_{Hz}^2}}$$

Para cables con aislamiento de PVC, tensión nominal del sistema 480V, factor de tensión 110%, para tiempos de duración de cortocircuito 0.05s, 0.1s 03s y 0.5s, las longitudes de cables protegidas son las indicadas en la siguiente tabla:

$$l \geq \frac{V_n \cdot f \sqrt{t}}{100\sqrt{3} k_{70} \cdot S \sqrt{R_{70}^2 + X_{60Hz}^2}}$$

Utilizando la planilla tenemos:

CABLES AISLADOS CON PVC						
Tensión Nominal del Sistema (Vn)			480	V		
Factor de Tensión Máxima (f)			110	%		
Longitud del Cable Protegido (m)						
Datos de los Cables			Tiempo de Interrupción del Defecto (s)			
S (mm ²)	R ₇₀	X _{60Hz}	0,05	0,10	0,3	0,5
2,5	8,252	0,096	29	41	70	91
4	5,157	0,096	29	41	70	91
6	3,438	0,096	29	41	70	91
10	2,063	0,096	29	41	70	91
16	1,289	0,096	29	41	70	91
25	0,825	0,096	29	40	70	90
35	0,589	0,096	28	40	69	90
50	0,413	0,096	28	40	69	88
70	0,295	0,096	27	39	67	86
95	0,217	0,096	26	37	64	83
120	0,172	0,096	25	35	61	79
150	0,138	0,096	24	33	58	75
185	0,112	0,096	22	31	53	69
240	0,086	0,096	19	27	47	61

Por ejemplo, si el tiempo máximo de duración del defecto es de 0,3 s, para que un cable con una sección nominal de 70 mm² esté protegido, la longitud del alimentador debe ser igual o superior a 67m, o el defecto en el cable debe ocurrir a una distancia de la fuente superior a 67m, y el cable puede repararse en el lugar donde ocurrió el defecto.

Para cables con aislamiento EPR/XLPE, tensión nominal del sistema 480V, factor de tensión 110%, para tiempos de duración de cortocircuito 0.05s, 0.1s 0.3s y 0.5s, las longitudes de cable protegidas son las indicadas en la siguiente tabla:

$$l \geq \frac{V_n \cdot f \sqrt{t}}{100\sqrt{3}k_{90} \cdot S \sqrt{R_{90}^2 + X_{60Hz}^2}}$$

Utilizando la planilla tenemos:

CABLES AISLADOS CON EPR/XLPE						
Tensión Nominal del Sistema (Vn)			480	V		
Factor de Tensión Máxima (f)			110	%		
Longitud del Cable Protegido (m)						
Datos de los Cables			Tiempo de Interrupción del Defecto (s)			
S (mm ²)	R ₉₀	X _{60Hz}	0,05	0,10	0,3	0,5
2,5	8,794	0,096	27	38	66	85
4	5,496	0,096	27	38	66	85
6	3,664	0,096	27	38	66	85
10	2,198	0,096	27	38	66	85
16	1,374	0,096	27	38	66	85
25	0,879	0,096	27	38	66	85
35	0,628	0,096	27	38	65	84
50	0,440	0,096	26	37	65	83
70	0,314	0,096	26	36	63	82
95	0,231	0,096	25	35	61	79
120	0,183	0,096	24	34	58	76
150	0,147	0,096	23	32	55	71
185	0,119	0,096	21	30	51	66
240	0,092	0,096	19	26	46	59

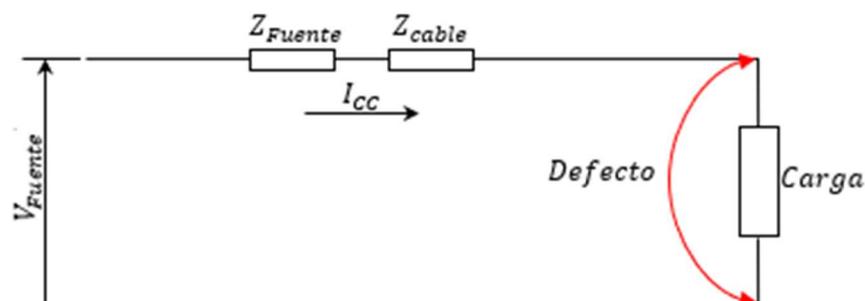
Se consideró que, en el tiempo de 0,05 segundos, el componente de corriente continua de la corriente de cortocircuito es muy pequeño y, por lo tanto, la corriente de cortocircuito ya es igual a la corriente de cortocircuito simétrica.

Tener en cuenta que la longitud mínima del cable protegido casi no varía con la sección, sino con el tiempo de actuación de la protección. Para un tiempo de actuación de la protección de 0,1s, la longitud del cable protegido es de 38m para todos los cables entre 2,5 y 35mm². Por lo tanto, si un cable no soporta la corriente de cortocircuito, durante un cierto tiempo de actuación de la protección, la solución no será aumentar la sección, sino reducir el tiempo de actuación de la protección.

Para longitudes inferiores a las definidas, la garantía de protección debe realizarse utilizando cables con secciones nominales calculadas con la corriente de cortocircuito de la fuente.

6.3 - Tiempo Máximo de Actuación de la Protección

La condición recomendada considera el defecto en la extremidad del cable, es decir, considera que el cable soportará la corriente de cortocircuito sin sufrir daños y está representado por la siguiente figura, donde se introdujo la impedancia de la fuente:



Para simplificar los cálculos se considerará que la impedancia de la fuente será la reactancia, calculada en base a la potencia de cortocircuito de la fuente. Así:

$$Z_{cable} = R_{cable} + jX_{cable} \text{ e } Z_{cable} = l(R_{\theta} + jX_{cable})$$

Dónde:

Z_{cable} Impedancia del tramo del cable (Ω)

l Longitud del cable (km)

R_{θ} Resistencia del cable a temperatura θ (Ω/km)

X_{cable} Reactancia del cable a la frecuencia del sistema (Ω/km)

Considerando:

$$Z_{Fuente} = X_{Fuente} = \frac{V_n^2}{P_{CCFuente}}$$

Dónde:

V_n Tensión nominal del sistema (V)

$P_{CCFuente}$ Potencia de cortocircuito de la fuente (VA)

La corriente de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{V_{Fuente}}{l(R_{\theta} + jX_{cable}) + jX_{Fuente}}$$

$$I_{cc} = \frac{V_{Fuente}}{l \cdot R_{\theta} + j l \cdot X_{cable} + jX_{Fuente}}$$

$$I_{cc} = \frac{V_{Fuente}}{l \cdot R_{\theta} + j(l \cdot X_{cable} + X_{Fuente})}$$

$$I_{cc} = \frac{V_{Fuente}}{\sqrt{(l \cdot R_{\theta})^2 + (l \cdot X_{cable} + X_{Fuente})^2}}$$

$$V_{Fuente} = \frac{V_n \cdot f}{\sqrt{3}}$$

Dónde:

f Factor de tensión máxima (%)

Reemplazando V_{Fuente} y X_{Fuente} tenemos:

$$I_{cc} = \frac{\frac{V_n \cdot f}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(l \cdot R_{\theta})^2 + \left(l \cdot X_{cable} + \frac{V_n^2}{P_{CCFuente}}\right)^2}}$$

$$I_{cc}^2 = \left(\frac{\frac{V_n \cdot f}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(l \cdot R_{\theta})^2 + \left(l \cdot X_{cable} + \frac{V_n^2}{P_{CCFuente}}\right)^2}} \right)^2 = \frac{\frac{V_n^2 \cdot f^2}{3}}{(l \cdot R_{\theta})^2 + \left(l \cdot X_{cable} + \frac{V_n^2}{P_{CCFuente}}\right)^2}$$

Reemplazando I en la fórmula $I^2 t \leq k^2 \cdot S^2$ tenemos:

$$I_{cc}^2 t \leq k_{\theta}^2 \cdot S^2$$

$$t \leq \frac{k_{\theta}^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

Para cables de cobre con aislamiento de PVC, tensión nominal del sistema 480V, factor de voltaje 110% y frecuencia 60Hz, los tiempos máximos de actuación de protección y las corrientes de cortocircuito para las longitudes de cable definidas se calculan considerando:

$$I_{cc} = \frac{\frac{V_n \cdot f}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(l \cdot R_{70})^2 + \left(l \cdot X_{60Hz} + \frac{V_n^2}{P_{CCFuente}}\right)^2}}$$

$$t \leq \frac{k_{70}^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

$$k_{70} = 115$$

Para cables de cobre con aislamiento EPR/XLPE, tensión nominal del sistema 480V, factor de tensión 110% y frecuencia 60Hz, los tiempos máximos de actuación de protección y las corrientes de cortocircuito para las longitudes de cable definidas se calculan considerando:

$$I_{cc} = \frac{\frac{V_n \cdot f}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(l \cdot R_{90})^2 + \left(l \cdot X_{60Hz} + \frac{V_n^2}{P_{CCFuente}}\right)^2}}$$

$$t \leq \frac{k_{90}^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

$$k_{90} = 143$$

Para garantizar que el cable esté protegido en caso de defecto, para cada cable habrá una corriente de cortocircuito y un tiempo máximo de actuación de protección. Usando las planillas de cálculo a continuación.

Para cables aislados con PVC y EPR/XLPE tenemos, por ejemplo, para cables con una longitud de 50m y potencia de cortocircuito en la fuente de 16.63MVA (20kA a 480V):

CABLES CON AISLAMIENTO EN PVC					CABLES CON AISLAMIENTO EN EPR/XLPE				
Potencia de Corto Circuito de la Fuente (Pcc)			16,63	MVA	Potencia de Corto Circuito de la Fuente (Pcc)			16,63	MVA
Tensión Nominal del Sistema (Vn)			480	V	Tensión Nominal del Sistema (Vn)			480	V
Factor de Tensión Máxima (f)			110	%	Factor de Tensión Máxima (f)			110	%
Longitud del Alimentaodr			50	m	Longitud del Alimentaodr			10	m
Datos de los Cables			Corriente de Corto Circuito (KA)	Tiempo Máximo de Actuación de la Protección (s)	Datos de los Cables			Corriente de Corto Circuito (KA)	Tiempo Máximo de Actuación de la Protección (s)
S	R70	X60Hz			S	R90	X60Hz		
2,5	8,252	0,096	0,74	0,15	2,5	8,794	0,096	3,42	0,01
4	5,157	0,096	1,18	0,15	4	5,496	0,096	5,36	0,01
6	3,438	0,096	1,76	0,15	6	3,664	0,096	7,71	0,01
10	2,063	0,096	2,91	0,16	10	2,198	0,096	11,50	0,02
16	1,289	0,096	4,54	0,16	16	1,374	0,096	15,09	0,02
25	0,825	0,096	6,73	0,18	25	0,879	0,096	17,69	0,04
35	0,589	0,096	8,74	0,21	35	0,628	0,096	18,94	0,07
50	0,413	0,096	10,96	0,28	50	0,440	0,096	19,73	0,13
70	0,295	0,096	12,82	0,39	70	0,314	0,096	20,13	0,25
95	0,217	0,096	14,12	0,60	95	0,231	0,096	20,33	0,45
120	0,172	0,096	14,84	0,86	120	0,183	0,096	20,42	0,71
150	0,138	0,096	15,33	1,27	150	0,147	0,096	20,48	1,10
185	0,112	0,096	15,66	1,85	185	0,119	0,096	20,51	1,66
240	0,086	0,096	15,92	3,00	240	0,092	0,096	20,54	2,79

Para cables aislados con PVC y EPR/XLPE tenemos, para cables con una longitud de 50m y potencia de cortocircuito en la fuente de 8.35MVA (10kA a 480V):

CABLES CON AISLAMIENTO EN PVC					CABLES CON AISLAMIENTO EN EPR/XLPE				
Potencia de Corto Circuito de la Fuente (Pcc)			8,31	MVA	Potencia de Corto Circuito de la Fuente (Pcc)			8,31	MVA
Tensión Nominal del Sistema (Vn)			480	V	Tensión Nominal del Sistema (Vn)			480	V
Factor de Tensión Máxima (f)			110	%	Factor de Tensión Máxima (f)			110	%
Longitud del Alimentaodr			50	m	Longitud del Alimentaodr			10	m
Datos de los Cables			Corriente de Corto Circuito (KA)	Tiempo Máximo de Actuación de la Protección (s)	Datos de los Cables			Corriente de Corto Circuito (KA)	Tiempo Máximo de Actuación de la Protección (s)
S	R70	X60Hz			S	R90	X60Hz		
2,5	8,252	0,096	0,74	0,15	2,5	8,794	0,096	3,30	0,01
4	5,157	0,096	1,17	0,15	4	5,496	0,096	4,92	0,01
6	3,438	0,096	1,74	0,16	6	3,664	0,096	6,55	0,02
10	2,063	0,096	2,82	0,17	10	2,198	0,096	8,43	0,03
16	1,289	0,096	4,22	0,19	16	1,374	0,096	9,58	0,06
25	0,825	0,096	5,80	0,25	25	0,879	0,096	10,16	0,12
35	0,589	0,096	6,95	0,34	35	0,628	0,096	10,38	0,23
50	0,413	0,096	7,91	0,53	50	0,440	0,096	10,50	0,46
70	0,295	0,096	8,54	0,89	70	0,314	0,096	10,56	0,90
95	0,217	0,096	8,89	1,51	95	0,231	0,096	10,59	1,64
120	0,172	0,096	9,06	2,32	120	0,183	0,096	10,61	2,62
150	0,138	0,096	9,17	3,54	150	0,147	0,096	10,61	4,08
185	0,112	0,096	9,24	5,30	185	0,119	0,096	10,62	6,21
240	0,086	0,096	9,29	8,82	240	0,092	0,096	10,62	10,44

Los tiempos máximos de actuación de las protecciones indicadas, consideran que las corrientes son las corrientes de cortocircuito simétricas, es decir, sin el componente de corriente continua. Como se consideró que, en el tiempo de 0.05s, el componente de corriente continua es muy pequeño, para valores inferiores a este tiempo, se debe considerar el factor de asimetría, que depende de las características del sistema.

Para circuitos de baja tensión el factor de asimetría puede ser de 1,25 u otro que determine el profesional. Para estos casos, el tiempo máximo de acción de la protección debe ser recalculado con el uso de las planillas de cálculo.

Las corrientes de cortocircuito y los tiempos altos deben ser evaluados por el profesional, porque los equipos de las instalaciones (bastidores, centros de carga, transformadores, etc.), soportan las corrientes de cortocircuito por un tiempo limitado y las protecciones, para altas corrientes de cortocircuito, deben actuar en tiempos inferiores a los limitados por el equipo. Por ejemplo, los transformadores deben soportar corrientes de cortocircuito en sus terminales durante un máximo de 2 segundos.

6.4 - Conclusiones

Excluyendo las opciones de utilizar las curvas de la energía de paso de los dispositivos de protección, que no son objeto de este informativo, se puede utilizar el criterio de dimensionamiento que sea más conveniente para el profesional, es decir, en un circuito de alimentación puede considerar la corriente máxima de cortocircuito de la fuente, en otro de la longitud mínima del cable que limita la corriente de cortocircuito y en otro, el momento de funcionamiento de la protección, siempre que todos cumplan la condición:

$$I^2 t \leq k^2 \cdot S^2$$