

EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE CALIN

Se trata de calcular las secciones de las dos líneas del distribuidor trifásico siguiente:

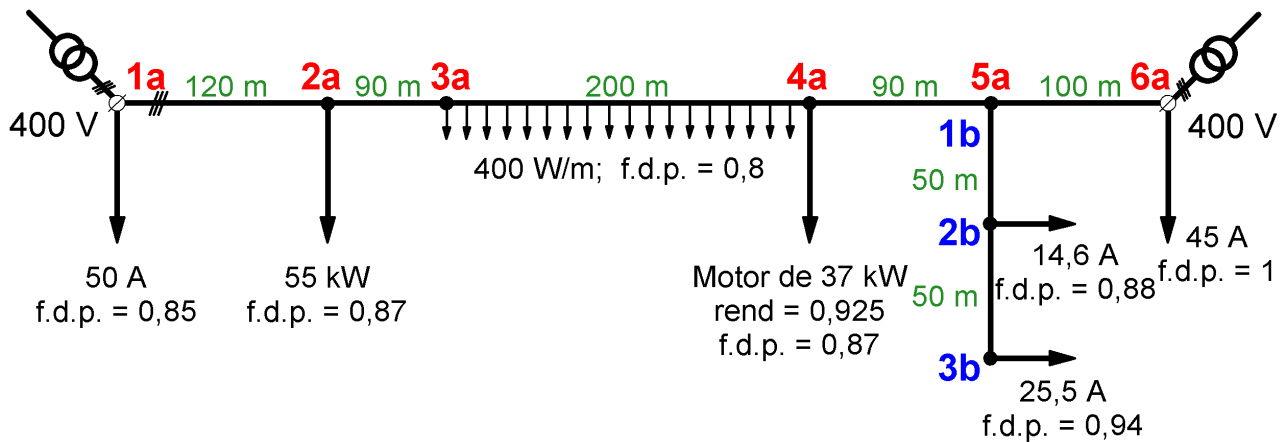


Fig. 1

En esta instalación se utilizarán tres cables unipolares de cobre, aislados con polietileno reticulado (XLPE) (este aislamiento soporta una temperatura de hasta $\theta_{\text{máx}} = 90^{\circ}\text{C}$). Los cables se instalarán al aire en galerías ventiladas. No se colocarán otros cables en las proximidades, se instalarán de forma que exista una eficaz renovación del aire y la temperatura ambiente no superará los 40°C . Por lo tanto, se puede utilizar la tabla 12 de la ITC-BT-07 para determinar la corriente máxima que aguantan estos cables.

Se pretende que la línea principal no tenga una caída superior al 3% de su tensión nominal (400 V) y que en la derivación no haya una caída de tensión superior al 5%.

Lo primero ha sido identificar las dos líneas, a y b, que forman esta red.

La línea principal (línea a) está alimentada por sus dos extremos. Se ha elegido uno de ellos como origen (nudo 1a) y se han numerado los demás nudos de forma ordenada, de menor a mayor distancia al nudo origen. Para distinguir los nudos de esta línea con respecto a los de la otra se les ha añadido la letra “a” al final.

La línea derivada (línea b) está alimentada desde el nudo 5a de la línea principal. Por lo tanto, para esta línea b este nudo es el origen. Por esta razón, para esta línea el nudo de alimentación no se denomina 5a, sino 1b. Como se puede apreciar, para distinguir los nudos de esta línea con respecto a los de la otra se les ha añadido la letra “b” al final.

Las cargas concentradas en los nudos de alimentación 1a y 6a no intervienen en el cálculo de la sección de la línea a y se prescindirá de ellas.

EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE CALIN

La carga del nudo 4a es el único motor de toda la instalación. De acuerdo con el artículo 3 de la ITC-BT-47 se le aplicará un factor de mayoración de 1,25. No se aplican más coeficientes de corrección a las cargas.

Abrimos la primera sesión de CALIN para calcular la línea a. Nos dirigimos a la hoja “Datos” y la vamos rellenando de arriba abajo (ver el fichero “CALIN Línea a.xls” o la página 5). Cuando llegamos a la fila de datos correspondiente a las cargas del nudo 5 (nudo 5a), paramos momentáneamente la introducción de datos en esta sesión de CALIN.

Para la línea a en el nudo 5 hay que indicar una carga igual a la suma de todas las de la línea derivada (línea b). Para calcular esta suma abrimos una nueva sesión de CALIN (sin cerrar la anterior), nos dirigimos a la hoja “Datos” y se rellenan todos los datos de la línea b, excepto los relativos a la caída de tensión máxima admisible (ver el fichero “CALIN Carga total Línea b .xls” o la página 7). En la parte superior de la hoja “Datos” de la sesión de CALIN de la línea b se indica la carga total de esta línea (Fig. 2). Se seleccionan las tres celdas que dan esta carga total, se copian al portapapeles y se pegan como carga del nudo 5a en la hoja “Datos” de la sesión de CALIN de la línea a. Por esta razón, en el fichero “CALIN Línea a.xls” se puede apreciar que los datos de la carga del nudo 5 tienen fondo blanco (página 5).

LA SUMA DE TODAS LAS CARGAS DA LUGAR A ESTA CORRIENTE TOTAL:

Factor de potencia	Carga inductiva o capacitiva	Corriente Total
$\cos \phi_{\text{Total}}$		I_{Total}
0,920	INDUCTIVA	40,0

Fig. 2

Seguimos con la línea a. Ahora nos vamos a la hoja “Resultados” (página 6) y CALIN indica que la sección, en principio, debe ser superior a $S'' = 125,9 \text{ mm}^2$ y debe soportar 182,1 A.

Consultando la tabla 12 de la ITC-BT-07 obtenemos que la mínima sección que aguanta 182,1 A es $S_0 = 70 \text{ mm}^2$. Luego, en este caso es más exigente el criterio de la caída de tensión. Consultando en esta tabla obtenemos las secciones normalizadas S_- y S_+ , inmediatamente superior e inferior a S'' , respectivamente:

$$\begin{aligned} S_- &= 120 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{\text{máx-}} = 335 \text{ A} \\ S_+ &= 150 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{\text{máx+}} = 385 \text{ A} \end{aligned}$$

Empezamos probando con la sección S_- . Así, en el apartado “DATOS FINALES”, introducimos los datos del cable de esta sección. Para afinar el cálculo, obtenemos del catálogo del fabricante que las caídas de tensión unitarias e_u (por amperio y kilómetro) para los factores de potencia 1 y 0,8 son 0,34 V y 0,36 V, respectivamente. Ambas caídas de tensión unitarias se refieren a una línea trifásica cuyos cables están a una temperatura igual a $\theta_{\text{máx}}$ (90°C)).

EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE CALIN

CALIN nos indica que esta sección es suficiente para la línea a (ver el fichero “CALIN Linea a.xls” o la página 6). Adoptamos, pues, una sección de 120 mm^2 para la línea a. CALIN muestra que la caída de tensión hasta el nudo 5a vale 6,1 V. Se puede cerrar ya la sesión de CALIN de la línea a.

Con los datos obtenidos para la línea a, si queremos que en la línea b ningún punto tenga una caída de tensión mayor del 5% con respecto a la tensión nominal de 400 V, debemos imponer la condición de que a lo largo de la línea b no haya una caída superior a

$$(5\% \cdot 400) - 6,10 = 20 - 6,10 = 13,9 \text{ V}$$

Volvemos, pues, a la sesión de CALIN de la línea b (ver el fichero “CALIN Linea b S_.xls” o la pág. 8), nos dirigimos a la hoja “Datos”, rellenamos la celda “Caída de tensión máxima admisible (e_{adm})” con el valor 13,9 V y dejamos en blanco la celda “Caída de tensión porcentual admisible”.

Pasamos ahora a la hoja “Resultados” y CALIN indica que la sección, en principio, debe ser superior a $S = 9,2 \text{ mm}^2$ y debe soportar 40,0 A.

Consultando la tabla 12 de la ITC-BT-07 obtenemos que la mínima sección que aguanta 40 A es $S_0 = 6 \text{ mm}^2$. Luego, en este caso también es más exigente el criterio de la caída de tensión. Consultando en esta tabla obtenemos que

$$\begin{aligned} S_- = 6 \text{ mm}^2 &\rightarrow I_{\text{máx-}} = 46 \text{ A} \\ S_+ = 10 \text{ mm}^2 &\rightarrow I_{\text{máx+}} = 64 \text{ A} \end{aligned}$$

Empezamos probando con la sección S_- . Así, en el apartado “DATOS FINALES”, (véase el fichero “CALIN Linea b S_.xls” o la página 9) introducimos un valor de 40°C (valor por defecto) a la celda “Temperatura ambiente (θ_0)”. Por otra parte, dejamos con su valor por defecto a la celda “Coeficiente variación de la resistividad con la temperatura (α)” ($0,039 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$). Seguidamente introducimos el valor de S_- (6 mm^2) en la celda “Sección (mm^2)” y observaremos que en la parte superior del apartado “RESULTADOS FINALES”, dentro de un recuadro rojo con fondo azul, el texto “ESTE CABLE ??? VALE PARA ESTA INSTALACIÓN” (Fig. 3) cambia a “ESTE CABLE NO VALE PARA ESTA INSTALACIÓN” (Fig. 4 y la página 9). Esto significa que no hace falta introducir más datos: la sección de 6 mm^2 no vale para esta línea. Habrá que cambiar, pues, los datos del apartado “DATOS FINALES” por los correspondientes a S_+ (10 mm^2) (véase el fichero “CALIN Linea b S+.xls” o la página 10).

RESULTADOS FINALES



Fig. 3

RESULTADOS FINALES



Fig. 4

EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE CALIN

Al introducir la sección de 10mm^2 en el apartado “DATOS FINALES” el texto de la Fig. 3 no cambia, por lo que seguimos introduciendo todos los datos del cable de esta sección. Del catálogo del fabricante obtenemos que las caídas de tensión unitarias e_u (por amperio y kilómetro) de este cable para los factores de potencia 1 y 0,8 son 4 V y 3,31 V, respectivamente (ver el fichero “CALIN Línea b S+.xls” o la página 10).

CALIN nos indica que esta sección es suficiente para la línea b. Adoptamos, pues, una sección de 10 mm^2 para esta línea.

ANEXOS

En las páginas siguientes se reproducen algunas hojas de los ficheros adjuntos en los que se resuelve el ejemplo mediante CALIN:

- * Página 5: Hoja “Datos” de la Línea a. Fichero “CALIN Línea a.xls”.
- * Página 6: Hoja “Resultados” de la Línea a. Fichero “CALIN Línea a.xls”.
- * Página 7: Hoja “Datos” de la Línea b cuando se quiere calcular la carga total de la línea b para colocarla como carga del nudo 5a de la línea a. Fichero “CALIN Carga total Línea b .xls”.
- * Página 8: Hoja “Datos” de la Línea b. Ficheros “CALIN Línea b S_.xls” y “CALIN Línea b S+.xls”. Es igual a la anterior añadiendo el valor de la celda “Caída de tensión máxima admisible (e_{adm})”.
- * Página 9: Hoja “Resultados” de la Línea b cuando se prueba la sección S_. Fichero “CALIN Línea b S_.xls”.
- * Página 10: Hoja “Resultados” de la Línea b cuando se prueba la sección S+. Fichero “CALIN Línea b S+.xls”.

CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS TENIENDO EN CUENTA SU TEMPERATURA Y SU REACTANCIA

INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS INICIALES

Descripción o referencia de la línea :	LINEA a		
Tensión nominal (U) =	400	V	(Tensión fase-fase en trifásica)
Caída de tensión porcentual admisible =	3	%	
Caída de tensión máxima admisible (e_{adm}) =	12	V	(Tensión fase-fase en trifásica)
Número de fases =	3		
¿Es alimentada por ambos extremos (a la misma tensión)? :	SI		
Material conductor =	Cobre		
Material aislante =	Polietileno reticulado (XLPE)		
Temperatura máxima admisible ($\theta_{m\acute{a}x}$) =	90	°C	
Resistividad máx del conductor ($\rho_{m\acute{a}x}$) =	0,024	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	
Reactancia por km (x) =	0,086	Ω/km	(Valor recomendado: x = 0,086 Ω/km)

LA SUMA DE TODAS LAS CARGAS DA LUGAR A ESTA CORRIENTE TOTAL:

Factor de potencia $\cos \phi_{\text{Total}}$	Carga inductiva o capacitiva	Corriente Total I_{Total} (A)
0,850	INDUCTIVA	357,4

Las distancias y las caídas de tensión se dan respecto al origen de la línea (nudo 1).
Empiece a introducir los datos de cargas y longitudes a partir del nudo 2 y del tramo 1-2

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS							CARGAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS EN LOS TRAMOS DE LA LINEA								
Nudo j	Potencia útil P_j (kW)	Rendimiento η_j (%)	Factor de potencia $\cos \phi_j$	Carga inductiva o capacitiva	Corriente carga $I_{j\text{crg}}$ (A)	Coefic. de corrección de la carga (*)	Tramo de la línea j-1, j	Densidad de potencia ρ_j (kW/m)	Rendimiento η_j (%)	Factor de potencia $\cos \phi_j$	Carga inductiva o capacitiva	Densidad corriente carga $i_{j\text{crg}}$ (A/m)	Coefic. de corrección de la carga (*)	Longitud del tramo $L_{j-1,j}$ (m)	Distancia al origen L_j (m)
1	0	100	1	INDUCTIVA	0	1	--	0	100	1	INDUCTIVA	0	1	0	0
2	55	100	0,87	INDUCTIVA	91,24788	1	1-2		100	1	INDUCTIVA	0	1	120	120
3		100	1	INDUCTIVA	0	1	2-3		100	1	INDUCTIVA	0	1	90	210
4	37	92,5	0,87	INDUCTIVA	66,36209	1,25	3-4	0,4	100	0,8	INDUCTIVA	0,721688	1	200	410
5		100	0,920	INDUCTIVA	40,0	1	4-5		100	1	INDUCTIVA	0	1	90	500
6		100	1	INDUCTIVA	0	1	5-6		100	1	INDUCTIVA	0	1	100	600
7		100	1	INDUCTIVA	0	1	6-7		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
8		100	1	INDUCTIVA	0	1	7-8		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
9		100	1	INDUCTIVA	0	1	8-9		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
10		100	1	INDUCTIVA	0	1	9-10		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
11		100	1	INDUCTIVA	0	1	10-11		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
12		100	1	INDUCTIVA	0	1	11-12		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
13		100	1	INDUCTIVA	0	1	12-13		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
14		100	1	INDUCTIVA	0	1	13-14		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
15		100	1	INDUCTIVA	0	1	14-15		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
16		100	1	INDUCTIVA	0	1	15-16		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
17		100	1	INDUCTIVA	0	1	16-17		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
18		100	1	INDUCTIVA	0	1	17-18		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
19		100	1	INDUCTIVA	0	1	18-19		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
20		100	1	INDUCTIVA	0	1	19-20		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
21		100	1	INDUCTIVA	0	1	20-21		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
22		100	1	INDUCTIVA	0	1	21-22		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
23		100	1	INDUCTIVA	0	1	22-23		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
24		100	1	INDUCTIVA	0	1	23-24		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
25		100	1	INDUCTIVA	0	1	24-25		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
26		100	1	INDUCTIVA	0	1	25-26		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
27		100	1	INDUCTIVA	0	1	26-27		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
28		100	1	INDUCTIVA	0	1	27-28		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
29		100	1	INDUCTIVA	0	1	28-29		100	1	INDUCTIVA	0	1		600
30		100	1	INDUCTIVA	0	1	29-30		100	1	INDUCTIVA	0	1		600

CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS TENIENDO EN CUENTA SU TEMPERATURA Y SU REACTANCIA

INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS FINALES Y RESULTADOS OBTENIDOS

LINEA a

RESULTADOS PREVIOS

Suponiendo la resistividad constante e igual a $\rho_{\max} = 0,024 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ se ha obtenido que la sección a utilizar debe ser superior a $S = 125,9 \text{ mm}^2$ y debe ser capaz de soportar, al menos, una corriente $I_{\max} = 182,1 \text{ A}$

(Desplácese hacia la derecha para ver la explicación del procedimiento para calcular la sección definitiva que se debe utilizar para esta línea teniendo en cuenta tanto la temperatura como la reactancia del cable) ----->

DATOS FINALES

Temperatura ambiente (θ_0) = 40 °C ($\theta_0 = 40^\circ\text{C}$ en cables tendidos al aire y 25°C en cables enterrados)
 Coeficiente variación de resistividad con la temperatura (α) = 0,0039 °C⁻¹ ($\alpha = 0,0039 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ para el cobre y el aluminio)

($k_{\theta_0} = 0,847$)
 (S/S" = 0,953)

Sección (mm ²)	I _{máx} (A)	$\rho_{\max}$ (Ω·mm ² /m)	x (Ω/km)	Resistencia por kilómetro (r)		Caídas de tensión unitaria (e _u)					
				r (Ω/km)	θ (°C)	e _{uA} (V/km y A)	cosφ _A	e _{uB} (V/km y A)	cosφ _B	θ (°C)	Nº de fases
120	335	0,023555888	0,08467803	-	20	0,34	1	0,36	0,8	90	3

RESULTADOS FINALES

ESTE CABLE SI VALE PARA ESTA INSTALACIÓN

(A falta de comprobar el criterio de la corriente de cortocircuito)

La máxima caída de tensión que se obtiene con el cable que se está analizando es de 11,09 V, lo que equivale a un 2,77 % de la tensión nominal U del cable (U = 400 V). Esta caída de tensión (e_g) se ha calculado con un error de iteración igual a 0,00 %.

Se desea que la máxima caída de tensión en este cable no supere los 12 V,

Teniendo en cuenta el efecto de la temperatura del cable se obtiene una nueva distribución de corrientes. La mayor de estas corrientes vale 181,8 A. Esta corriente ha sido calculada con un error del 0,01 %.

El cable de S = 120 mm² aguanta una I_{máx} = 335 A. Esto significa que el factor de carga (I/I_{máx}) llega a valer 54,28 %.

DISTRIBUCIÓN DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y DE CORRIENTES EN LA LÍNEA:

LINEA a

Caídas de tensión en los nudos y corrientes en los tramos de la línea:

Nudo j	e desde el origen e _j (V)	e desde el origen e _j (%)	Tramo de la línea j-1, j	Corriente del tramo I _{j-1,j} (A)
1	0,00	0,00	--	0,00
2	7,03	1,76	1-2	175,55
3	9,49	2,37	2-3	84,50
4	10,31	2,58	3-4	84,50
5	6,10	1,53	4-5	142,37
6	0,00	0,00	5-6	181,82
7	0,00	0,00	6-7	181,82
8	0,00	0,00	7-8	181,82
9	0,00	0,00	8-9	181,82
10	0,00	0,00	9-10	181,82
11	0,00	0,00	10-11	181,82
12	0,00	0,00	11-12	181,82
13	0,00	0,00	12-13	181,82
14	0,00	0,00	13-14	181,82
15	0,00	0,00	14-15	181,82

Nudo j	e desde el origen e _j (V)	e desde el origen e _j (%)	Tramo de la línea j-1, j	Corriente del tramo I _{j-1,j} (A)
16	0,00	0,00	15-16	181,82
17	0,00	0,00	16-17	181,82
18	0,00	0,00	17-18	181,82
19	0,00	0,00	18-19	181,82
20	0,00	0,00	19-20	181,82
21	0,00	0,00	20-21	181,82
22	0,00	0,00	21-22	181,82
23	0,00	0,00	22-23	181,82
24	0,00	0,00	23-24	181,82
25	0,00	0,00	24-25	181,82
26	0,00	0,00	25-26	181,82
27	0,00	0,00	26-27	181,82
28	0,00	0,00	27-28	181,82
29	0,00	0,00	28-29	181,82
30	0,00	0,00	29-30	181,82

Punto de mínima tensión:

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 3-4, a una distancia de 117,7 m del nudo 3, es decir, a una distancia de 327,7 m del origen de la línea (nudo 1).

La caída de tensión desde el origen al punto de máxima caída de tensión es 11,09 V, lo que equivale al 2,77 % de la tensión nominal (U = 400 V).

El cálculo iterativo de la caída de tensión máxima e_g tiene un error del 0,00 %

CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS TENIENDO EN CUENTA SU TEMPERATURA Y SU REACTANCIA

INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS INICIALES

Descripción o referencia de la línea :		LINEA b	
Tensión nominal (U) =	400	V	(Tensión fase-fase en trifásica)
Caída de tensión porcentual admisible =	%		
Caída de tensión máxima admisible (e_{adm}) =	13,9	V	(Tensión fase-fase en trifásica)
Número de fases =	3		
¿Es alimentada por ambos extremos (a la misma tensión)? :	NO		
Material conductor =	Cobre		
Material aislante =	Polietileno reticulado (XLPE)		
Temperatura máxima admisible ($\theta_{m\acute{a}x}$) =	90	°C	
Resistividad máx del conductor ($\rho_{m\acute{a}x}$) =	0,024	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	
Reactancia por km (x) =	0,086	Ω/km	(Valor recomendado: x = 0,086 Ω/km)

LA SUMA DE TODAS LAS CARGAS DA LUGAR A ESTA CORRIENTE TOTAL:

Factor de potencia $\cos \phi_{Total}$	Carga inductiva o capacitiva	Corriente Total I_{Total} (A)
0,920	INDUCTIVA	40,0

Las distancias y las caídas de tensión se dan respecto al origen de la línea (nudo 1).
Empiece a introducir los datos de cargas y longitudes a partir del nudo 2 y del tramo 1-2

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS							CARGAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS EN LOS TRAMOS DE LA LINEA								
Nudo j	Potencia útil P_j (kW)	Rendi- miento η_j (%)	Factor de potencia $\cos \phi_j$	Carga inductiva o capacitiva	Corriente carga I_{jcr} (A)	Coeficie. de correc- ción de la carga (*)	Tramo de la línea $j-1, j$	Densidad de potencia p_j (kW/m)	Rendi- miento η_j (%)	Factor de potencia $\cos \phi_j$	Carga inductiva o capacitiva	Densidad corriente carga i_{jcr} (A/m)	Coeficie. de correc- ción de la carga (*)	Longitud del tramo $L_{j-1,j}$ (m)	Distancia al origen L_j (m)
1	0	100	1	INDUCTIVA	0	1	--	0	100	1	INDUCTIVA	0	1	0	0
2		100	0,88	INDUCTIVA	14,6	1	1-2		100	1	INDUCTIVA	0	1	50	50
3		100	0,94	INDUCTIVA	25,5	1	2-3		100	1	INDUCTIVA	0	1	50	100
4		100	1	INDUCTIVA	0	1	3-4		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
5		100	1	INDUCTIVA	0	1	4-5		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
6		100	1	INDUCTIVA	0	1	5-6		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
7		100	1	INDUCTIVA	0	1	6-7		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
8		100	1	INDUCTIVA	0	1	7-8		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
9		100	1	INDUCTIVA	0	1	8-9		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
10		100	1	INDUCTIVA	0	1	9-10		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
11		100	1	INDUCTIVA	0	1	10-11		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
12		100	1	INDUCTIVA	0	1	11-12		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
13		100	1	INDUCTIVA	0	1	12-13		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
14		100	1	INDUCTIVA	0	1	13-14		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
15		100	1	INDUCTIVA	0	1	14-15		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
16		100	1	INDUCTIVA	0	1	15-16		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
17		100	1	INDUCTIVA	0	1	16-17		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
18		100	1	INDUCTIVA	0	1	17-18		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
19		100	1	INDUCTIVA	0	1	18-19		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
20		100	1	INDUCTIVA	0	1	19-20		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
21		100	1	INDUCTIVA	0	1	20-21		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
22		100	1	INDUCTIVA	0	1	21-22		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
23		100	1	INDUCTIVA	0	1	22-23		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
24		100	1	INDUCTIVA	0	1	23-24		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
25		100	1	INDUCTIVA	0	1	24-25		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
26		100	1	INDUCTIVA	0	1	25-26		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
27		100	1	INDUCTIVA	0	1	26-27		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
28		100	1	INDUCTIVA	0	1	27-28		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
29		100	1	INDUCTIVA	0	1	28-29		100	1	INDUCTIVA	0	1		100
30		100	1	INDUCTIVA	0	1	29-30		100	1	INDUCTIVA	0	1		100

CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS TENIENDO EN CUENTA SU TEMPERATURA Y SU REACTANCIA INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS FINALES Y RESULTADOS OBTENIDOS

LINEA b (S_)

RESULTADOS PREVIOS

Suponiendo la resistividad constante e igual a $\rho_{\text{máx}} = 0,024 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ se ha obtenido que la sección a utilizar debe ser superior a $S'' = 9,2 \text{ mm}^2$ y debe ser capaz de soportar, al menos, una corriente $I_{\text{mayor}} = 40,0 \text{ A}$

(Desplácese hacia la derecha para ver la explicación del procedimiento para calcular la sección definitiva que se debe utilizar para esta línea teniendo en cuenta tanto la temperatura como la reactancia del cable) ----->

DATOS FINALES

Temperatura ambiente (θ_0) = 40 °C ($\theta_0 = 40^\circ\text{C}$ en cables tendidos al aire y 25°C en cables enterrados)
 Coeficiente variación de resistividad con la temperatura (α) = 0,0039 °C⁻¹ ($\alpha = 0,0039 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para el cobre y el aluminio)
 ($k_{\theta_0} = 0,847$)
 ($S/S'' = 0,651$)

Sección (mm ²)	$I_{\text{máx}}$ (A)	$\rho_{\text{máx}}$ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	x (Ω/km)	Resistencia por kilómetro (r)		Caídas de tensión unitaria (e_u)					Nº de fases
				r (Ω/km)	θ (°C)	e_{uA} (V/km y A)	$\cos\phi_A$	e_{uB} (V/km y A)	$\cos\phi_B$	θ (°C)	
6		0,024	0,086	-	20	-	1	-	0,8	90	3

RESULTADOS FINALES

ESTE CABLE NO VALE PARA ESTA INSTALACIÓN (A falta de comprobar el criterio de la corriente de cortocircuito)

La máxima caída de tensión que se obtiene con el cable que se está analizando es de #iDIV/0! V, lo que equivale a un #iDIV/0! % de la tensión nominal U del cable (U = 400 V). Esta caída de tensión (e_g) se ha calculado con un error de iteración igual a #iDIV/0! %.

Se desea que la máxima caída de tensión en este cable no supere los 13,9 V,

#iDIV/0!

#iDIV/0!

Teniendo en cuenta el efecto de la temperatura del cable se obtiene una nueva distribución de corrientes. La mayor de estas corrientes vale 40,0 A

Esta corriente ha sido calculada con un error del 0,00 %.
 El cable de S = 6 mm² aguanta una $I_{\text{máx}} = 0$ A. Esto significa que el factor de carga ($I/I_{\text{máx}}$) llega a valer ##### %.

!!! CUIDADO: LA CORRIENTE EN ALGÚN TRAMO DE LA LÍNEA ES SUPERIOR A $I_{\text{máx}}$!!!

DISTRIBUCIÓN DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y DE CORRIENTES EN LA LÍNEA:

LINEA b (S_)

Caídas de tensión en los nudos y corrientes en los tramos de la línea:

Nudo j	e desde el origen e_j (V)	e desde el origen e_j (%)	Tramo de la línea j-1, j	Corriente del tramo $I_{j-1,j}$ (A)
1	0,00	0,00	--	0,00
2	#iDIV/0!	#iDIV/0!	1-2	40,00
3	#iDIV/0!	#iDIV/0!	2-3	25,50
4	#iDIV/0!	#iDIV/0!	3-4	0,00
5	#iDIV/0!	#iDIV/0!	4-5	0,00
6	#iDIV/0!	#iDIV/0!	5-6	0,00
7	#iDIV/0!	#iDIV/0!	6-7	0,00
8	#iDIV/0!	#iDIV/0!	7-8	0,00
9	#iDIV/0!	#iDIV/0!	8-9	0,00
10	#iDIV/0!	#iDIV/0!	9-10	0,00
11	#iDIV/0!	#iDIV/0!	10-11	0,00
12	#iDIV/0!	#iDIV/0!	11-12	0,00
13	#iDIV/0!	#iDIV/0!	12-13	0,00
14	#iDIV/0!	#iDIV/0!	13-14	0,00
15	#iDIV/0!	#iDIV/0!	14-15	0,00

Nudo j	e desde el origen e_j (V)	e desde el origen e_j (%)	Tramo de la línea j-1, j	Corriente del tramo $I_{j-1,j}$ (A)
16	#iDIV/0!	#iDIV/0!	15-16	0,00
17	#iDIV/0!	#iDIV/0!	16-17	0,00
18	#iDIV/0!	#iDIV/0!	17-18	0,00
19	#iDIV/0!	#iDIV/0!	18-19	0,00
20	#iDIV/0!	#iDIV/0!	19-20	0,00
21	#iDIV/0!	#iDIV/0!	20-21	0,00
22	#iDIV/0!	#iDIV/0!	21-22	0,00
23	#iDIV/0!	#iDIV/0!	22-23	0,00
24	#iDIV/0!	#iDIV/0!	23-24	0,00
25	#iDIV/0!	#iDIV/0!	24-25	0,00
26	#iDIV/0!	#iDIV/0!	25-26	0,00
27	#iDIV/0!	#iDIV/0!	26-27	0,00
28	#iDIV/0!	#iDIV/0!	27-28	0,00
29	#iDIV/0!	#iDIV/0!	28-29	0,00
30	#iDIV/0!	#iDIV/0!	29-30	0,00

Punto de mínima tensión:

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo #iDIV/0!, a una distancia de #iDIV/0! m del nudo #iDIV/0!, es decir, a una distancia de #iDIV/0! m del origen de la línea (nudo 1).
 La caída de tensión desde el origen al punto de máxima caída de tensión es #iDIV/0! V, lo que equivale al #iDIV/0! % de la tensión nominal (U = 400 V).
 El cálculo iterativo de la caída de tensión máxima e_g tiene un error del #iDIV/0! %

CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS TENIENDO EN CUENTA SU TEMPERATURA Y SU REACTANCIA INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS FINALES Y RESULTADOS OBTENIDOS

LINEA b (S+)

RESULTADOS PREVIOS

Suponiendo la resistividad constante e igual a $\rho_{\text{máx}} = 0,024 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ se ha obtenido que la sección a utilizar debe ser superior a $S'' = 9,2 \text{ mm}^2$ y debe ser capaz de soportar, al menos, una corriente $I_{\text{mayor}} = 40,0 \text{ A}$

(Desplácese hacia la derecha para ver la explicación del procedimiento para calcular la sección definitiva que se debe utilizar para esta línea teniendo en cuenta tanto la temperatura como la reactancia del cable) ----->

DATOS FINALES

Temperatura ambiente (θ_0) = 40 °C				$(\theta_0 = 40^{\circ}\text{C}$ en cables tendidos al aire y 25°C en cables enterrados)							
Coeficiente variación de resistividad con la temperatura (α) = 0,0039 °C ⁻¹				$(\alpha = 0,0039 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ para el cobre y el aluminio)							
(k _{θ0} = 0,847)											
(S/S'' = 1,086)				Resistencia por kilómetro (r)		Caídas de tensión unitaria (e _u)					
Sección (mm ²)	I _{máx} (A)	ρ _{máx} (Ω.mm ² /m)	x (Ω/km)	r (Ω/km)	θ (°C)	e _{uA} (V/km y A)	cosφ _A	e _{uB} (V/km y A)	cosφ _B	θ (°C)	Nº de fases
10	64	0,023094008	0,105847538	-	20	4	1	3,31	0,8	90	3

RESULTADOS FINALES

ESTE CABLE SI VALE PARA ESTA INSTALACIÓN (A falta de comprobar el criterio de la corriente de cortocircuito)

La máxima caída de tensión que se obtiene con el cable que se está analizando es de **11,08 V**, lo que equivale a un **2,77 %** de la tensión nominal U del cable (U = 400 V). Esta caída de tensión (e_u) se ha calculado con un error de iteración igual a **0,00 %**.
Se desea que la máxima caída de tensión en este cable no supere los 13,9 V.

Teniendo en cuenta el efecto de la temperatura del cable se obtiene una nueva distribución de corrientes. La mayor de estas corrientes vale **40,0 A**.
Esta corriente ha sido calculada con un error del **0,00 %**.
El cable de S = 10 mm² aguanta una $I_{\text{máx}} = 64 \text{ A}$. Esto significa que el factor de carga ($I/I_{\text{máx}}$) llega a valer **62,50 %**.

DISTRIBUCIÓN DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y DE CORRIENTES EN LA LÍNEA:

LINEA b (S+)

Caídas de tensión en los nudos y corrientes en los tramos de la línea:

Nudo j	e desde el origen e_j (V)	e desde el origen e_j (%)	Tramo de la línea j-1, j	Corriente del tramo $I_{j-1,j}$ (A)
1	0,00	0,00	--	0,00
2	6,82	1,71	1-2	40,00
3	11,08	2,77	2-3	25,50
4	11,08	2,77	3-4	0,00
5	11,08	2,77	4-5	0,00
6	11,08	2,77	5-6	0,00
7	11,08	2,77	6-7	0,00
8	11,08	2,77	7-8	0,00
9	11,08	2,77	8-9	0,00
10	11,08	2,77	9-10	0,00
11	11,08	2,77	10-11	0,00
12	11,08	2,77	11-12	0,00
13	11,08	2,77	12-13	0,00
14	11,08	2,77	13-14	0,00
15	11,08	2,77	14-15	0,00

Nudo j	e desde el origen e_j (V)	e desde el origen e_j (%)	Tramo de la línea j-1, j	Corriente del tramo $I_{j-1,j}$ (A)
16	11,08	2,77	15-16	0,00
17	11,08	2,77	16-17	0,00
18	11,08	2,77	17-18	0,00
19	11,08	2,77	18-19	0,00
20	11,08	2,77	19-20	0,00
21	11,08	2,77	20-21	0,00
22	11,08	2,77	21-22	0,00
23	11,08	2,77	22-23	0,00
24	11,08	2,77	23-24	0,00
25	11,08	2,77	24-25	0,00
26	11,08	2,77	25-26	0,00
27	11,08	2,77	26-27	0,00
28	11,08	2,77	27-28	0,00
29	11,08	2,77	28-29	0,00
30	11,08	2,77	29-30	0,00

Punto de mínima tensión:

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo **3-4**, a una distancia de **0,0 m** del nudo **3**, es decir, a una distancia de **100,0 m** del origen de la línea (nudo 1).
La caída de tensión desde el origen al punto de máxima caída de tensión es **11,08 V**, lo que equivale al **2,77 %** de la tensión nominal (U = 400 V).
El cálculo iterativo de la caída de tensión máxima e_u tiene un error del **0,00 %**