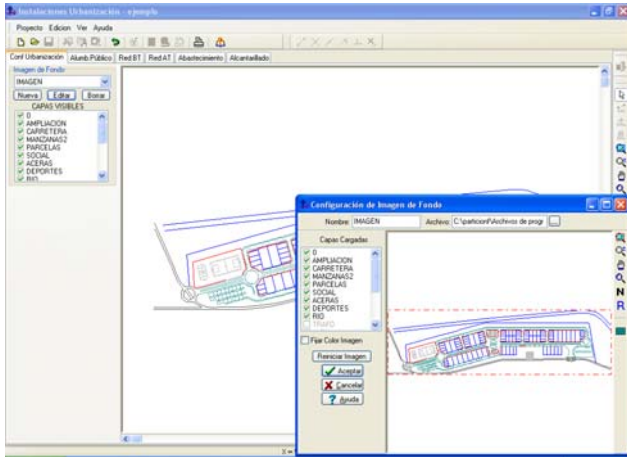


REDBT – Redes Eléctricas de Distribución B.T.

Presentación

El programa **REDBT** es uno de los módulos del paquete integrado de instalaciones en urbanización. Un módulo común para todas las instalaciones del paquete es la “**Configuración de la urbanización**”. Este módulo permite definir gráficamente la urbanización donde dibujar todas las infraestructuras (electricidad, abastecimiento, etc).

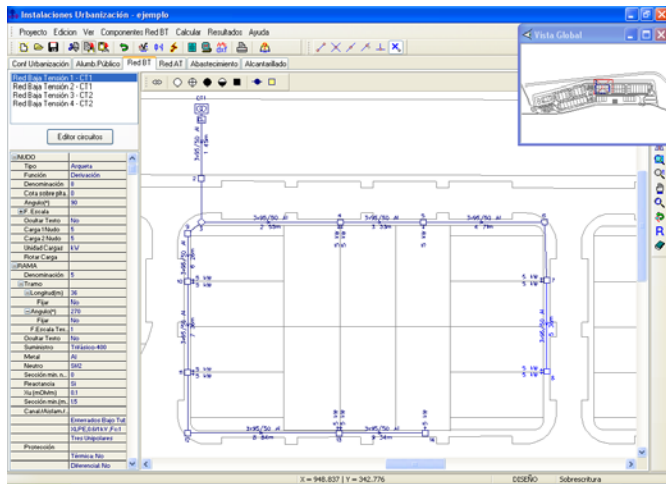


Visión general del módulo Configuración Urbanización

- Posibilidad de cargar el dibujo de la urbanización en *DWG*, *DXF*, *BMP*, *TIF* y *JPG*.
- Posibilidad de activar o desactivar *capas* de las imágenes importadas.
- Posibilidad de cambiar el *color* de las imágenes importadas.
- Posibilidad de capturar sólo una *zona* de la imagen de fondo.

A grandes rasgos, el programa REDBT presenta 6 zonas bien diferenciadas.

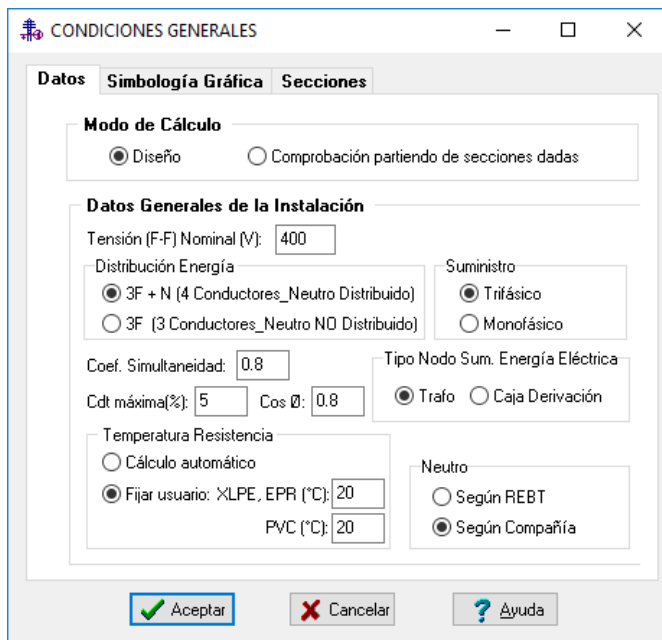
- **Menú general** de opciones (Proyecto, Edición, Ver, Nudos, Cálculos, Resultados y Ayuda).
- Botonera de **acceso directo** a los comandos más usuales (nuevo, abrir, salvar, cortar líneas y/o nudos, copiar líneas y/o nudos, pegar líneas y/o nudos, deshacer, calcular el proyecto a calentamiento y caída de tensión, calcular el proyecto a sobrecargas, calcular el proyecto a cortocircuito, acceder al anexo de cálculo, acceder a la medición del proyecto, generar los esquemas en fichero DXF, imprimir, presentación previa, acceso a las bases de datos y ayuda).
- Paleta de **Componentes Gráficos (tipo de nudos)** para la definición de la red eléctrica (centro de transformación, arquetas, postes, etc).
- Paleta de **Herramientas** con todas las **funciones gráficas de diseño** (enlace de nudos, incluso posibilidad de hacer redes malladas, rotar, modo orto, zoom ventana, zoom en tiempo real, encuadre en tiempo real, zoom previo, zoom todo, redibuja y borrar líneas).
- Ventana de **Propiedades de Componentes**, donde definir los datos y parámetros de cada nudo y línea (longitud de la línea, suministro, metal, reactancia, aislamiento, canalización y polaridad, protecciones, etc).
- Zona de **edición gráfica**, donde se dibuja la red eléctrica (es la zona donde se ve reflejado este ejemplo).



Visión general del programa REBDBT

- *Control total* de la instalación, pues es posible observar el dibujo completo de la red de un simple vistazo.
- *Diseño* de la instalación de forma muy sencilla e intuitiva.
- *Accesibilidad* instantánea a todas las opciones y funciones que incorpora el programa.
- *Modificación* instantánea de cualquier dato o parámetro de un nudo, línea o conjunto de éstos, con una simple selección de la zona deseada y aplicación de los nuevos valores.

A la hora de calcular un proyecto, se puede acceder a las **Condiciones Generales** y consultar, definir o modificar los datos o hipótesis de partida. Los valores por defecto son los más usuales y están de acuerdo al Reglamento de B.T. (RD 842/2002).



Condiciones generales del proyecto

- Optimización de la instalación, trabajando en modo de cálculo *diseño*, o *comprobación* de instalaciones existentes.
- Tensión del proyecto y caída de tensión máxima. Conexión a trafo o a una caja de derivación existente.
- Coeficiente de simultaneidad.
- Cálculo automático de la temperatura del cable para calcular la conductividad y resistividad eléctrica (XLPE, EPR y PVC).
- Distribución de la energía en 3F+N o 3F.
- Posibilidad de trabajar con la gama de secciones que el usuario desee o exija la compañía eléctrica.

Para realizar el cálculo de una red eléctrica de distribución, se accederá a la **Paleta de Componentes (tipos de nudos)**, se hará un clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono deseado (centro de transformación, arqueta, etc), se desplazará hasta la **zona de edición gráfica** elegida por el usuario y se hará otro clic sobre el botón izquierdo. Cada vez que se hace un clic, en la zona de edición gráfica, se introduce en la red un nudo (arqueta, etc) y un tramo de línea eléctrica (de cobre o aluminio, con un aislamiento determinado, etc) que lo une al nudo anterior, del que parte.

De gran ayuda resulta disponer de la planta de la urbanización, polígono industrial, etc, cargada como imagen de fondo (DWG, DXF, BMP o TIF), pues con sólo ir colocando los nudos en los lugares deseados por el usuario, quedará establecida automáticamente la distancia entre ellos. También es posible prefijar esta distancia.

De esta manera tan sencilla se realiza un proyecto con muchos nudos en muy pocos minutos.

Las **características de nudos y líneas** (potencia de una acometida, longitud de una rama, etc), en el proceso de introducción de la red, quedarán definidas en la **Ventana de Propiedades** (datos y parámetros). Esta ventana también se utilizará para modificar características de nudos y líneas ya dibujados.

Red Baja Tensión 1 - CT1
Red Baja Tensión 2 - CT1
Red Baja Tensión 3 - CT2
Red Baja Tensión 4 - CT2

Ventana de Propiedades

- *Editor de circuitos*, para calcular diferentes redes eléctricas dentro del mismo proyecto.

- *Tipo nudo*, para la modificación de uno o varios nudos ya introducidos.

- *Denominación* de nudos y líneas, para su identificación en el anexo de cálculo. Carga en los nudos de la red (A, W, kW o CV).

- Posibilidad de *fixar la longitud de una línea y el ángulo* (coordenadas polares).

- *Metal* utilizado.

- Posibilidad de calcular con o sin *reactancia*.

- En modo de cálculo *Comprobación*, posibilidad de *fixar la sección y el número de conductores por fase*.

- Consultar, definir o modificar el aislamiento, la canalización y la polaridad de la línea (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores).

- Incorporación de *protecciones* (térmica, diferencial y sobretensiones) en los lugares establecidos por el usuario o recomendados por el programa.

Editor circuitos	
INUDO	
Tipo	Arqueta
Función	Paso
Denominación	2
Cota sobre pila	0
Angulo(*)	270
F. Escala	
Ocultar Texto	No
Rotar Carga	
RAMA	
Denominación	1
Tramo	
Longitud(m)	28
Fijar	No
Angulo(*)	270
Fijar	No
F. Escala Text.	1
Ocultar Texto	No
Metal	Al
Neutro	S/H2
Sección mín. n.	0
Reactancia	Si
Xu (mOhm)	0.1
Sección mín.(m.)	1.5
Canal/Aislam.f.	
Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)	
0.6/1 kV, XLPE, Fc:1	
FV-Al Eca, Tres Unipolares	
Protección	
Térmica: Fusible	
Diferencial: No	
Sobretensiones: No	

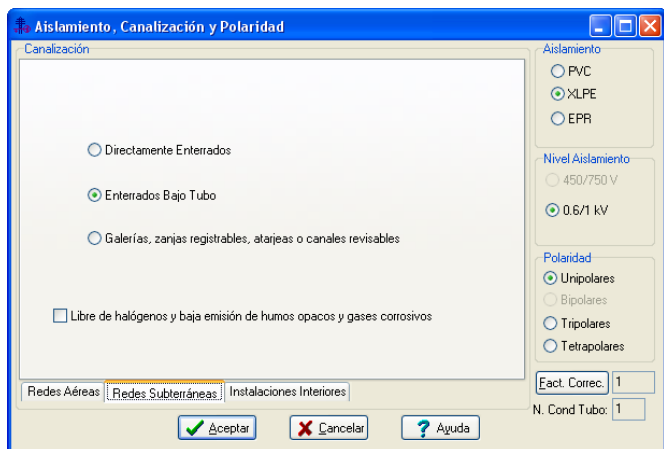
Opciones de Aislamiento, Canalización y Polaridad

- Redes aéreas (ITC-BT-06), Redes subterráneas (ITC-BT-07 y UNE 211435) e Instalaciones interiores (ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52). Factores de corrección por instalación y temperatura.

- Aislamiento: PVC, Polietileno Reticulado y Etileno-propileno.

- Nivel Aislamiento (fase-tierra y fase-fase): 450/750 V y 0,6/1 kV.

- Polaridad: Unipolares o Multiconductores.



Una vez diseñada la red eléctrica, el programa **calcula automáticamente** todas las secciones a calentamiento y caída de tensión y la protección a sobrecargas y cortocircuitos, aplicando para ello **cálculo matricial, algoritmos de optimización**, etc.

Una vez calculado el proyecto se puede acceder a los **resultados** desde tres puntos de vista:

- Haciendo un **zoom ventana** sobre el dibujo y observando minuciosamente todos los datos obtenidos.
- Accediendo a los **resultados del proyecto**: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculos, Pliego de Condiciones, Medición y Planos.
- Abriendo las ventanas de **Resultados de Líneas, Resultados de Nudos y Resultados de Cortocircuito**.

Rama	N.Orig.	N.Dest.	Long.(m)	I.Cál.(A)	Sección(mm²)	I.Adm.(A)	Prot.Térmica	In/Sens.Diferenc.
1	CT1	3	45	101.04	3x95/50	175	Fusibles 125A	
2	3	4	55	50.52	3x95/50	175		
3	4	5	33	36.09	3x95/50	175		
4	5	7	71	28.87	3x95/50	175		
5	7	8	36	14.43	3x95/50	175		
6	3	10	26	50.52	3x95/50	175		
7	10	11	36	36.09	3x95/50	175		

Ventana de resultados de líneas

- Longitud de cada línea, intensidad de cálculo por línea, sección elegida, intensidad máxima admisible de la sección y protección del conductor por interruptor automático o fusibles.

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión(V)	C.d.t.(%)	Carga	IK3max(kA)	IK1max(kA)	IK1min(kA)	IK2max(kA)	IK2min(kA)
CT1	0	400	0	202.073(112 kW)	23.11053		20.97308		
3	2.629		0.657	0 A(0 kW)	15.38305		6.52266		
4	4.158		1.04	-28.87 A(-16 kW)	10.54191		3.29379		
5	4.808		1.202	-14.43 A(-8 kW)	8.81722		2.5324		
7	5.922		1.481	-28.87 A(-16 kW)	6.49259		1.68919		
8	6.204		1.551*	-28.87 A(-16 kW)	5.72064		1.44485		
10	3.352		0.838	-28.87 A(-16 kW)	12.67752		4.46723		
11	4.061		1.015	-28.87 A(-16 kW)	10.12463		3.09663		
13	5.047		1.262	-28.87 A(-16 kW)	6.82401		1.79899		
14	5.18		1.295	-14.43 A(-8 kW)	6.01921		1.53754		

Ventana de resultados de nudos

- Caída de tensión acumulada (voltios), caída de tensión acumulada (%), carga (kW) e intensidad de cortocircuito máximo y mínimo en cada nudo.

Rama	N.Orig.	N.Dest.	IKmax(kA)	PdeC(kA)	IKmin(kA)	In: Curvas
1	CT1	3	23.11054	50	6.52266	250
2	3	4	15.38305		3.29379	
3	4	5	10.54191		2.5324	
4	5	7	8.81722		1.68919	
5	7	8	6.49259		1.44485	
6	3	10	15.38305		4.46723	
7	10	11	12.67752		3.09663	
8	11	13	10.12463		1.79899	
9	13	14	6.82401		1.53754	

Ventana de resultados de cortocircuito

- Intensidad de c.c. máximo en origen de línea, poder de corte, intensidad de c.c. mínimo en fin de línea, curva válida, etc.

Características Principales

Proyecto

- Crear un proyecto **nuevo**.
- **Abrir** un proyecto existente.
- **Salvar** un proyecto a disco.
- Salvar un proyecto existente con otro nombre diferente al que se identificó por primera vez (**salvar como**) y así tener dos proyectos iguales con nombres diferentes.
- Cargar una **imagen de fondo** en formato DXF, DWG, BMP o TIF (planos vectoriales o escaneados), que nos servirá para diseñar la red gráficamente, olvidándonos de la incómoda toma de datos previos que siempre era necesaria antes de introducir los trabajos en el ordenador (longitud de ramas, ángulos, etc), pues al diseñar y dibujar sobre un plantilla real, con sólo posicionar el cursor del ratón en la zona de edición gráfica, obtenemos las coordenadas de cada nudo.
- Acceder a las **condiciones generales** del proyecto que se vaya a realizar. Esta opción permite:
 - Trabajar en modo *diseño*, optimizando la instalación, o *comprobar* instalaciones existentes.
 - Definir o modificar la *tensión Fase-Fase* de trabajo.
 - Fijar la *caída de tensión máxima*.
 - Partir de un *transformador* o *caja de derivación* de una red existente para calcular las corrientes de cortocircuito.
 - Definir el *coeficiente de simultaneidad* para calcular la red eléctrica.
 - Fijar el $\cos \varphi$ (factor de potencia).
 - Cálculo automático de la temperatura para calcular la conductividad y resistividad eléctrica (XLPE, EPR: 90 °C, PVC: 70 °C, 20 °C para todos los aislamientos, etc).
 - Consultar o modificar la *simbología gráfica* de los iconos a utilizar en el diseño de la red eléctrica.
 - *Escalar automáticamente* el tamaño de los símbolos y textos en el dibujo de la red eléctrica.
 - Posibilidad de trabajar con la gama de secciones que el usuario desee o que exija la compañía eléctrica (en redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores).
- Acceder a las **bases de datos** del programa, para su consulta, modificación o ampliación. Estas contienen:
 - *Conductores desnudos*, según ITC-BT-06.
 - *Conductores trenzados para redes aéreas, XLPE, 0,6/1 kV*, según ITC-BT-06.
 - *Redes subterráneas, 0,6/1 kV*, según ITC-BT-07 y UNE 211435.
 - *Instalaciones Interiores*, según ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52.
 - *Factores de corrección por temperatura* para todos los tipos de canalizaciones (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores; ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19 y norma UNE UNE-HD 60364-5-52).
 - *Factores de corrección por instalación* para todos los tipos de canalizaciones (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores; ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19 y norma UNE UNE-HD 60364-5-52).
 - *Protecciones (fusibles, interruptores magnetotérmicos-automáticos e interruptores diferenciales)*.
 - *Tensión de cortocircuito en trafos (%)*, *poderes de corte e intensidad de fusión de fusibles en 5 s*.
 - *Tubos* para canalizaciones fijas en superficie, canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y canalizaciones enterradas (ITC-BT-21).
- Seleccionar o cambiar el **editor de textos** que lleva el programa por defecto y dar la posibilidad de visualizar la memoria descriptiva, el anexo de cálculo, el pliego de condiciones y la medición en otro elegido por el usuario (word, wordperfect, etc).
- **Fijar la escala de impresión** o **ajustar** al formato deseado.
- Hacer una **presentación previa** del esquema de la red antes de la salida directa a impresora o a ploter.
- **Imprimir** el gráfico que se esté viendo en ese momento en la zona de edición gráfica.

Edición

- **Deshacer** operaciones realizadas anteriormente.
- **Cortar** líneas y nudos de la red eléctrica.

- **Copiar** líneas y nudos de la red eléctrica.
- **Pegar** líneas y nudos, anteriormente cortados o copiados, en determinados lugares de la urbanización, polígono industrial, etc.
- **Enlazar** nudos de la red eléctrica, incluso posibilidad de hacer mallas o anillos cerrados.
- Trabajar en **modo Orto**, definiendo la red según unos ejes ficticios de un sistema de coordenadas cartesianas X,Y.
- **Rotar** partes o toda la red eléctrica.
- **Borrar** líneas y nudos de la red eléctrica.

Ver

- La **Ventana de Resultados de Nudos**, para observar los cálculos de la caída de tensión acumulada (V y %), la tensión y carga de cada nudo y la intensidad de cortocircuito.
- La **Ventana de Resultados de Líneas**, para observar la intensidad de cálculo de cada línea, la sección elegida, la intensidad máxima admisible y la protección seleccionada.
- La **Ventana de Resultados de Cortocircuito**, para observar la intensidad permanente de cortocircuito en origen y fin de línea, el poder de corte de los elementos de protección, etc.
- La lista de **Mensajes** de errores o advertencias.
- **Redibujar** el esquema.
- **Zooms** de todo tipo (zoom ventana, zoom en tiempo real, encuadre en tiempo real, zoom previo, zoom todo, etc).
- **Vista global**, con el fin de no perder nunca la referencia de la zona del dibujo en la que estamos trabajando.
- Visualizar u ocultar **una imagen** de fondo (planta de una urbanización, etc) anteriormente cargada.
- Visualizar u ocultar los **nudos-ramas**, el texto de los nudos y el texto de las ramas de la red eléctrica.
- Cambiar el **color de fondo** de la zona de edición gráfica.

Nudos

- **Paleta de Componentes Gráficos (tipos de nudos)** para diseñar el esquema de la red eléctrica (centro de transformación, arqueta, postes, caja de derivación para redes posadas, etc).

Ventana de Propiedades

- **Tipo nudo**, para la modificación de uno o varios nudos ya introducidos.
- **Denominación** de nudos y líneas, para su identificación en el anexo de cálculo. Carga en cada nudo de la red (A, W, kW o CV).
- Posibilidad de **fixar la longitud de una línea y el ángulo** (coordenadas polares).
- **Metá** utilizado (Cu o Al). Conductor **Neutro**.
- Posibilidad de calcular con o sin **reactancia**.
- En modo de cálculo **Comprobación**, posibilidad de **fixar la sección y el número de conductores por fase**.
- Consultar, definir o modificar el aislamiento, la canalización y la polaridad de la línea (redes aéreas según ITC-BT-06, redes subterráneas según ITC-BT-07 y UNE 211435 e instalaciones interiores según ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52).
- Incorporación de **protecciones** (térmica por interruptor automático o fusibles, diferencial y sobretensiones) en los lugares establecidos por el usuario o recomendados por el programa.

Cálculos

- **Proyecto**. Cálculo de secciones a calentamiento y caída de tensión, cálculo del diámetro exterior del tubo (cuando exista) y cálculo de la protección diferencial (si fuese necesario) y de la protección a sobretensiones. Métodos de cálculo: cálculo matricial, algoritmos de optimización, etc. Posibilidad de diseñar instalaciones, comprobar instalaciones existentes o adaptar instalaciones a gusto del usuario dando mensajes de error si no cumplen técnicamente.
- **Sobrecargas**. Cálculo, análisis y capacidad de la instalación para soportar las sobreintensidades – sobrecargas. Obtención automática del calibre de los elementos de protección (interruptores magnetotérmicos-automáticos y fusibles).
- **Cortocircuito**. Cálculo de las sobreintensidades – cortocircuitos. Obtención del poder de corte de los elementos de protección y corte.

Resultados

- La **Memoria Descriptiva** muestra las características de la red de distribución. Permite ser cargada en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- El **Anexo de cálculo** proporciona un resumen de fórmulas generales y de cortocircuito, los resultados obtenidos para las distintas *líneas* (longitud, metal, reactancia, canalización, aislamiento, polaridad, intensidad de cálculo por línea, calibre de las protecciones, secciones calculadas, intensidad máxima admisible, factor de corrección y diámetro de tubo cuando exista) y *nudos* (caída de tensión acumulada, tensión y carga de cada nudo), y el cálculo completo a *cortocircuito* (intensidad de cortocircuito en origen y fin de línea, poder de corte de los elementos de protección, curvas electromagnética válidas, etc). Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- El **Pliego de Condiciones** muestra de forma minuciosa las características constructivas y de ejecución de todas las instalaciones proyectadas, así como las responsabilidades que debe asumir cada una de las partes que intervienen en la ejecución de la obra. Permite ser cargado en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- La **Medición** muestra el cómputo de toda la aparamenta eléctrica que interviene en el cálculo. Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- Los **Esquemas** unifilares muestran las características generales del proyecto calculado. Salida directa a impresora o generación en fichero DXF, de intercambio con cualquier programa de CAD.

Ayudas

- El programa proporciona **ayudas técnicas** muy didácticas de cada una de las opciones y campos establecidos. Incorpora también filosofía de trabajo del programa, ejemplos prácticos resueltos, etc. Toda esta información queda además recogida en los manuales correspondientes.

Memoria Descriptiva

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.
2. OBJETO DEL PROYECTO.
3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
4. EMPLAZAMIENTO.
5. SUMINISTRO DE LA ENERGÍA.
6. PREVISIÓN DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.
7. TRAZADO DE LA RED ELÉCTRICA.
8. CANALIZACIONES.
 - 8.1. CANALIZACIONES DIRECTAMENTE ENTERRADAS.
 - 8.2. CANALIZACIONES ENTERRADAS BAJO TUBO.
9. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.
 - 9.1. CRUZAMIENTOS.
 - 9.2. PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.
10. CONDUCTORES.
11. EMPALMES Y CONEXIONES.
12. SISTEMAS DE PROTECCIÓN.
13. UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.
14. PLANOS.
15. CONCLUSIÓN.

SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
 - 1.1. INTRODUCCIÓN.
 - 1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.
 - 1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.
 - 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
 - 2.1. INTRODUCCIÓN.
 - 2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

3.1. INTRODUCCIÓN.

3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

4.1. INTRODUCCIÓN.

4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

5.1. INTRODUCCIÓN.

5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Anexo de cálculos

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos\varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3}: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2}: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1}: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / S_{cc} \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ \quad \text{UNE_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL, Z_N, Z_{PE}: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ: Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CT1	3	45	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	202,07	250		3x240/150	305/1	225
2	3	4	55	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	101,04			3x240/150	305/1	225
3	4	5	33	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	72,17			3x240/150	305/1	225
4	5	7	71	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	57,74			3x240/150	305/1	225
5	7	8	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	28,87			3x240/150	305/1	225
6	3	10	26	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	101,04			3x240/150	305/1	225
7	10	11	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	72,17			3x240/150	305/1	225
8	11	13	84	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	43,3			3x240/150	305/1	225
9	13	14	34	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI Eca 3 Unp.	14,43			3x240/150	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
CT1	0	400	0	202,073(112 kW)	23,11053		20,97308		
3	2,629		0,657	0 A(0 kW)	15,38305		6,52266		
4	4,158		1,04	-28,87 A(-16 kW)	10,54191		3,29379		
5	4,808		1,202	-14,43 A(-8 kW)	8,81722		2,5324		
7	5,922		1,481	-28,87 A(-16 kW)	6,49259		1,68919		
8	6,204		1,551*	-28,87 A(-16 kW)	5,72064		1,44485		
10	3,352		0,838	-28,87 A(-16 kW)	12,67752		4,46723		
11	4,061		1,015	-28,87 A(-16 kW)	10,12463		3,09663		
13	5,047		1,262	-28,87 A(-16 kW)	6,82401		1,79899		
14	5,18		1,295	-14,43 A(-8 kW)	6,01921		1,53754		

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

CT1-3-4-5-7-8 = 1.55 %

CT1-3-10-11-13-14 = 1.3 %

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	CT1	3	23,11054	50	6,52266	250
2	3	4	15,38305		3,29379	
3	4	5	10,54191		2,5324	
4	5	7	8,81722		1,68919	
5	7	8	6,49259		1,44485	
6	3	10	15,38305		4,46723	
7	10	11	12,67752		3,09663	
8	11	13	10,12463		1,79899	
9	13	14	6,82401		1,53754	

Pliego de Condiciones

Condiciones Generales

1. OBJETO.
2. CAMPO DE APLICACIÓN.
3. DISPOSICIONES GENERALES.
 - 3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.
 - 3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.
 - 3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.
4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.
 - 4.1. DATOS DE LA OBRA.
 - 4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.
 - 4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.
 - 4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL.
 - 4.5. ORGANIZACIÓN.
 - 4.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.
 - 4.7. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS.
 - 4.8. PLAZO DE EJECUCIÓN.
 - 4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.
 - 4.10. PERIODOS DE GARANTÍA.
 - 4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.
 - 4.12. PAGO DE OBRAS.
 - 4.13. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.
5. DISPOSICIÓN FINAL.

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión

1. OBJETO.
2. CAMPO DE APLICACIÓN.
3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.
 - 3.1. TRAZADO DE ZANJAS.
 - 3.2. APERTURA DE ZANJAS.

3.3. CANALIZACIÓN.

3.4. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

3.5. TENDIDO DE CABLES.

3.6. PROTECCIÓN MECÁNICA.

3.7. SEÑALIZACIÓN.

3.8. IDENTIFICACIÓN.

3.9. CIERRE DE ZANJAS.

3.10. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

3.11. PUESTA A TIERRA.

3.12. MONTAJES DIVERSOS.

4. MATERIALES.

5. RECEPCIÓN DE OBRA.

Medición

MEDICION DE CABLES

<u>Sección(mm²)</u>	<u>Metal</u>	<u>Design</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
150	Al	RV-Al Eca	Unipolar	420		
240	Al	RV-Al Eca	Unipolar	1.260		

MEDICION DE TUBOS.

<u>Diámetro interior(mm)</u>	<u>Total metros</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
225	420		

MEDICION DE PROTECCIONES.

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
Fusibles	250	4		

MEDICION DE DIFERENCIALES.

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Sensibilidad(mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
--------------------	------------------	-------------------------	-----------------	------------------	----------------------