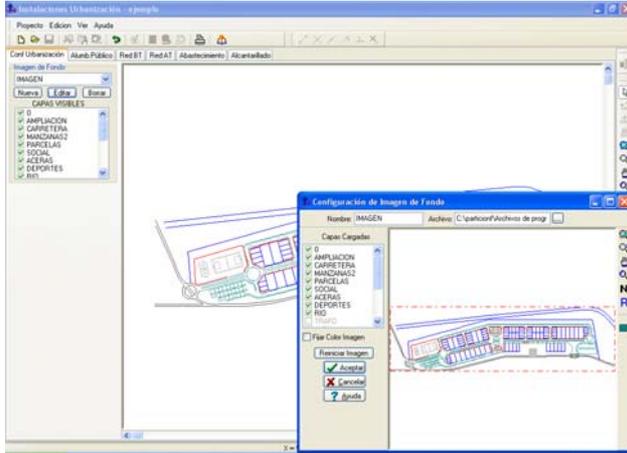


# REDAT – Redes Eléctricas de Distribución A.T.

## Presentación

El programa **REDAT** 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).

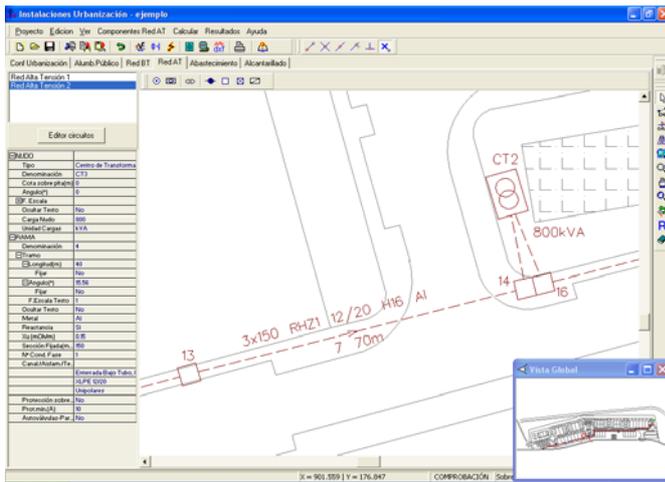


### Visión general del módulo Configuración Urbanización

- 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 REDAT presenta 6 zonas bien diferenciadas.

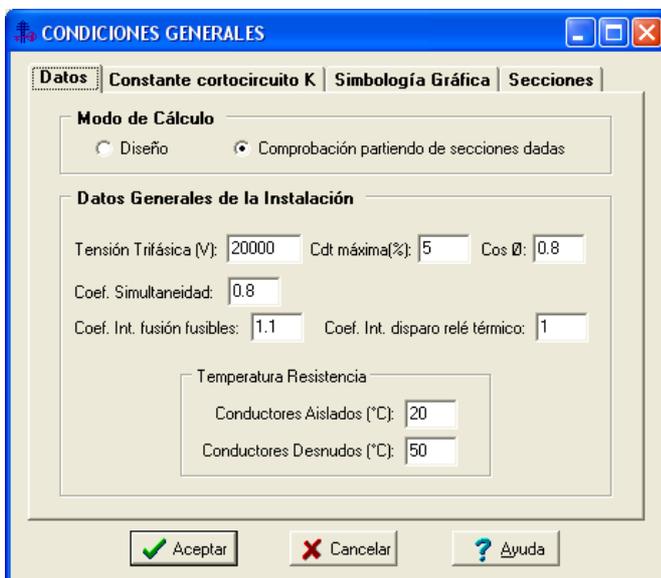
- **Menú general** de opciones (Proyecto, Edición, Ver, Nudos, Cálculos, Resultados y Ayuda).
- Botonera de **acceso directo** a los comandos más usuales (nuevo, abrir, salvar, cortar líneas y/o nudos, copiar líneas y/o nudos, pegar líneas y/o nudos, deshacer, calcular el proyecto a calentamiento y caída 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 (conexión a red AT existente, 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, 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 REDAT

- **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.



## 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. Factor de potencia.
- Coeficiente de simultaneidad.
- Temperatura de trabajo del conductor, con el fin de obtener la resistividad real.
- Coeficientes, condiciones de trabajo y simbología gráfica para cada proyecto.
- 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 (conexión a red AT, 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, TIF o JPEG), 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 un centro de transformación, 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.



**Resultados Ramas RedAT**

| Rama | N.Orig. | N.Dest. | Long.(m) | I.Cál.(A) | Sección(mm²) | I.Adm.(A) | Prot.Térmica |
|------|---------|---------|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| 1    | Ent     | 2       | 82       | 69.98     | 3x54.6       | 199       | 80           |
| 2    | 2       | 3       | 19       | 69.98     | 3x150        | 245       |              |
| 3    | 3       | CT1     | 52       | 69.98     | 3x150        | 245       |              |
| 4    | CT1     | 13      | 295      | 51.5      | 3x150        | 275       |              |
| 6    | CT2     | CT3     | 369      | 33.03     | 3x150        | 245       |              |

### 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.

**Resultados Nudos RedAT**

| Nudo | C.d.t.(V) | Tensión(V) | C.d.t.(%) | Carga               |
|------|-----------|------------|-----------|---------------------|
| 3    | -8.355    | 19991.645  | 0.042     | 0 A(0 kVA)          |
| CT1  | -9.883    | 19990.117  | 0.049     | -18.476 A(-640 KVA) |
| 13   | -16.261   | 19983.738  | 0.081     | 0 A(0 kVA)          |
| CT2  | -17.774   | 19982.227  | 0.089     | -18.476 A(-640 KVA) |

### Ventana de resultados de nudos

- Caída de tensión acumulada (V), caída de tensión acumulada (%), tensión de cada nudo (V) y carga en cada nudo (A, kVA).

**Resultados Cortocircuito RedAT**

| Rama | N.Orig. | N.Dest. | Sección(mm²) | Iccc(A)  | Prot.térmica, In | PdeC(kA) |
|------|---------|---------|--------------|----------|------------------|----------|
| 1    | Ent     | 2       | 3x54.6       | 23309.15 | 80               | 25       |
| 2    | 2       | 3       | 3x150        | 44588.11 |                  |          |
| 3    | 3       | CT1     | 3x150        | 44588.11 |                  |          |
| 4    | CT1     | 13      | 3x150        | 42216.41 |                  |          |

### Ventana de resultados de cortocircuito

- Intensidad de c.c. soportada por el conductor, poder de corte de las protecciones, 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, TIF o JPEG (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* de trabajo.
  - Fijar la *caída de tensión máxima*.
  - Definir el *coeficiente de simultaneidad* para calcular la red eléctrica.
  - Fijar el  $\cos \varphi$  (factor de potencia).
  - Fijar un coeficiente para la *intensidad de fusión* de los *fusibles* (protección a sobrecargas según norma UNE 20.460-4-43).
  - Fijar un coeficiente para la *intensidad de disparo del relé térmico*.
  - Temperatura de trabajo del conductor, con el fin de obtener la resistividad real y poder calcular adecuadamente la caída de tensión.
  - Consultar o modificar las constantes para realizar el cálculo a c.c.
  - 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 (conductores aislados y desnudos).
- Acceder a las **bases de datos** del programa, para su consulta, modificación o ampliación. Estas contienen:
  - *Conductores desnudos para redes aéreas*.
  - *Conductores aislados para redes subterráneas, al aire y aéreas*.
  - *Factores de corrección por instalación y temperatura* para todos los tipos de canalizaciones (redes directamente enterradas, redes enterradas bajo tubo, redes al aire y redes aéreas).
  - *Protecciones (fusibles, interruptores automáticos, seccionadores-interruptores, relés térmicos y autoválvulas pararrayos)*.
  - *Poderes de corte*.
  - *Tubos*.
  - *Intensidad de c.c. admisible en las pantallas*.
- 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, 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.
- **Renumerar** todos los nudos y ramas de la red, por orden de introducción o recorrido en profundidad.
- **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 %) y la tensión y carga de cada nudo.
- 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 de cortocircuito soportada por los conductores, 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 (conexión a red AT, subestación transformadora, centro de transformación, bifurcación, arqueta, apoyo AT y centro de reflexión).

## 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, kVA).
- Posibilidad de **fijar la longitud de una línea y el ángulo** (coordenadas polares).
- **Tensión** de la línea. **Metal**: Cu, Al, Al-Ac y Al-Mg-Si.
- Posibilidad de calcular con o sin **reactancia**.
- En modo de cálculo **Comprobación**, posibilidad de **fijar la sección y el número de conductores por fase**.
- Consultar, definir o modificar el aislamiento, tensión de aislamiento, canalización y polaridad de la línea (redes directamente enterradas, redes enterradas bajo tubo, redes al aire y redes aéreas).
- Incorporación de **protecciones** (térmica por interruptor automático o fusibles, seccionadores y autoválvulas pararrayos) 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 pérdida de potencia activa en la línea. 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. Redes malladas y/o ramificadas.
- **Sobrecargas.** Cálculo, análisis y capacidad de la instalación para soportar las sobreintensidades – sobrecargas. Obtención automática del calibre de los elementos de protección (interruptores automáticos, fusibles, seccionadores y autoválvulas pararrayos).
- **Cortocircuito.** Cálculo, análisis y capacidad de la instalación para soportar las sobreintensidades – cortocircuitos. Obtención de la intensidad de c.c. máxima en la red, poder de corte de los elementos de protección y corte, intensidad de c.c. soportada por los conductores, etc. Comprobación de las pantallas de los cables aislados a c.c.

## 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, Designación UNE, polaridad, intensidad de cálculo por línea, 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), cálculo de las protecciones a sobreintensidades (automáticos o fusibles) y sobretensiones (autoválvulas pararrayos), cálculo de la pérdida de potencia activa y cálculo completo a *cortocircuito* (intensidad máxima de cortocircuito en la red, poder de corte de los elementos de protección, intensidad de c.c. soportada por los conductores, comprobación de las pantallas a c.c., etc). Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, 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, 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 **Planos** 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 INSTALACION.
2. OBJETO DEL PROYECTO.
3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
4. DESCRIPCION DE LA INSTALACION.
  - 4.1. TRAZADO.
  - 4.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.
  - 4.3. CLASE DE ENERGIA.
  - 4.4. MATERIALES.
  - 4.5. CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELECTRICA.
  - 4.6. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS.
5. PUESTA A TIERRA.
6. PROTECCIONES.
  - 6.1. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES.
  - 6.2. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

### **SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.
  - 1.1. INTRODUCCION.
  - 1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.
  - 1.3. SERVICIOS DE PREVENCION.
  - 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.
2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
  - 2.1. INTRODUCCION.
  - 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.
3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.
  - 3.1. INTRODUCCION.
  - 3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.
4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.
  - 4.1. INTRODUCCION.

4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

5.1. INTRODUCCION.

5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

# Anexo de Cálculos

## Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \text{Cos}\varphi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad a 20°. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28. Aleación Aluminio 31.

Cos  $\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en m $\Omega$ /m.

n = N° de conductores por fase.

## Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccM} = S_{cc} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo:

I<sub>pccM</sub>: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

S<sub>cc</sub>: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$* I_{cccs} = K_c \times S / (t_{cc})^{1/2}$$

Siendo:

I<sub>cccs</sub>: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "t<sub>cc</sub>".

S: Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>.

t<sub>cc</sub>: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

K<sub>c</sub>: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

## Red Alta Tensión 1

**Las características generales de la red son:**

Tensión(V): 25000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\varphi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20

- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito K<sub>c</sub>:

- PVC, Sección  $\leq$  300 mm<sup>2</sup>. K<sub>cCu</sub> = 115, K<sub>cAl</sub> = 76

- PVC, Sección  $>$  300 mm<sup>2</sup>. K<sub>cCu</sub> = 102, K<sub>cAl</sub> = 68

- XLPE. K<sub>cCu</sub> = 143, K<sub>cAl</sub> = 94

- EPR. K<sub>cCu</sub> = 143, K<sub>cAl</sub> = 94

- HEPR, U<sub>o</sub>/U  $>$  18/30. K<sub>cCu</sub> = 143, K<sub>cAl</sub> = 94

- HEPR, U<sub>o</sub>/U  $\leq$  18/30. K<sub>cCu</sub> = 135, K<sub>cAl</sub> = 89

- Desnudos. K<sub>cCu</sub> = 164, K<sub>cAl</sub> = 107, K<sub>cAl-Ac</sub> = 135

**A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Long. (m) | Metal/ Xu (mΩ/m) | Canal.   | Desig. UNE | Polar. | I. Cálculo (A) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | D. tubo (mm) | I. Admisi. (A)/Fci |
|-------|------------|------------|-----------|------------------|----------|------------|--------|----------------|----------------------------|--------------|--------------------|
| 1     | Entr       | ap1        | 150       | Al-Ac/0,33       | Desnudos |            | Unip.  | 14,55          | 3x54,6                     |              | 199/1              |
| 2     | ap1        | ap2        | 150       | Al-Ac/0,33       | Desnudos |            | Unip.  | 14,55          | 3x54,6                     |              | 199/1              |
| 3     | ap2        | ap3        | 150       | Al-Ac/0,33       | Desnudos |            | Unip.  | 14,55          | 3x54,6                     |              | 199/1              |
| 4     | ap3        | ap4        | 150       | Al-Ac/0,33       | Desnudos |            | Unip.  | 14,55          | 3x54,6                     |              | 199/1              |
| 5     | ap4        | CT1        | 153       | Al-Ac/0,33       | Desnudos |            | Unip.  | 14,55          | 3x54,6                     |              | 199/1              |

| Nudo | C.d.t. (V) | Tensión Nudo (V) | C.d.t. (%) | Carga Nudo         |
|------|------------|------------------|------------|--------------------|
| Entr | 0          | 25.000           | 0          | 14,55 A(630 kVA)   |
| ap1  | -2,966     | 24.997,035       | 0,012      | 0 A(0 kVA)         |
| ap2  | -5,931     | 24.994,068       | 0,024      | 0 A(0 kVA)         |
| ap3  | -8,897     | 24.991,104       | 0,036      | 0 A(0 kVA)         |
| ap4  | -11,862    | 24.988,137       | 0,047      | 0 A(0 kVA)         |
| CT1  | -14,887    | 24.985,113       | 0,06*      | -14,55 A(-630 KVA) |

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.**

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Pérdida Potencia Activa Rama.3RI <sup>2</sup> (kW) | Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI <sup>2</sup> (kW) |
|-------|------------|------------|--|--|
| 1     | Entr       | ap1        | 0,07   |  |
| 2     | ap1        | ap2        | 0,07   |  |
| 3     | ap2        | ap3        | 0,07   |  |
| 4     | ap3        | ap4        | 0,07   |  |
| 5     | ap4        | CT1        | 0,071  | 0,351  |

**Resultados obtenidos para las protecciones:**

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Un (kV) | U1 (kV) | U2 (kV) | Fusibles;In (Amp) | I.Aut;In/IReg (Amp) | I-Secc;In/Iter/IFus (Amp) |
|-------|------------|------------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| 1     | Entr       | ap1        | 36      | 170     | 70      | 16                |                     |                           |

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

I<sub>ter</sub>(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Un(kV). Tensión más elevada de la red.

U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

**Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:**

S<sub>cc</sub> = 692,8 MVA.

U = 25 kV.

t<sub>cc</sub> = 0,1 s.

I<sub>pccM</sub> = 16.000 A.

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Sección (mm <sup>2</sup> ) | I <sub>cccs</sub> (A) | Prot. térmica/In | PdeC (kA) |
|-------|------------|------------|----------------------------|-----------------------|------------------|-----------|
| 1     | Entr       | ap1        | 3x54,6                     | 23.309,15             | 16               | 20        |
| 2     | ap1        | ap2        | 3x54,6                     | 23.309,15             |                  |           |
| 3     | ap2        | ap3        | 3x54,6                     | 23.309,15             |                  |           |
| 4     | ap3        | ap4        | 3x54,6                     | 23.309,15             |                  |           |
| 5     | ap4        | CT1        | 3x54,6                     | 23.309,15             |                  |           |

## Red Alta Tensión 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\phi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0,8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20

- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección  $\leq$  300 mm<sup>2</sup>. KcCu = 115, KcAl = 76

- PVC, Sección  $>$  300 mm<sup>2</sup>. KcCu = 102, KcAl = 68

- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94

- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94

- HEPR, U<sub>o</sub>/U  $>$  18/30. KcCu = 143, KcAl = 94

- HEPR, U<sub>o</sub>/U  $\leq$  18/30. KcCu = 135, KcAl = 89

- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Long. (m) | Metal/ Xu (m $\Omega$ /m) | Canal.   | Desig.UNE      | Polar. | I. Cálculo (A) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | D.tubo (mm) | I. Admisi. (A)/Fci |
|-------|------------|------------|-----------|---------------------------|----------|----------------|--------|----------------|----------------------------|-------------|--------------------|
| 1     | Ent        | 2          | 82        | Al-Ac/0,33                | Desnudos |                | Unip.  | 69,98          | 3x54,6                     |             | 199/1              |
| 2     | 2          | 3          | 19        | Al/0,15                   | En.B.Tu. | RHZ1 12/20 H16 | Unip.  | 69,98          | 3x150                      | 175         | 245/1              |
| 3     | 3          | CT1        | 52        | Al/0,15                   | En.B.Tu. | RHZ1 12/20 H16 | Unip.  | 69,98          | 3x150                      | 175         | 245/1              |
| 4     | CT1        | CT2        | 379       | Al/0,15                   | En.B.Tu. | RHZ1 12/20 H16 | Unip.  | 51,5           | 3x150                      | 175         | 245/1              |
| 6     | CT2        | CT3        | 349       | Al/0,15                   | En.B.Tu. | RHZ1 12/20 H16 | Unip.  | 33,03          | 3x150                      | 175         | 245/1              |
| 7     | CT3        | CT4        | 461       | Al/0,15                   | En.B.Tu. | RHZ1 12/20 H16 | Unip.  | 14,55          | 3x150                      | 175         | 245/1              |

| Nudo | C.d.t. (V) | Tensión Nudo (V) | C.d.t. (%) | Carga Nudo          |
|------|------------|------------------|------------|---------------------|
| Ent  | 0          | 20.000           | 0          | 69,977 A(2.424 kVA) |
| 2    | -7,797     | 19.992,203       | 0,039      | 0 A(0 kVA)          |
| 3    | -8,355     | 19.991,645       | 0,042      | 0 A(0 kVA)          |
| CT1  | -9,883     | 19.990,117       | 0,049      | -18,476 A(-640 KVA) |
| CT2  | -18,077    | 19.981,924       | 0,09       | -18,476 A(-640 KVA) |
| CT3  | -22,916    | 19.977,084       | 0,115      | -18,476 A(-640 KVA) |
| CT4  | -25,731    | 19.974,27        | 0,129*     | -14,55 A(-504 KVA)  |

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Pérdida Potencia Activa Rama.3RI <sup>2</sup> (kW) | Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI <sup>2</sup> (kW) |
|-------|------------|------------|--|--|
| 1     | Ent        | 2          | 0,883  |  |
| 2     | 2          | 3          | 0,053  |  |
| 3     | 3          | CT1        | 0,146  |  |
| 4     | CT1        | CT2        | 0,574  |  |
| 6     | CT2        | CT3        | 0,218  |  |
| 7     | CT3        | CT4        | 0,056  | 1,93   |

Resultados obtenidos para las protecciones:

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Un (kV) | U1 (kV) | U2 (kV) | Fusibles;In (Amp) | I.Aut;In/IReg (Amp) | I-Secc;In/Iter/IFus (Amp) |
|-------|------------|------------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| 1     | Ent        | 2          | 24      | 125     | 50      | 80                |                     |                           |

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

I<sub>ter</sub>(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

**Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:**

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | In (kA) | Un (kV) | U1 (kV) | U2 (kV) |
|-------|------------|------------|---------|---------|---------|---------|
| 2     | 2          | 3          | 10      | 24      | 125     | 50      |

In(kA). Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.

Un(kV). Tensión más elevada de la red.

U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

**Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:**

Scc = 554 MVA.

U = 20 kV.

tcc = 0,1 s.

IpccM = 15.993,07 A.

| Linea | Nudo Orig. | Nudo Dest. | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Icccs (A) | Prot. térmica/In | PdeC (kA) |
|-------|------------|------------|----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1     | Ent        | 2          | 3x54,6                     | 23.309,15 | 80               | 25        |
| 2     | 2          | 3          | 3x150                      | 44.588,11 |                  |           |
| 3     | 3          | CT1        | 3x150                      | 44.588,11 |                  |           |
| 4     | CT1        | CT2        | 3x150                      | 44.588,11 |                  |           |
| 6     | CT2        | CT3        | 3x150                      | 44.588,11 |                  |           |
| 7     | CT3        | CT4        | 3x150                      | 44.588,11 |                  |           |

**Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:**Datos generales:

Ipcc en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm<sup>2</sup>.

Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

## **Pliego de Condiciones**

### **Condiciones Generales**

1. OBJETO.
2. CAMPO DE APLICACION.
3. DISPOSICIONES GENERALES.
  - 3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.
  - 3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.
  - 3.3. SEGURIDAD PUBLICA.
4. ORGANIZACION DEL TRABAJO.
  - 4.1. DATOS DE LA OBRA.
  - 4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.
  - 4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.
  - 4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.
  - 4.5. ORGANIZACION.
  - 4.6. EJECUCION DE LAS OBRAS.
  - 4.7. SUBCONTRATACION DE OBRAS.
  - 4.8. PLAZO DE EJECUCION.
  - 4.9. RECEPCION PROVISIONAL.
  - 4.10. PERIODOS DE GARANTIA.
  - 4.11. RECEPCION DEFINITIVA.
  - 4.12. PAGO DE OBRAS.
  - 4.13. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.
5. DISPOSICION FINAL.

### **Condiciones para la Obra Civil y Montaje de líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados**

1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.
2. ZANJAS.
  - 2.1. ZANJAS EN TIERRA.
  - 2.2. ZANJAS EN ROCA.
  - 2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

- 2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.
- 2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.
- 3. GALERIAS.
  - 3.1. GALERIAS VISITABLES.
  - 3.2. GALERIAS O ZANJAS REGISTRABLES.
- 4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.
- 5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.
- 6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.
  - 6.1. MATERIALES.
  - 6.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION.
  - 6.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.
- 7. TENDIDO DE CABLES.
  - 7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.
  - 7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES.
- 8. MONTAJES.
  - 8.1. EMPALMES.
  - 8.2. BOTELLAS TERMINALES.
  - 8.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.
  - 8.4. HERRAJES Y CONEXION.
  - 8.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.
- 9. CONVERSIONES AEREO-SUBTERRANEAS.
- 10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.
- 11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.
- 12. ENSAYOS ELECTRICOS DESPUES DE LA INSTALACION.

## Medición

### Red Alta Tensión 1

#### MEDICION DE CABLES

| <u>Sección(mm<sup>2</sup>)</u> | <u>Metal</u> | <u>Designación</u> | <u>Polaridad</u> | <u>Total(m)</u> | <u>Pu(Euros)</u> | <u>Ptotal(Euros)</u> |
|--------------------------------|--------------|--------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| 54,6                           | Al-Ac        | Desnudos           | Unipolar         | 2.259           |                  |                      |

#### MEDICION DE PROTECCIONES

| <u>Descripción</u> | <u>Intens(A)</u> | <u>Cantidad</u> | <u>Pu(Euros)</u> | <u>Ptotal(Euros)</u> |
|--------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Fusibles           | 16               | 3               |                  |                      |

### Red Alta Tensión 2

#### MEDICION DE CABLES

| <u>Sección(mm<sup>2</sup>)</u> | <u>Metal</u> | <u>Designación</u>  | <u>Polaridad</u> | <u>Total(m)</u> | <u>Pu(Euros)</u> | <u>Ptotal(Euros)</u> |
|--------------------------------|--------------|---------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| 54,6                           | Al-Ac        | Desnudos            | Unipolar         | 246             |                  |                      |
| 150                            | Al           | Aislados-XLPE-12/20 | Unipolar         | 3.780           |                  |                      |

#### MEDICION DE TUBOS

| <u>Diámetro interior(mm)</u> | <u>Total metros</u> | <u>Pu(Euros)</u> | <u>Ptotal(Euros)</u> |
|------------------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| 175                          | 1.260               |                  |                      |

#### MEDICION DE PROTECCIONES

| <u>Descripción</u> | <u>Intens(A)</u> | <u>Cantidad</u> | <u>Pu(Euros)</u> | <u>Ptotal(Euros)</u> |
|--------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Fusibles           | 80               | 3               |                  |                      |

#### AUTOVALVULAS-PARARRAYOS

| <u>In(kA)</u> | <u>Un(kV)</u> | <u>Cantidad</u> | <u>Pu(Euros)</u> | <u>Ptotal(Euros)</u> |
|---------------|---------------|-----------------|------------------|----------------------|
| 10            | 24            | 3               |                  |                      |