

**INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO
CALCULOS ELECTRICOS**

Julián Moreno Clemente
Málaga, Agosto de 2.006

ÍNDICE

	Pag.
1.- ANTECEDENTES	3
2.-DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	3
3.- ALUMBRADO INTENSIVO Y REDUCIDO	7
4.- PRESCRIPCIONES REGLAMENTARIAS FUNDAMENTALES	7
5.- TARIFAS ELECTRICAS	8
6.- DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE CALCULO	
6.1.- Consideraciones previas	8
6.2.- Ambito de aplicación	9
6.3.- Utilización del programa	9
HOJAS DE CALCULO Y ESQUEMAS	15

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

CALCULOS ELÉCTRICOS

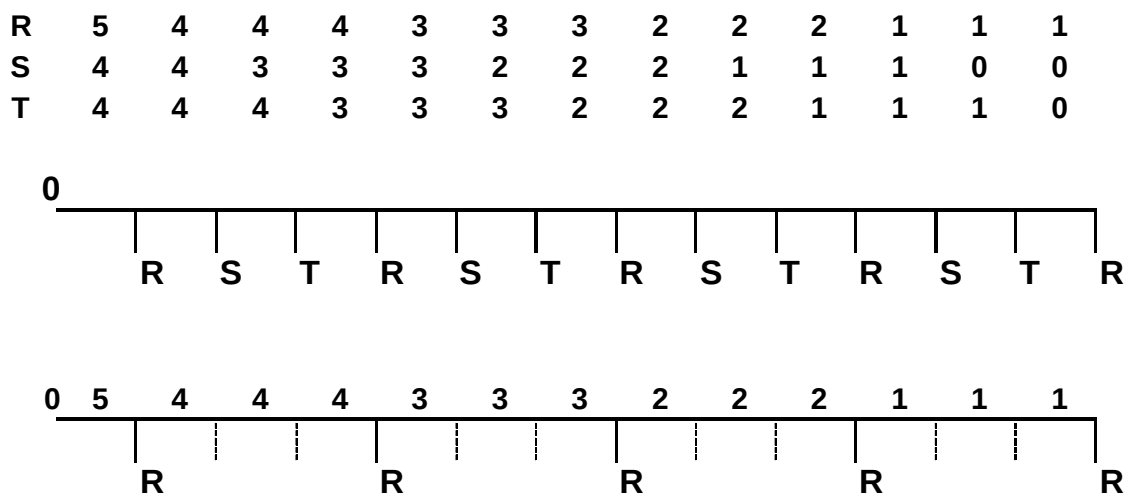
1.-ANTECEDENTES

En el año 1.993 publicamos un libro titulado “Instalaciones Eléctricas de Alumbrado Público”, en el que se exponía un procedimiento de cálculo de dichas instalaciones, teniendo en cuenta que un sistema alimentado por tres fases y neutro, derivando las lámparas de alumbrado alternativamente entre una fase y el neutro, no constituye un sistema trifásico equilibrado.

Posteriormente, el Ingeniero Industrial D. César Dáder confeccionó un programa de cálculo que se comercializó juntamente con el libro. Agotado éste y habiendo quedado anticuado el programa, se ha decidido confeccionar e incorporar al presente paquete un nuevo programa utilizando la Hoja de Cálculo EXCEL, el cual se ajusta a las exigencias del Reglamento aprobado en Agosto de 2.002.

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Sea una instalación de alumbrado público tal como la que se representa en el esquema. La alimentación se hace mediante tres fases y neutro. Las lámparas son receptores a 230 V. y se conectan a una fase y al neutro, con alternancia de la fase de un punto a otro.



Se suelen calcular las instalaciones eléctricas de alumbrado público como circuitos trifásicos equilibrados, lo que no responde exactamente a la realidad. Sería un circuito trifásico equilibrado aquél en el que en cada punto conectásemos tres lámparas de la misma potencia, cada una entre una fase y el neutro.

Se ha representado en cada tramo del esquema el número de lámparas que alimenta cada fase. Salvo aquellos tramos (uno de cada tres), en que el número de lámparas alimentado por cada una de las fases es el mismo, necesariamente por el neutro tiene que circular la intensidad correspondiente a una lámpara, lo que hace que la caída de tensión real sea superior a la que se obtiene calculando el circuito como trifásico equilibrado, en cuyo caso no circularía corriente por el neutro.

En un circuito monofásico la caída de tensión se calcula mediante la ecuación

$$e = 2 I l (R \cos \varphi + \omega L \sin \varphi)$$

Siendo

ω = Pulsación = $2 \pi f$

L = Coeficiente de autoinducción = $L = (0,05 + 0,46 \log \frac{2a}{d}) \cdot 10^{-3}$ Henr/km

I = Intensidad en A

l = Longitud del circuito en km.

R = Resistencia en ohmios /km

$X = \omega L$ = Reactancia en ohmios /km

En un circuito monofásico es

$$P (\text{en vatios}) = U I \cos \varphi \qquad I = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior tenemos

$$\begin{aligned} e(\text{envoltios}) &= \frac{2PI}{U \cos \varphi} (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \\ &= \frac{2PI}{U} (R + X \operatorname{tg} \varphi) \end{aligned}$$

La caída de tensión debida a la reactancia de la línea, que depende de $X \operatorname{tg} \Phi$, varía con el factor de potencia. En una instalación de alumbrado público es obligatorio, según establece el Reglamento, tener un factor de potencia mínimo

de 0,90, lo que concuerda con lo establecido en las disposiciones sobre tarifas eléctricas para que no exista recargo por energía reactiva.

El programa se ha confeccionado bajo el supuesto de utilización de conductores de cobre (apartado 5.1. de la ITC-BT-09), cuyas resistencias kilométricas son (Norma UNE 21022):

SECCION (mm2)	Resistencia R (Ohmios/ km.
4	4,610
6	3,080
10	1,830
16	1,180
25	0,727
35	0,524
50	0,387

Para la reactancia kilométrica se adopta el valor $X = 0,13$, resultante de considerar una relación de 3 entre la separación entre conductores y el diámetro de los mismos.

Cuando existan distintas tomas a lo largo del circuito, que es el caso de una instalación de alumbrado público, se sustituye $P l$ por $\Sigma P l$, que es lo que denominamos “momento eléctrico”.

Si consideramos una sola fase de la instalación, con las lámparas correspondientes conectadas entre dicha fase y el neutro (ver esquema anterior), estaríamos ante un circuito monofásico, cuya caída de tensión se calcularía por la ecuación.

$$e = \frac{2}{U} (R + X \operatorname{tg} \varphi) \Sigma P l$$

El 2 que figura en el numerador responde al hecho de que en un circuito monofásico normal, la intensidad circula por la fase y retorna por el neutro.

No es éste el caso del circuito que consideramos, puesto que por el neutro solamente circula la intensidad correspondiente a una lámpara, en dos de cada tres tramos.

Si aplicamos la ecuación en la forma

$$e = \frac{1}{U} (R + X \operatorname{tg} \varphi) \Sigma P l$$

que es la que corresponde a un circuito trifásico equilibrado, obtendríamos para la caída de tensión un valor inferior al real, toda vez que la ecuación indicada es aplicable en el caso de que por el neutro no circule ninguna intensidad.

El método que nosotros proponemos consiste en aplicar la ecuación anterior, pero considerando que la intensidad que circula por cada tramo es la que corresponde al número de lámparas reales, más 2/3 de la intensidad de una lámpara, lo que nos lleva a introducir en los cálculos, en cada caso, un número ficticio de lámparas igual al real más 2/3 de lámpara, para compensar así, a los efectos del cálculo de la caída de tensión, la corriente que circula por el neutro. Se supone que la fase y el neutro tienen la misma sección.

El Reglamento establece una caída máxima de tensión del 3 % para las instalaciones de alumbrado (6,9 V para la tensión nominal de 230 V entre fase y neutro que consideramos). La ecuación la transformamos de la siguiente forma, para el caso de la tensión indicada de 230 V entre fase y neutro.

$$e (\%) = \frac{\sum P l}{230 \times 230} \cdot 100 \cdot (R + X \operatorname{tg} \varphi) \cdot 1000$$

multiplicándose por 1000 para expresar la potencia en kW, en lugar de en vatios.

Tendremos entonces que para cada conductor y factor de potencia, podemos calcular un coeficiente k tal que

$$e (\%) = k \sum P l$$

En los programas de cálculo que se acompañan, una vez fijado el factor de potencia a considerar en el conjunto de la instalación, y consignada para cada tramo la sección del conductor a utilizar, se calculan los coeficientes k y las caídas de tensión para cada tramo y acumuladas.

De acuerdo con las prescripciones reglamentarias, la potencia P de cálculo a considerar es la nominal multiplicada por 1,8, en el caso de tratarse de lámparas o tubos de descarga.

En el programa no contemplamos las intensidades máximas admisibles en los conductores, toda vez que en estas instalaciones la sección de conductores viene impuesta normalmente por la caída de tensión , al tratarse de potencias pequeñas y longitudes grandes.

Debemos señalar que este programa fue confeccionado en plena vigencia del Reglamento de 1.973, que no contemplaba que en el coeficiente 1,8 estuviese incluido el posible desequilibrio de fases.

Sí se incluye en el Reglamento de 2.002 el desequilibrio de fases como uno de las causas que justifican la utilización del coeficiente de mayoración 1,8 , por lo que en tal caso parece que se podría prescindir de la consideración de dicho desequilibrio en los procedimientos de cálculo utilizados.

Por nuestra parte lo que hemos hecho es establecer una posibilidad de opción de tal forma que el usuario, mediante la consignación de un dato en el programa, puede elegir entre prescindir o no del desequilibrio de fases, con lo que se añaden o no 2/3 de lámpara al número real existente en cada tramo.

3.- ALUMBRADO INTENSIVO Y REDUCIDO

En las instalaciones de alumbrado público normalmente se prevé el funcionamiento en régimen intensivo a determinadas horas, para pasar posteriormente a un régimen de iluminación reducida con objeto de ahorrar energía.

Antiguamente el alumbrado reducido se conseguía apagando dos de cada tres lámparas, interrumpiendo la alimentación en las fases correspondientes, en cuyo caso los circuitos había que calcularlos como monofásicos. Hoy día se utilizan los equipos de doble potencia, la cual queda reducida a partir del momento en que se transmite la orden correspondiente, o bien los sistemas centralizados de reducción de flujo, que actúan mediante una reducción de la tensión de alimentación

Ello se consigue normalmente por medio de un reloj astronómico con dos interruptores, uno que sirve para el encendido y apagado total, y otro para accionar los contactores que transmiten la orden de reducción de la potencia.

A este respecto se deben prever los contactores necesarios para que quede disponible un contacto por cada una de los circuitos independientes que salen del cuadro general de maniobra. La alimentación a cada una de las entradas a los contactores se protegerá con un magnetotérmico unipolar.

4.- PRESCRIPCIONES REGLAMENTARIAS FUNDAMENTALES.

Destacamos a continuación algunos aspectos contemplados en la Instrucción ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 2002.

Los conductores serán aislados para una tensión nominal mínima de 0,6/1 kV. Las secciones mínimas a utilizar son:

Canalizaciones subterráneas	6 mm ²
Canalizaciones aéreas	4 mm ²
Interior de báculos	2,5 mm ²
Redes de control y auxiliares	2,5 mm ²

En el caso de canalizaciones subterráneas los conductores se alojarán en tubos situados a una profundidad mínima de 0,40 m, estableciéndose condiciones especiales para los cruzamientos de calzadas.

En las redes subterráneas los empalmes y derivaciones deberán hacerse en cajas de bornas adecuadas situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo, o en una arqueta registrable, que garantice, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

La caída de tensión máxima admisible es del 3 % de la nominal.

Cuadros de protección, medida y control.-

Se cumplirá lo establecido en el apartado 4 de la ITCCCC-BT-09.

Soportas de luminarias.-

Apartado 7 de la ITC-BT-09.

Equipos eléctricos de los puntos de luz.-

Apartado 8.

Protección contra contactos indirectos.-

Apartado 9.

Puesta a tierra.-

Apartado 10.

5.- TARIFAS ELECTRICAS.

Dado Que normalmente las instalaciones de alumbrado público funcionan durante la noche, es aconsejable estudiar la posibilidad de aplicar la denominada “tarifa nocturna”, que es aplicable para potencias hasta 15 kW.

6.- PROGRAMAS DE CALCULO.

6.1.- Consideraciones previas.

Como ya ha quedado indicado anteriormente, en el programa no se hace referencia a las intensidades máximas admisibles en los conductores, por las razones que han sido indicadas..

Por otra parte, y como queda reseñado en el apartado 2 precedente, el procedimiento de cálculo utilizado supone una sección del neutro igual a la de las fases, en tanto que el Reglamento en su Instrucción ITC-BT-07 admite secciones para el neutro inferiores a las de las fases, a partir de 25 mm² (en instalaciones subterráneas). Pero aún cuando se haga uso de esta prescripción, los resultados con el procedimiento que proponemos siempre serán mucho más ajustados que los obtenidos si se hacen los cálculos considerando circuitos trifásicos equilibrados.

6.2.- Ambito de aplicación.

El programa ha sido confeccionado para su utilización en el cálculo de redes subterráneas, constituidas por tres fases y neutro. No obstante, por si en algún caso se quiere utilizar para calcular redes aéreas, se ha incluido el conductor de 4mm².

Por otra parte está previstos para utilizar, simultáneamente, dos tipos de lámparas, en relación con su potencia.

6.3.- Utilización del programa.

ESQUEMA DE CIRCUITOS.- DISTRIBUCIÓN DE LAMPARAS.

Para cada salida del cuadro general de la instalación que se proyecta, debe confeccionarse un esquema general de distribución de circuitos y de lámparas, una vez fijados en planos los puntos de luz y determinados los circuitos a establecer.

Pensamos que, en principio, este esquema puede dibujarse a mano alzada. Para el dibujo definitivo puede utilizarse un programa de dibujo, o bien el procedimiento que nosotros incluimos en la Hoja titulada "ESQUEMAS", que se basa en el empleo de la función FORMATO CELDAS-BORDES de la Hoja de Cálculo. Para componer el esquema se incluyen circuitos tipo, que pueden utilizarse empleando el procedimiento de "copiar" y "pegar". De esta forma se han dibujado, en tiempo relativamente corto, los esquemas que se acompañan.

Se debe dibujar previamente un esquema que contenga todos los puntos de luz, con la asignación de fase a cada uno de ellos. A la vista del mismo, se elegirá la fase de cálculo que consideramos más desfavorable, y se confeccionará un nuevo esquema representando únicamente las lámparas conectadas a la misma.

RECuento DE LAMPARAS

A la vista del último esquema indicado, resulta muy fácil determinar el número de lámparas correspondientes a la fase de cálculo, que alimenta cada tramo de la instalación. No obstante, y por si ello fuese de utilidad para los proyectistas, exponemos el procedimiento que se ha incluido, con la idea de facilitar el recuento de lámparas que alimenta cada tramo.

Se considera la posibilidad de existencia de hasta 6 circuitos para cada salida del cuadro general.

En primer lugar se incluye un cuadro con el resumen de circuitos, debiendo consignarse por el usuario el número de puntos que comprende cada uno de ellos, y la potencia de las lámparas.

A continuación se han dispuesto 6 cuadros (uno para cada posible circuito). En la parte superior de la primera columna debe indicarse el número del punto final, apareciendo los que corresponden a cada uno de los puntos intermedios a partir del origen, así como los tramos correspondientes, en la segunda columna.

El proyectista deberá cumplimentar:

La longitud de los tramos.

El número de lámparas de cada tipo conectadas en cada punto.

La fase de conexión asignada a cada punto.

La introducción, en su caso, de datos correspondientes a circuitos derivados del principal, incluyendo el número de lámparas de cada tipo.

Introducidos los datos indicados, el programa facilita el número de lámparas de cada tipo que alimenta cada tramo del circuito.

Elegimos una fase de cálculo, por considerarla la más desfavorable. Si eliminamos de los cuadros anteriores las lámparas no conectadas a la fase de cálculo (incluido el número de lámparas que corresponden a los circuitos derivados), tendremos el número de lámparas de la fase de cálculo que alimenta cada tramo.

Asignando a los puntos significativos del esquema que corresponde a la fase de cálculo una determinada identificación, en la forma que puede verse en el esquema que acompañamos a título de ejemplo, podemos utilizar los cuadros que se incluyen a la derecha de los anteriores para obtener un resumen de los parámetros de cálculo de cada uno de los circuitos. En estos últimos cuadros el usuario habrá de cumplimentar:

La asignación de distintivos a los puntos singulares considerados.

El tramo inicial que en el esquema general corresponde a cada punto.

La longitud de cada tramo, en metros.

Estos cuadros facilitan el número de puntos conectados a la fase de cálculo que alimenta cada tramo. Esta información se utiliza para cumplimentar los datos necesarios en las Hojas de Cálculo para la determinación de las secciones y cálculo de las caídas de tensión.

CALCULOS ELÉCTRICOS (SECCIONES DE CONDUCTORES Y CAIDAS DE TENSION)

Se ha considerado la posibilidad de que de un cuadro de alumbrado público puedan partir hasta 4 salidas, cada una de las cuales se compondrá, en el caso más general, de un circuito principal y varios circuitos derivados.

Es por ello por lo que en la Hoja de Cálculo correspondiente se han previsto 4 cuerpos iguales, para utilizar uno en cada una de las posibles salidas. De esta forma el proyectista podrá disponer en un solo documento del cálculo completo de la instalación.

Cada cuerpo correspondiente a una salida consta de nueve partes, en las que se supone que, como máximo, se podrá subdividir la salida que se calcula. Cada parte se caracteriza porque la sección del conductor a utilizar es igual para todos los tramos integrados en la misma.

En la cabecera de cada uno de los cuatro cuerpos el usuario habrá de consignar, en celdas previstas al efecto:

El factor de potencia considerado.

Tipo de distribución (aérea o subterránea)

Potencia de las lámparas tipo 1 y tipo 2.

Si en el cálculo se considera la corrección por desequilibrio de fases ("sí" o "no").

A partir de la Parte II la inclusión de la cifra o letra que corresponde al principio de la misma, hace que aparezca en la celda de la caída de tensión acumulada la que corresponde al principio de la Parte.

Se han de incluir en cada Parte

Las cifras o letras significativas correspondientes a cada tramo.

Las longitudes de los tramos parciales.

El número de las lámparas reales que alimenta cada uno de los tramos parciales.

Con ello el programa determina el número de lámparas de cálculo de cada uno de los tipos, la potencia total y de cálculo de cada uno de los tramos parciales, y los momentos eléctricos en cada tramo parcial, así como los acumulados.

La inclusión de las secciones de conductores en cada una de las partes determina el cálculo del coeficiente k y de las distintas caídas de tensión, con lo que queda calculada la caída de tensión total entre el origen y los puntos extremos de la instalación, debiendo reajustarse los valores de las secciones adoptadas hasta que las caídas de tensión estén dentro de los límites reglamentarios.

DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES.

En la Hoja correspondiente a los cálculos eléctricos, a la derecha de los cuadros que contienen los cálculos de secciones y caídas de tensión, se incluyen o calculan determinadas características de la instalación, de acuerdo con lo que a continuación se indica.

Poder de corte de aparatos de protección.

Se ha de reseñar:

Si el cuadro general de la instalación está situado en un centro de transformación (o sus proximidades).

En tal caso, potencia del transformador.

Intensidad de cortocircuito en bornas del transformador (Ver documento "Consideraciones Teóricas").

Como se indica en la misma Hoja, la determinación del poder de corte de los aparatos de protección tiene especial importancia cuando el cuadro de alumbrado está situado en un centro de transformación, por la magnitud de las intensidades de cortocircuito.

Acometida.

Se indicará:

El material del conductor.

La sección del mismo.

La longitud de la acometida.

La intensidad máxima de cortocircuito a prever en el cuadro (Ver documento "Consideraciones Teóricas").

Circuitos y potencias.

Se ha incluido 4 cuadros, uno por cada salida prevista para que se cumplimenten el número de lámparas de cada tipo, y las potencias unitarios. El programa calcula:

Las potencias totales y de cálculo para cada salida.

Las intensidades totales y de cálculo para cada salida.

Las intensidades y potencias totales y de calculo para el conjunto de la instalación.

El objeto es el de proporcionar los datos que nos faciliten la elección de las intensidades asignadas para los distintos aparatos de protección.

Instalación de puesta a tierra.

Se ha de indicar en este apartado:

El número de picas existente, supuestas de 2 m de longitud. Se colocará como mínimo una pica por cada 5 soportes, y siempre en el primero y último de cada línea.

Conductor de unión de las picas, que según determina el Reglamento debe ser cable desnudo de cobre de 35 mm² de sección mínima, o bien cable aislado de cobre de 450/750 V con recubrimiento verde-amarillo y 16 mm² de sección mínima.

La resistividad media del terreno, en ohmios metro.

La sección de los conductores de tierra en los soportes, que será como mínimo de 16 mm² con conductor aislado.

El programa calcula:

La resistencia prevista de la toma de tierra.

La sensibilidad de los interruptores diferenciales, que de acuerdo con el Reglamento está condicionada a la resistencia de la toma de tierra.

Según el Reglamento, la resistencia de una pica enterrada puede calcularse dividiendo la resistividad del terreno por su longitud. Las distintas picas están suficientemente alejadas entre sí como para que no existan interferencias entre las mismas en el caso de circular una intensidad de defecto, por lo cual la resistencia del conjunto del electrodo se determinará dividiendo la resistencia de una pica por el número de las mismas.

En cuanto a la sensibilidad de los interruptores diferenciales, puede ser de 300 mA siempre que la resistencia de la toma de tierra sea inferior a 30 ohmios en las condiciones más desfavorables.

Cuadro general de mando y control.

Se han previsto celdas para que el usuario consigne:

Si se ha previsto caja para ICP.

Características del interruptor general automático (número de polos, intensidad asignada y poder de corte).

Contactor de maniobra adoptado.

Características de interruptores diferenciales en cada una de las salidas (número de polos, intensidad asignada y sensibilidad).

Características de los interruptores automáticos en salidas (número de polos, intensidad asignada y poder de corte).

Si existe reloj astronómico.

Características del interruptor manual de puenteo del sistema automático de accionamiento.

Si existe doble nivel de iluminación.

Características de la protección del circuito de maniobra del reloj.

Número y características de contactores de maniobra del doble nivel.

Número y características de las protecciones de maniobra del doble nivel.

Si está prevista la conexión a tierra de la carcasa del cuadro general, en el caso de ser metálica.

Grado de protección de la envolvente.

Equipo de medida.

Se cumplimentarán las celdas correspondientes a las características del equipo de medida.

DIBUJO DEL ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE PROTECCIÓN Y CONTROL.

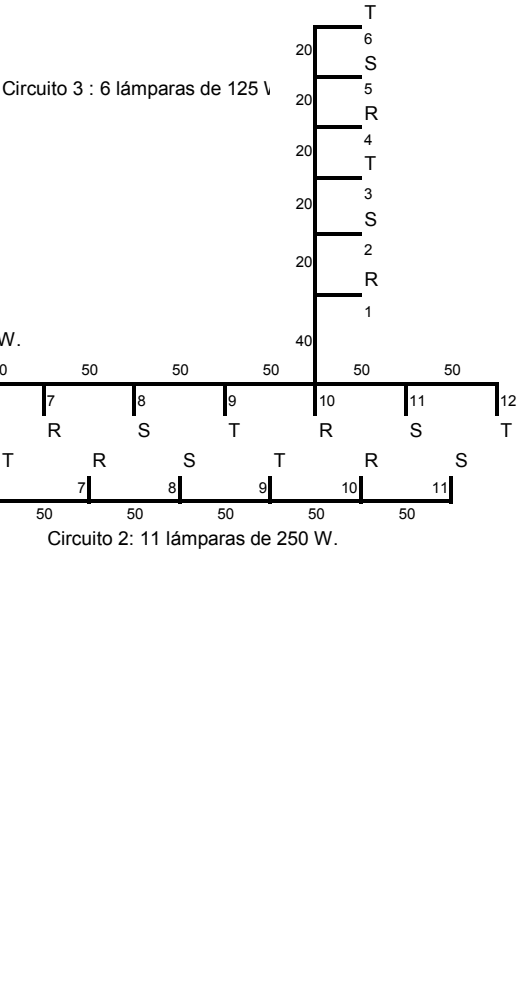
Accionando el botón UNIFILAR el programa dibuja el esquema unifilar del cuadro de protección y control, en base a los datos que figuran en las distintas celdas, cumplimentadas en la formas anteriormente indicada. Se acompaña un ejemplo.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

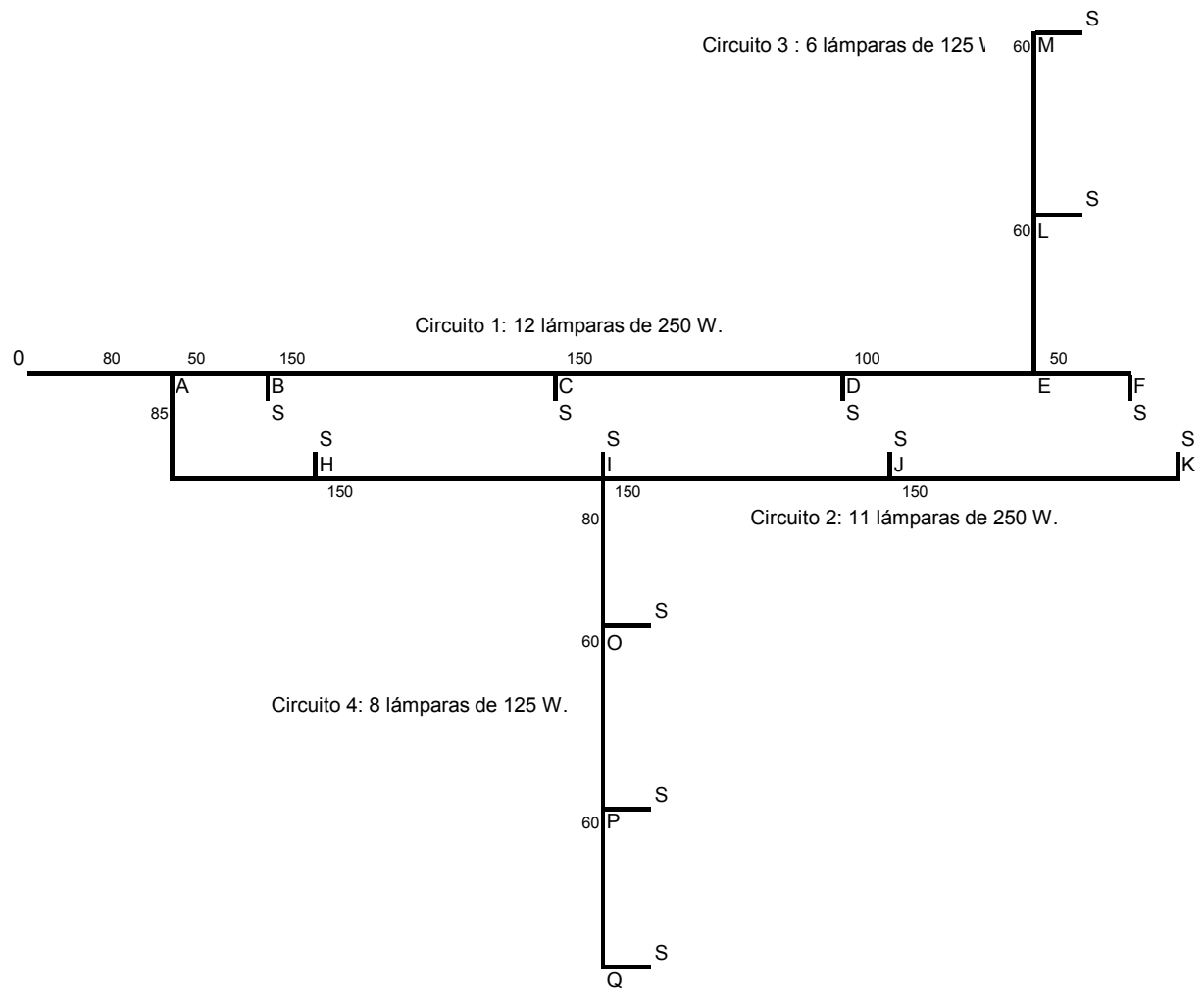
Una ampliación a la información contenida en este documento, puede verse en el denominado INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR.

HOJAS DE CALCULO Y ESQUEMAS

ESQUEMA DE INSTALACION



ESQUEMA DE INSTALACION : FASE DE CALCULO S



RESUMEN DE CIRCUITOS

CIRCUITO

	Nº1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº	Nº 5	Nº 6
Nº puntos 1	12	11					
Pot. lamp.	250	250					
Nº puntos 2			6	8			
Pot. lamp.			125	125			

CIRCUITO Nº 1

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
12			1		T					
11	11-12	50	1		S	1	0	C-3		
10	10-11	50	1		R	2	0			6
9	9-10	50	1		T	3	6			
8	8-9	50	1		S	4	6			
7	7-8	50	1		R	5	6			
6	6-7	50	1		T	6	6			
5	5-6	50	1		S	7	6			
4	4-5	50	1		R	8	6	C2-C4		
3	3-4	50	1		T	9	6			
2	2-3	50	1		S	10	6			
1	1-2	50	1		R	11	6		11	8
0	0-1	80				23	14			

CIRCUITO Nº 2

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
11			1		S					
10	10-11	50	1		R	1	0	C-4		
9	9-10	50	1		T	2	0			
8	8-9	50	1		S	3	0			
7	7-8	50	1		R	4	0			
6	6-7	50	1		T	5	0			
5	5-6	50	1		S	6	0			
4	4-5	50	1		R	7	8			8
3	3-4	50	1		T	8	8			
2	2-3	50	1		S	9	8			
1	1-2	50	1		R	10	8			
0	0-1	35				11	8			

CIRCUITO Nº 3

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
6				1	T					
5	5-6	20		1	S	0	1			
4	4-5	20		1	R	0	2			
3	3-4	20		1	T	0	3			
2	2-3	20		1	S	0	4			
1	1-2	20		1	R	0	5			
0	0-1	40				0	6			

CIRCUITO Nº 4

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
8				1	S					
7	7-8	20		1	R	0	1			
6	6-7	20		1	T	0	2			
5	5-6	20		1	S	0	3			
4	4-5	20		1	R	0	4			
3	3-4	20		1	T	0	5			
2	2-3	20		1	S	0	6			
1	1-2	20		1	R	0	7			
0	0-1	60				0	8			

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
12					T					
11	11-12	50	1		S	0	0	C-3		2
10	10-11	50			R	1	0			
9	9-10	50			T	1	2			
8	8-9	50	1		S	1	2			
7	7-8	50			R	2	2			
6	6-7	50			T	2	2			
5	5-6	50	1		S	2	2			
4	4-5	50			R	3	2	C2-C4		3
3	3-4	50			T	3	2			
2	2-3	50	1		S	3	2			
1	1-2	50			R	4	2		4	
0	0-1	80				8	5			

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
11			1		S					
10	10-11	50			R	1	0	C-4		3
9	9-10	50			T	1	0			
8	8-9	50	1		S	1	0			
7	7-8	50			R	2	0			
6	6-7	50			T	2	0			
5	5-6	50	1		S	2	0			
4	4-5	50			R	3	3			
3	3-4	50			T	3	3			
2	2-3	50	1		S	3	3			
1	1-2	50			R	4	3			
0	0-1	35				4	3			

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
6					T					
5	5-6	20		1	S	0	0			
4	4-5	20			R	0	1			
3	3-4	20			T	0	1			
2	2-3	20		1	S	0	1			
1	1-2	20			R	0	2			
0	0-1	40				0	2			

Punto	Tramo	Longitud	Nº lámparas puntos		Fase	Nº lámparasTramo		Derivación	Nº lámparas deriv.	
			Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2		Tipo 1	Tipo 2
8				1	S					
7	7-8	20			R	0	1			
6	6-7	20			T	0	1			
5	5-6	20		1	S	0	1			
4	4-5	20			R	0	2			
3	3-4	20			T	0	2			
2	2-3	20		1	S	0	2			
1	1-2	20			R	0	3			
0	0-1	60				0	3			

ESQUEMA DE CALCULO
FASE DE CALCULO

S

CIRCUITO N° 1

Puntos	Tramo esq. Gen.	Lámparas		Long. Tra. m,
		Tipo 1	Tipo 2	
0				
A	0-1	8	5	80
B	1-2	4	2	50
C	2-3	3	2	150
D	5-6	2	2	150
E	8-9	1	2	100
F	10-11	1	0	50

CIRCUITO N° 2

Puntos	Tramo esq. Gen.	Lámparas		Long. Tra. m,
		Tipo 1	Tipo 2	
A				
H	0-1	4	3	85
I	2-3	3	3	150
J	5-6	2	0	150
K	8-9	1	0	150

CIRCUITO N° 3

Puntos	Tramo esq. Gen.	Lámparas		Long. Tra. m,
		Tipo 1	Tipo 2	
E				
L	0-1	0	2	60
M	2-3	0	1	60

CIRCUITO N° 4

Puntos	Tramo esq. Gen.	Lámparas		Long. Tra. m,
		Tipo 1	Tipo 2	
I				
O	0-1	0	3	80
P	2-3	0	2	60
Q	5-6	0	1	60

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0.9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 250 W
 DISTRIBUCION Subterranea Lámparas tipo 2.- Potenc. 125 W
 Corrección desequilibrio fases Si

PARTE I

Punto	Long. tramo m	Nº LUMINARIAS		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect.		Cond adop, mm2	Coef.	Caída de tens, %	
		REALES tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	kW x km. Tramo	Acum.			En tram.	Acum.
0													
A	80	8	5	8.667	5.667	2.875	5.175	0.414	0.414	25	1.4933	0.6182	0.6182
B	50	4	2	4.667	2.667	1.500	2.700	0.135	0.549			0.2016	0.8198
C	150	3	2	3.667	2.667	1.250	2.250	0.338	0.887			0.5040	1.3238
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE I (%)

1.3238

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE I (%)

1.3238

PARTE II

A													0.6182
H	85	4	3	4.667	3.667	1.625	2.925	0.249	0.249	25	1.4933	0.3713	0.9895
I	150	3	3	3.667	3.667	1.375	2.475	0.371	0.620			0.5544	1.5439
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE II (%)

0.9257

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE II (%)

1.5439

PARTE III

I													1.5439
J	150	2		2.667	0.000	0.667	1.200	0.180	0.180	10	3.5784	0.6441	2.1880
K	150	1		1.667	0.000	0.500	0.900	0.135	0.315			0.4831	2.6711
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								

CAIDA DE TENSION EN PARTE III (%)

1.1272

TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE III (%)

2.6711

Celdas para entrada de datos. No debe utilizarse en ellas el procedimiento de "cortar"

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO PUBLICO

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0.9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 250 W
DISTRIBUCION Subterránea Lámparas tipo 2.- Potenc. 125 W

PARTE IV

Punto	Long. tramo m,	LUMINARIAS REALES		DE CALCULO		POTENCIA		Momento elect. kW x km.		Cond adop, mm2	Coef.	Caida de tens, %	
		tipo 1	Tipo 2	tipo 1	Tipo 2	Total kW	De cálc. kW	Tramo	Acum.			En tram.	Acum.
I													1.5439
O	80		3	0.000	3.667	0.458	0.825	0.066	0.066	6	5.9413	0.3921	1.9360
P	60		2	0.000	2.667	0.333	0.600	0.036	0.102			0.2139	2.1499
Q	60		1	0.000	1.667	0.208	0.375	0.023	0.125			0.1337	2.2836
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
CAIDA DE TENSION EN PARTE IV (%)												0.7397	
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE IV (%)													2.2836

PARTE V

C													1.3238
D	150	2	2	2.667	2.667	1.000	1.800	0.270	0.270	10	3.5784	0.9662	2.2900
E	100	1	2	1.667	2.667	0.750	1.350	0.135	0.405			0.4831	2.7731
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
CAIDA DE TENSION EN PARTE V (%)												1.4492	
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE V (%)													2.7731

PARTE VI

E													2.7731
L	60		2	0.000	2.667	0.333	0.600	0.036	0.036	10	3.5784	0.1288	2.9019
M	60		1	0.000	1.667	0.208	0.375	0.023	0.059			0.0805	2.9824
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
				0.000	0.000								
CAIDA DE TENSION EN PARTE VI (%)												0.2093	
TOTAL CAIDA DE TENSION AL FINAL DE PARTE VI (%)													2.9824

Celdas para entrada de datos. No debe utilizarse en ellas el procedimiento de "cortar"

TENSION : 230 VOLTIOS ENTRE FASE Y NEUTRO

FACTOR DE POTENCIA DE CALCULO : 0.9 Lámparas tipo 1.- Potenc. 250 W

DISTRIBUCION	Subterranea	Lámparas tipo 2.- Potenc.	125 W
--------------	-------------	---------------------------	-------

PARTE VII

[illegible]

DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS GENERALES

PODER DE CORTE DE APARATOS DE PROTECCION

Cuadro en C.T.	SI		
Potencia del transformador	630	KVA.	
Intensidad de cortocircuito en bornas	21.5	kA	(Capítulo I. Cuadro pg 7)
ACOMETIDA			
Conductor	C		
Sección	25	mm2	
Longitud	12		
Intensidad de cortocircuito en cuadro	10	kA	(Capítulo I. Cuadro pg 8)

NOTA.- La determinación del poder de corte de los aparatos de protección tiene especial importancia cuando el cuadro del alumbrado está situado en un centro de transformación por la magnitud de las intensidades de cortocircuito.

SALIDAS INDEPENDIENTES PREVISTAS 3

CIRCUITOS Y POTENCIAS

SALIDA Nº 1

	LUMINARIAS		POTENCIA (kW)		INTENS. (A)	
	Tipo 1	Tipo 2	Total	De cálc.	Total	De cálc.
Número de puntos	23	14				
Potencia unitaria	250	125				
Potencia	5.75	1.75	7.5	13.5	12.04	21.68

SALIDA Nº 2

	LUMINARIAS		POTENCIA (kW)		INTENS. (A)	
	Tipo 1	Tipo 2	Total	De cálc.	Total	De cálc.
Número de puntos	14	12				
Potencia unitaria	125	80				
Potencia	1.75	0.96	2.71	4.878	4.35	7.83

SALIDA Nº 3

	LUMINARIAS		POTENCIA (kW)		INTENS. (A)	
	Tipo 1	Tipo 2	Total	De cálc.	Total	De cálc.
Número de puntos	15	10				
Potencia unitaria	250	80				
Potencia	3.75	0.8	4.55	8.19	7.31	13.15

SALIDA Nº 4

	LUMINARIAS		POTENCIA (kW)		INTENS. (A)	
	Tipo 1	Tipo 2	Total	De cálc.	Total	De cálc.
Número de puntos						
Potencia unitaria						
Potencia	0	0	0	0	0.00	0.00

TOTALES (A) 14.76 26.568 23.70 42.66

INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Número de picas de 2 m.	18		*1
Unión entre picas			
Cond desnudo de cobre	Sección		*2
Cond. Aislado 450/750 V.			
de cobre verde-amarillo	Sección	16	mm2 *2
Resistividad del terreno		200	oh.m
Resistencia prevista		5.56	ohmios *3
Sensibilidad diferenciales		300	mA *4
Tierras en soportes cond. aisl.		16	mm2

INSTALACION ELECTRICA EN SOPORTES

Conductor en soportes 0,6/1 kV	Sección	2.5	mm2 (Sección mínima)
Fusible de protección individual		10	A
*1	Se colocará una pica cada cinco soportes, y siempre en el primero y último de cada línea. Todos los soportes alimentados desde un mismo cuadro se unirán a una tierra común.		
*2	Las dos soluciones previstas para la unión de picas son alternativas. La celda correspondiente a la solución no adoptada se dejará en blanco.		
*3	Se calcula la resistencia aproximada de cada pica utilizando la ecuación contenida en la tabla 5 de la ITC-BT-18		
*4	La sensibilidad de los interruptores diferenciales será de 300 mA cuando la resistencia de la toma de tierra sea igual o inferior a 30 ohmios en las condiciones más desfavorables.		

CUADRO GENERAL DE MANDO Y CONTROL

Caja ICP	Si		
Interruptor automático general	4x40	Poder de corte	10 kA
Contactor de maniobra	LC1-D80		
Diferenciales en salidas			
Salida nº 1	4x16 A	Sensib.	300 mA
Salida nº 2	4x16 A	Sensib.	300 mA
Salida nº 3	4x16 A	Sensib.	300 mA
Salida nº 4	A	Sensib.	mA
Interruptores automáticos en salidas			
Salida nº 1	4x16 A	Poder de corte	6 kA
Salida nº 2	4x16 A	Poder de corte	6 kA
Salida nº 3	4x16 A	Poder de corte	6 kA
Salida nº 4	A	Poder de corte	kA
Reloj astronómico	Si		
Interruptor manual puenteo	3x40 A		
Doble nivel	Si		
Protección circuito maniobra reloj	1x10 A		
Contactor(es) maniobra doble nivel	3x20 A	Número	1
Protección maniobra doble nivel	1x10 A	Número	3
Puesta a tierra de la carcasa metálica del cuadro	Si		
Grado de protección de la envolvente	IP55-IP10		

NOTAS.-

En el caso de que en el cuadro existiese una sola salida, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se consigue con el interruptor automático general.

En el caso de varias salidas existirán el interruptor automático general y uno por cada uno de los circuitos de salida. Todos ellos de corte omipolar.

Es conveniente disponer un interruptor diferencial por cada circuito de salida, para que en el caso de que se produzca una derivación a tierra solamente quede fuera de servicio el circuito correspondiente.

El tipo y características de los contactores depende del tipo de lámparas, de su número y de su potencia. El proyectista deberá consultar el catálogo del fabricante.

En los circuitos de maniobra se utilizarán conductores de las mismas características que en los de alimentación, con secciones mínimas de 2,5 mm².

EQUIPO DE MEDIDA

Contador energía activa/reactiva	4x50 A.
Doble tarifa	Si
Maxímetro	Si
Fusibles de seguridad	80 A.

SOPORTES DE LUMINARIAS

Cumplirán el RD.2642/85, RD. 401/89 y O.M. de 16/5/89

Coefficiente de seguridad en soportes, anclajes y cimentaciones no inferior a 2,5.

LUMINARIAS

Cumplirán lo indicado en los apartados 7 y 9 de la ITC-BT-09.- Serán de clase I o II

EQUIPOS ELECTRICOS DE LOS PUNTOS DE LUZ

Los equipos para montaje exterior tendrán un grado de protección mínimo IP-54 e IK 8.-

Se instalarán a una altura mínima de 2,5 m. sobre el nivel del suelo. Cada punto de luz tendrá compensado el factor de potencia hasta un mínimo de 0.9,

