



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Departamento de Ingeniería Eléctrica

TRABAJO DE FIN DE GRADO:

MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL ALUMBRADO

PÚBLICO DE LA ZONA 7 DE LA UPV

Trabajo realizado por:

Christian Mo Jurado

Titulación:

Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Tutor del Trabajo:

Vicente León Martínez

Julio 2016

ÍNDICE

1. Antecedentes	Página 7
2. Objeto	Página 10
3. Justificación	Página 11
3.1. Justificación Académica	Página 11
3.2. Justificación Legal	Página 12
3.3. Viabilidad	Página 12
4. Análisis de las distintas soluciones	Página 13
4.1. Instalación Trifásica	Página 13
4.2. Compensación de la Potencia Reactiva	Página 15
4.3. Compensación de los Armónicos	Página 16
4.3.1. Compensación Global	Página 19
4.3.2. Compensación Parcial	Página 19
4.3.3. Compensación Individual	Página 20
4.4. Diseño de los Filtros	Página 21
4.4.1. Los Conductores	Página 21
4.4.2. Las Arquetas	Página 22
4.4.3. Red de Tierras	Página 23
4.4.4. Cuadro de Protección	Página 23
4.4.5. Los Condensadores	Página 23
4.4.6. Las Bobinas	Página 24
4.5. Conexión de las farolas	Página 25
4.6. Resumen y elección más Adecuada	Página 26
5. Descripción de la solución adoptada	Página 28
6. Bibliografía	Página 30

ANEXOS

• Anexo 1: Pérdidas en el transformador	Página 31
• Anexo 2: Análisis de las cargas	Página 32
○ Anexo 2.1: Análisis carga 1 sin compensar	Página 33
○ Anexo 2.2: Análisis carga 2 sin compensar	Página 36
○ Anexo 2.3: Análisis carga 3 sin compensar	Página 39
• Anexo 3: Cálculos potencias reactivas	Página 42
○ Anexo 3.1: Cálculo potencia reactiva carga 1	Página 42

○ Anexo 3.2: Cálculo potencia reactiva carga 2	Página 43
○ Anexo 3.3: Cálculo potencia reactiva carga 3	Página 44
● Anexo 4: Cálculo de los armónicos principales	Página 45
○ Anexo 4.1: Corrientes armónicas carga 1	Página 46
○ Anexo 4.2: Corrientes armónicas carga 2	Página 48
○ Anexo 4.3: Corrientes armónicas carga 3	Página 50
○ Anexo 4.4: Carga 1 con corrientes armónicas	Página 52
○ Anexo 4.5: Carga 2 con corrientes armónicas	Página 55
○ Anexo 4.6: Carga 3 con corrientes armónicas	Página 58
● Anexo 5: Diseño de los filtros	Página 61
○ Anexo 5.1: Valores de los filtros de la carga 1	Página 62
○ Anexo 5.2: Valores de los filtros de la carga 2	Página 71
○ Anexo 5.3: Valores de los filtros de la carga 3	Página 79
● Anexo 6: Análisis de la instalación compensada	Página 89
○ Anexo 6.1: Nuevas corrientes por la carga 1	Página 89
○ Anexo 6.2: Nuevas corrientes por la carga 2	Página 90
○ Anexo 6.3: Nuevas corrientes por la carga 3	Página 91
○ Anexo 6.4: Análisis carga 1 compensada	Página 92
○ Anexo 6.5: Análisis carga 2 compensada	Página 95
○ Anexo 6.6: Análisis carga 3 compensada	Página 98

PLIEGO DE CONDICIONES

● Pliego de condiciones general	Página 101
○ Generalidades	Página 102
● Pliego de especificaciones técnicas	Página 103
○ Arquetas	Página 103
○ Puesta a tierra	Página 103
○ Conductores	Página 104
○ Reactancias y condensadores	Página 104
○ Protección contra cortocircuitos y conexiones	Página 105

PRESUPUESTO

- Puesta a tierra Página 106
- Instalación caja de protección y conexión Página 107
- Instalación de los filtros Página 108
- Condensadores y bobinas de los filtros Página 109
- Instalación nuevos conductores enterrados Página 110
- Presupuesto general Página 111

PLANOS

- Plano 1: Distribución de la carga 1 Página 112
- Plano 2: Distribución de la carga 2 Página 113
- Plano 3: Distribución de la carga 3 Página 114
- Plano 4: Esquema eléctrico carga 1 Página 115
 - Plano 4.1: Esquema eléctrico carga 1-fase R Página 115
 - Plano 4.2: Esquema eléctrico carga 1-fase S Página 116
 - Plano 4.3: Esquema eléctrico carga 1-fase T Página 117
- Plano 5: Esquema eléctrico carga 2 Página 118
 - Plano 5.1: Esquema eléctrico carga 2-fase R Página 116
 - Plano 5.2: Esquema eléctrico carga 2-fase S Página 119
 - Plano 5.3: Esquema eléctrico carga 2-fase T Página 120
- Plano 6: Esquema eléctrico carga 3 Página 121
 - Plano 6.1: Esquema eléctrico carga 3-fase R Página 121
 - Plano 6.2: Esquema eléctrico carga 3-fase S Página 122
 - Plano 6.3: Esquema eléctrico carga 3-fase T Página 123
- Plano 7: Descripción de las arquetas Página 124
- Plano 8: Filtros carga 1 Página 125
 - Plano 8.1: Filtro lámpara 1 Página 125
 - Plano 8.2: Filtro lámpara 2 Página 126
 - Plano 8.3: Filtro lámpara 3 Página 127
 - Plano 8.4: Filtro lámpara 4 Página 128
 - Plano 8.5: Filtro lámpara 5 Página 129
 - Plano 8.6: Filtro lámpara 6 Página 130
 - Plano 8.7: Filtro lámpara 7 Página 131
 - Plano 8.8: Filtro lámpara 8 Página 132
 - Plano 8.9: Filtro lámpara 9 Página 133
 - Plano 8.10: Filtro lámpara 10 Página 134
 - Plano 8.11: Filtro lámpara 11 Página 135
 - Plano 8.12: Filtro lámpara 12 Página 136

○ Plano 8.13: Filtro lámpara 13	Página 137
○ Plano 8.14: Filtro lámpara 14	Página 138
○ Plano 8.15: Filtro lámpara 15	Página 138
○ Plano 8.16: Filtro lámpara 16	Página 140
○ Plano 8.17: Filtro lámpara 17	Página 141
○ Plano 8.18: Filtro lámpara 18	Página 142
○ Plano 8.19: Filtro lámpara 19	Página 143
○ Plano 8.20: Filtro lámpara 20	Página 144
● Plano 9: Filtros carga 2	Página 145
○ Plano 9.1: Filtro lámpara 1	Página 145
○ Plano 9.2: Filtro lámpara 2	Página 146
○ Plano 9.3: Filtro lámpara 3	Página 147
○ Plano 9.4: Filtro lámpara 4	Página 148
○ Plano 9.5: Filtro lámpara 5	Página 149
○ Plano 9.6: Filtro lámpara 6	Página 150
○ Plano 9.7: Filtro lámpara 7	Página 151
○ Plano 9.8: Filtro lámpara 8	Página 152
○ Plano 9.9: Filtro lámpara 9	Página 153
○ Plano 9.10: Filtro lámpara 10	Página 154
○ Plano 9.11: Filtro lámpara 11	Página 155
○ Plano 9.12: Filtro lámpara 12	Página 156
○ Plano 9.13: Filtro lámpara 13	Página 157
○ Plano 9.14: Filtro lámpara 14	Página 158
○ Plano 9.15: Filtro lámpara 15	Página 159
○ Plano 9.16: Filtro lámpara 16	Página 160
○ Plano 9.17: Filtro lámpara 17	Página 161
○ Plano 9.18: Filtro lámpara 18	Página 162
○ Plano 9.19: Filtro lámpara 19	Página 163
● Plano 10: Filtros carga 3	Página 164
○ Plano 10.1: Filtro lámpara 1	Página 164
○ Plano 10.2: Filtro lámpara 2	Página 165
○ Plano 10.3: Filtro lámpara 3	Página 166
○ Plano 10.4: Filtro lámpara 4	Página 167
○ Plano 10.5: Filtro lámpara 5	Página 168
○ Plano 10.6: Filtro lámpara 6	Página 169
○ Plano 10.7: Filtro lámpara 7	Página 170
○ Plano 10.8: Filtro lámpara 8	Página 171
○ Plano 10.9: Filtro lámpara 9	Página 172
○ Plano 10.10: Filtro lámpara 10	Página 173
○ Plano 10.11: Filtro lámpara 11	Página 174
○ Plano 10.12: Filtro lámpara 12	Página 175
○ Plano 10.13: Filtro lámpara 13	Página 176

○ Plano 10.14: Filtro lámpara 14	Página 177
○ Plano 10.15: Filtro lámpara 15	Página 178
○ Plano 10.16: Filtro lámpara 16	Página 179
○ Plano 10.17: Filtro lámpara 17	Página 180
○ Plano 10.18: Filtro lámpara 18	Página 181
○ Plano 10.19: Filtro lámpara 19	Página 182
○ Plano 10.20: Filtro lámpara 20	Página 183
○ Plano 10.21: Filtro lámpara 21	Página 184
○ Plano 10.22: Filtro lámpara 22	Página 185
○ Plano 10.23: Filtro lámpara 23	Página 186
○ Plano 10.24: Filtro lámpara 24	Página 187

1. Antecedentes

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se estudia la eficiencia de la instalación de alumbrado público de una zona determinada dentro del recinto de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

De manera que una vez realizado el estudio de la instalación se trata de reducir tanto la potencia reactiva como las pérdidas por efecto Joule.

La potencia reactiva es un valor a tener muy en cuenta a la hora de diseñar una instalación eléctrica, ya que las compañías eléctricas contabilizan este valor y en el caso de que se superen unos límites, ésta impondrá una penalización económica en la factura, además de que la existencia de energía reactiva produce que haya más corriente de la necesaria por los cables, aumentando así la temperatura, y por consiguiente las pérdidas por conducción (Joule), encareciendo aun más la factura de la compañía eléctrica.

Esta instalación está constituida por un total de 63 puntos de luz de las cuales 40 son de 400 W, 9 de 250 W y 14 de 125 W, todas ellas lámparas de vapor de sodio. En las imágenes 10, 11 y 12 se muestran la ubicación de cada punto de luz que se analizará.



Imagen 10: Distribución de la carga 1



Imagen 11: Distribución de la carga 2



Imagen 12: Distribución de la carga 3

Se han repartido en un total de tres grupos lo más equilibrado posible, tratando de hacer el recorrido de los mismo lo más recto y sencillo posible, facilitando su geometría. De manera que la red quedaría dispuesta así:

- Carga 1: con una longitud total de 180 metros y formada por 14 lámparas de 400 W y 6 lámparas de 125 W, lo que hace un total de 6350 W.
- Carga 2: con una longitud de 280 metros y formada por 11 lámparas de 400 W y 8 lámparas de 125 W, que hacen un total de 5400 W.
- Carga 3: con una longitud de 305 metros y formada por 15 lámparas de 400 W y 9 lámparas de 9 W, lo que suma un total de 7850 W.

Este análisis se va a realizar siguiendo la normativa vigente para instalaciones trifásicas, puesto que esta instalación es trifásica, porque en el caso de que fuera monofásica las corrientes por los conductores, secciones, y pérdidas serian mucho mayores que las que se calculan más adelante para el caso de una red trifásica, además en la actualidad, toda instalación que se diseña y construye es trifásica, por la numerosas ventajas que esta presenta frente a la monofásica.

Las tres cargas están alimentadas por el mismo centro de transformación, donde está ubicado el transformador. Está emplazado en el sótano del ala norte de la ETSID, tal y como se ve en la imagen 9.



Imagen 9: Localización del transformador 1

De este transformador hay que extraer unos valores significativos directamente de la hoja de características del fabricante, que esta adjunto en el pliego de condiciones.

Transformador Omarzabal de 24 kV:

- Potencia: 1000 kVA
- Pérdidas en vacío: 1700 W
- Pérdidas en carga: 10500 W
- Intensidad de vacío: 1.3 A
- Relación de transformación: 57.14

Para la realización de los cálculos que permitan saber la cantidad de pérdidas que se producen en el transformador tanto en vacío (cuando el transformador funciona sin conectarle nada) como en carga, que es cuando el transformador está suministrando a la instalación, en este caso se contabilizarán las pérdidas únicamente en la de alumbrado.

El desarrollo de los cálculos esta en el anexo 1, donde empleando los valores antes mencionados de la hoja de características del fabricante se llega a un valor de pérdidas total de 4.88 W.

Del valor anterior hay que destacar que es un número de pérdidas muy pequeño, pero éstas son solamente las pérdidas que se producen en el transformador a la hora de alimentar a la red de alumbrado que se está analizando, pero el mismo centro de transformación es el encargado de suministrar electricidad tanto a la ETSID, como a las escuelas y edificios colindantes, por lo que en estas otras líneas de alimentación habrán otros valores de pérdidas mucho mayores puesto que se tratan de cargas mucho más exigentes que la de alumbrado estudiada.

2. Objeto

Se desea llevar a cabo un estudio de la instalación de alumbrado público de la zona 7 de la UPV, y tratar de analizar las posibles soluciones disponibles para reducir la energía reactiva y la corriente por los conductores, abaratando la factura del suministro eléctrico. Para ello habrá que estudiar el consumo de energía reactiva de cada punto de luz y a su vez los armónicos que cada luminaria introduce a la red, para posteriormente añadir un filtro capaz de eliminar los armónicos y reducir la reactiva.



Imagen 1: Plano completo UPV



Imagen 2: Plano zona 7 UPV

3. Justificación

3.1. Justificación Académica

El desarrollo de este TFG se va a llevar a cabo para tratar de poner a prueba todos los conocimientos adquiridos a lo largo de estos cuatro años de carrera, para mejorar la capacidad resolutoria del alumno frente a un problema real y analizar cada una de las posibilidades de solución que nos ofrece el mercado y por último para aprobar los 12 créditos restantes de grado que reconocen la capacidad de desempeñar funciones dentro del marco de la ingeniería electrónica industrial.

3.2. Justificación Legal

Todo el trabajo debe desarrollarse acorde a la normativa vigente, y en este caso, como se trata de un tema de una instalación eléctrica, hay que ser muy cuidadoso a la hora de tomar decisiones, puesto que hay una normativa muy marcada por el hecho de que es una rama especialmente controlada para la seguridad de los usuarios y operarios. Por ello todas las soluciones que se vayan a adoptar están acordes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

3.3. Viabilidad

En cuanto a la viabilidad del proyecto cabe decir que no resulta excesivamente caro, puesto que previo al estudio de la solución final únicamente hay que realizar unos cálculos de cuanta potencia activa consumen las lámparas, la cantidad de corriente producida por los armónicos, las pérdidas que se registran, etc. Lo que no supone un gasto material, después de analizar todos esos aspectos es cuando hay que diseñar los filtros, formados por bobinas y condensadores, que no son especialmente caros y estudiar donde ubicarlos para optimizar aun más la instalación.

Solo hay que destacar la necesidad de hacer un desembolso inicial para la incorporación de los filtros en una instalación que aparentemente está funcionando correctamente, y esto es así, pero realmente está consumiendo más potencia de la necesaria (más adelante se explica el por qué de este exceso de consumo) y por ello se está pagando de mas en las facturas eléctricas.

Por todo ello, resulta un trabajo bastante viable, para la cantidad de dinero que podría ahorrar de la factura eléctrica.

4. Análisis de las Distintas Soluciones

4.1. Instalación Trifásica

Hay que recordar que la instalación completa, la habíamos repartido en tres cargas lo más equilibradas posibles, con el objetivo de no sobrecargar una línea en exceso, o que un posible error en la línea dejara sin luz a toda el área. Es por ello que ahora se hace un breve resumen de cómo ha quedado la instalación después del reparto:

CARGA 1

- Fase R: formada por 5 lámparas de 400 W y 2 lámparas de 125 W (Véase plano 1.1)
- Fase S: formada por 5 lámparas de 400 W y 2 lámparas de 125 W (Véase plano 1.2)
- Fase T: formada por 4 lámparas de 400 W y 2 lámparas de 125 W (Véase plano 1.3)

CARGA 2

- Fase R: formada por 4 lámparas de 400 W y 3 lámparas de 125 W (Véase plano 2.1)
- Fase S: formada por 3 lámparas de 400 W y 3 lámparas de 125 W (Véase plano 2.2)
- Fase T: formada por 4 lámparas de 400 W y 2 lámparas de 125 W (Véase plano 2.3)

CARGA 3

- Fase R: formada por 5 lámparas de 400 W y 3 lámparas de 250 W (Véase plano 3.1)
- Fase S: formada por 5 lámparas de 400 W y 3 lámparas de 250 W (Véase plano 3.2)
- Fase T: formada por 5 lámparas de 400 W y 3 lámparas de 250 W (Véase plano 3.3)

Hay que tener en cuenta que el REBT da unos parámetros muy estrictos a la hora de diseñar una instalación eléctrica de este tipo, y un primer paso en el diseño de redes eléctricas es calcular las corrientes máximas que circularán por los conductores y en función de ese valor escoger la sección tal y como argumenta el REBT en el punto 5.2.1 para redes subterráneas, donde indica que la sección mínima ha de ser de 6 mm², y en la tabla A, en función del aislante utilizado y la corriente máxima, se ha de utilizar una sección específica.

Por lo que después de extraer los valores de corriente máximos, adjuntos en los anexos 2.1, 2.2 y 2.3 (uno por cada carga), y de decidir el aislante que se va a usar se puede decidir ya la sección mínima acorde a la tabla A antes mencionada del REBT.

Una vez se ha determinado la sección que cada carga ha de tener, se ha de pasar un segundo filtro impuesto por el REBT, que es el punto 3 donde para instalaciones de alumbrado, la caída de tensión máxima admisible entre la acometida y el punto de luz más alejado debe de ser inferior al 1%.

Es por esto último que habrá que ir aumentando la sección mínima con la finalidad de cumplir el criterio de la caída de tensión admisible, ya que las caídas de tensión son proporcionales a la resistencia de los cables, y ésta es menor cuanto mayor es la sección de los mismos.

Después de conseguir cumplir ambos apartados del REBT, las secciones y corrientes máximas por los conductores serán los siguientes:

Cargas	1	2	3
Corriente Máxima (A)	9.78	8.58	11.95
Sección (mm ²)	16	35	50
Pérdidas (W)	9.32	11.07	12.67

Tabla 1: Línea sin compensar

4.2. Compensación de la potencia reactiva

Como se ha mencionado al principio del documento, la potencia reactiva es un valor que se debe de tratar mantener siempre por debajo de unos límites impuestos por la compañía eléctrica, con el fin de no pagar de más en las facturas de suministros, además de que puede ser un factor importante que puede ocasionar fallos en la propia red, con subidas de tensión y corriente.

Esta potencia reactiva la genera el transformador a petición de las cargas que conectemos, hay casos en que se genera más o menos, esto depende en este caso, del tipo de luminarias que empleemos y de sus características.

Las lámparas de vapor de sodio, que son las que hay en la red que se está analizando tienen un valor del coseno de ϕ de 0.4, este dato se puede comprobar en la hoja de especificaciones del fabricante adjunto en el pliego de condiciones. Éste es el valor significativo a la hora de estudiar la potencia reactiva. Lo que se debe hacer es calcular individualmente la potencia reactiva que cada lámpara exige al transformador, y luego sumar para calcular el total, estos cálculos están desarrollados en los anexos 3.1, 3.2 y 3.3.

Una vez se conoce la cantidad que la instalación consume, podemos diseñar unos filtros formados por condensadores que serán los encargados de suministrar ahora la potencia reactiva, de manera que se reducen las corrientes a partir de ese punto, puesto que a partir de ahí, serán los condensadores los encargados de proporcionar la corriente correspondiente a la reactiva.

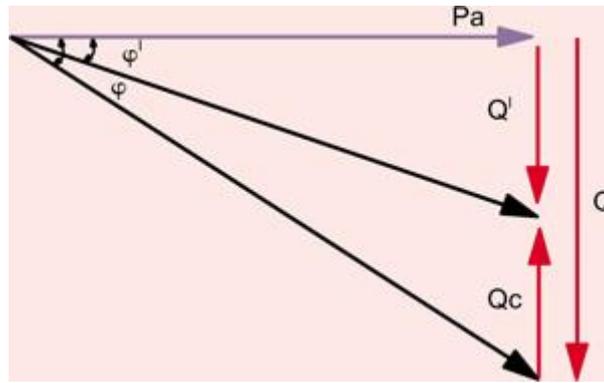


Imagen 3: Compensación reactiva

Como se ve en la imagen, al ser los condensadores los que generan una parte de la potencia reactiva, el ángulo phi se hace más pequeño, de manera que cada vez el coseno de phi es más próximo a 1.

Otra opción sería emplear baterías de compensación automáticas, pero como se trata de una instalación únicamente de iluminación, y las lámparas siempre demandan la misma cantidad de reactiva, sería un gasto excesivo comprar baterías de compensación automáticas para este caso, ya que con un condensador de capacidad fija se resuelve la problemática de una forma eficaz y mucho más económica.

Pero como en el apartado siguiente se tratará de compensar los armónicos, y resulta que el mismo filtro de compensación de armónicos sirve como filtro a su vez para compensar la reactiva añadiendo al mismo filtro una serie de bobinas, es una manera de ahorrar tanto en espacio como en dinero, por lo que más adelante se describirá el procedimiento seguido para eliminar estos valores y como se diseña el filtro.

De manera que un mismo filtro, nos sirve para compensar ambas corrientes, también se estudia más adelante la ubicación de los filtros para una eficiencia y compensación óptimas.

4.3. Compensación de los Armónicos

Otro aspecto que hace que las corrientes sean más elevadas de lo necesario, y como consecuencia de ello que se requiera más sección de la mínima indispensable y que haga que se encarezca la instalación es la aportación de los armónicos.

Estos armónicos los introducen los propios puntos de luz por cuestiones de su propia tecnología, los armónicos más importantes que añaden a la red las lámparas de vapor de sodio lo los de tercer, quinto y séptimo orden, cada uno en una proporción distinta de importancia, siendo el de orden 3 sobre un 20% de la fundamental, el de orden 5 sobre un 10% y el de orden 7 aproximadamente un 3% de la fundamental. Podrían parecer valores despreciables, pero hay que tener en cuenta que a lo largo de toda la instalación hay más de 60 lámparas, por lo que una pequeña aportación de cada una, supone varios amperios de más en la instalación. Por ello hay que diseñar filtros de compensación, para que estas corrientes los proporcione el propio filtro de manera que no se exija más que lo necesario al transformador.

En los anexos 4.1, 4.2 y 4.3 se adjuntan los cálculos que corresponden a las corrientes que cada armónico en cada carga suponen, es esta la corriente que se podrá eliminar usando los filtros de compensación, se ha nombrado corriente residual.

En esta situación se puede observar que las corrientes máximas que se mostraban en el apartado 4.2 se verán incrementadas lo que valga el valor residual de cada fase. Por ello se vuelve a recalcular las pérdidas, corrientes máximas y nuevas secciones mínimas para cumplir con los criterios del REBT antes citados. Véase anexos 4.4, 4.5 y 4.6.

En la tabla 2, se hace una extracción de los nuevos valores de corrientes, secciones y pérdidas, se puede observar que son mayores que los valores que se tenían antes de tener en cuenta la influencia de los tres armónicos:

Cargas	1	2	3
Corriente Máxima (A)	10	8.77	12.22
Sección (mm ²)	16	35	50
Pérdidas (W)	9.73	11.57	13.24

Tabla 2: Línea con armónicos

Este filtro a la vez que eliminará los 3 armónicos fundamentales, reducirá en gran medida la potencia reactiva, que como se mencionaba anteriormente, consumida por las propias lámparas de vapor de sodio.

Para conocer el fundamento del uso de este tipo de filtros es necesario que quede bien claro lo siguiente:

Cada carga consume una cantidad en VAr de potencia reactiva, y está repartida entre las tres fases en función de la cantidad de lámparas que tenga conectadas, por lo que se tendrá que compensar en cada fase una cantidad específica de potencia reactiva y eliminar los armónicos, que como hemos dicho son tres.

Este sería el modelo de filtro que se colocaría en cada una de las tres fases:

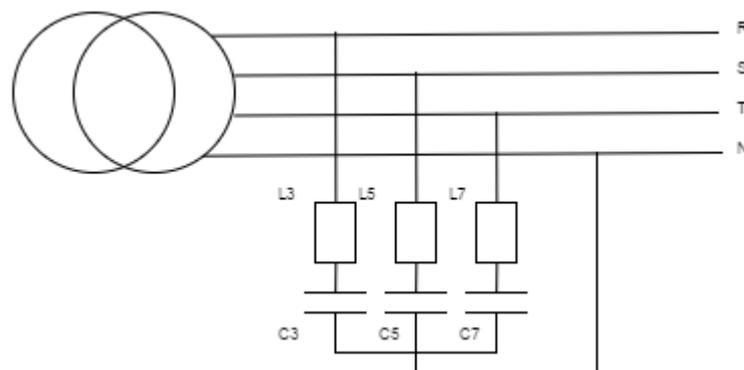


Imagen 4: Filtro de compensación

A la hora de decidir cuánta potencia reactiva se quiere eliminar, es importante tener en cuenta, que si se elimina demasiada la compañía eléctrica también puede penalizarlos e incluso cortarnos el suministro eléctrico, por lo que debemos diseñar los filtros para que las lámparas actuaran teniendo un coseno de phi igual o superior a 0.9 que es lo que

el REBT exige en el punto 3 para este tipo de instalaciones, por ello para la realización de los cálculos y la obtención de los valores de las bobinas y condensadores vamos a poner un valor de 0.95 para el coseno de ϕ , que cumple con la normativa.

En los anexos 4.7, 4.8 y 4.9 se define la cantidad de potencia que se desea eliminar para el coseno de ϕ propuesto, los valores de condensadores necesarios y las bobinas que se deben colocar para eliminar la influencia de los armónicos.

4.3.1 Compensación global

A la hora de ubicar estos filtros ya diseñados existen varias posibilidades, y cada una de ellas con sus propios beneficios e inconvenientes.

La primera que se va a proponer es la compensación global, que esta trata de compensar los armónicos, colocando los filtros de compensación en el comienzo de la carga, es decir, únicamente un filtro para toda la instalación. Esta opción permite suprimir los consumos excesivos de potencia reactiva, descargando así el transformador y ajustando la potencia aparente a la potencia real de consumo de la instalación. En su contra hay que mencionar, que en ese caso las pérdidas por efecto Joule siguen existiendo porque aun sigue circulando la corriente reactiva aguas abajo del filtro de compensación.

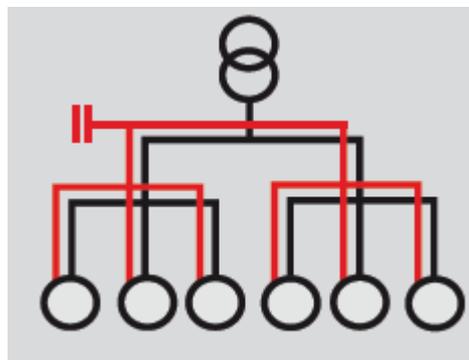


Imagen 5: Compensación global

4.3.2. Compensación parcial

En esta otra opción se plantea realizar una compensación por grupos de lámparas, y en este caso como la instalación ya está repartida en tres cargas, se trataría de colocar en este caso un total de tres filtros, uno por cada carga, ubicados justo al principio de la primera lámpara, de esta forma se reduce el número de lámparas que un solo filtro debe de compensar.

En este caso, la potencia reactiva también se suprime lo necesario descargando así el condensador y ajustando la potencia aparente a la potencia real de la instalación, y como en esta solución se han colocado los filtros más alejados del centro de transformación, es en ese tramo donde se han reducido las perdidas por efecto Joule, pero más adelante de la instalación sigue circulando la corriente reactiva, y produciendo pérdidas, de manera que no se elimina totalmente.

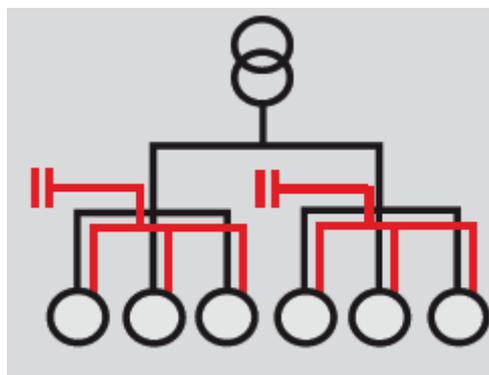


Imagen 6: Compensación parcial

4.3.3. Compensación individual

Y por último, la opción que queda se trata de compensar de forma individual cada una de las lámparas, colocando un filtro antes de cada una. De esta forma, la potencia reactiva se reduce al igual que en las otras dos opciones, pero en este caso es donde además, se eliminan las corrientes reactivas por lo cables de la instalación, reduciendo al mínimo las pérdidas por efecto Joule.

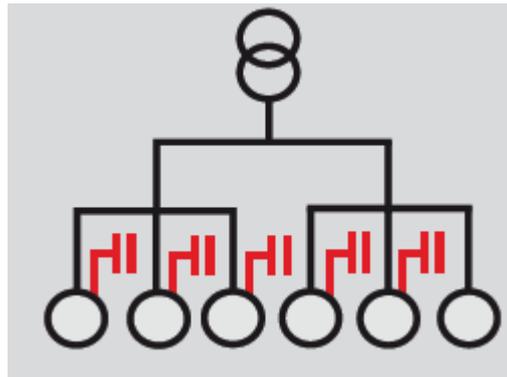


Imagen 7: Compensación individual

4.4. Diseño de los filtros

Los filtros, que estarán formados por las bobinas y condensadores, colocados tal y como se muestran en el plano 7 al final del documento, de valores específicos para cada una de las lámparas que vaya a compensar irán en el interior de cada una de las cabezas de las farolas y con la correspondiente ventilación necesaria para tratar de refrigerar las bobinas, que en cuanto comiencen a funcionar se empezarán a calentar, evitando así fallos en el sistema por sobrecalentamientos. Dentro de esas cajas, deberán acompañar al filtro toda la aparatada de protección que la normativa de instalaciones eléctricas de baja tensión.

4.4.1. Los conductores

Se utilizarán tres cables de fase y uno de neutro, los cables de fase nunca inferiores a 6 mm² de sección, el neutro es independiente. El conductor de los cables será de cobre con una tensión asignada de 0.6/1 kV con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta poliolefina acorde a la norma UNE 21123, y deberán ir entubados, para protegerlos de posibles rozaduras con el terreno. No se aceptaran cables con desperfectos o que hayan sido utilizados anteriormente en cualquier otro circuito. El tendido de los conductores se debe realizar con sumo cuidado, evitando roces o torceduras.

No se admiten empalmes fuera de los cuadros. Los empalmes que tengan lugar la arqueta, se protegerán con cinta autovulcanizable, dejando independientemente cada una de las fases.

Las derivaciones de alumbrado por el interior de la columna, deben sujetarse mecánicamente, evitando que el cable cuelgue desde la lámpara. En el recorrido desde la arqueta la lámpara se protegerá activamente con un fusible de 3 A.

4.4.2. Las arquetas

Debajo de cada lámpara, habrá una arqueta de una profundidad mínima de 0.4 metros y una sección horizontal de 40x40 centímetros, se empleara hormigón para recubrir las paredes con un espesor de 10 centímetros, dejando la base libre de cualquier resto de hormigón, únicamente depositando una capa de grava de 10 centímetros, de esta manera las arquetas cumplirán lo estipulado en la normativa EN 124-1994. El marco y la tapa de las arqueta serán cuadrados, y estas tapas serán de Clase C250 (Rotura>25 toneladas), colocadas con una pequeña inclinación para favorecer la circulación del agua, evitando el acceso de agua al interior de la arqueta.

En el plano 6, adjunto al final de la memoria, se detallan las medidas y distribución de la arqueta en su interior.

4.4.3. Red de tierras

Todos los elementos metálicos se conectarán entre sí: columnas, armario metálico, báculo...

Siendo muy cuidadoso en que la conexión de estos mismo sea lo más duradera posible y resistente a la corrosión, empleando materiales metálicos para la conexión de los mismos, grapas, soldadura, etc.

La máxima resistencia de la puesta a tierra será tal que en los elementos antes citados no se superen las tensiones de contacto de 24 V, a lo largo de la vida de la instalación.

La puesta a tierra se hará a cabo mediante un cable de cobre desnudo de 35 mm², que irá directamente al terreno hundido a un metro de profundidad. Éste pasará antes por cada una de las arquetas de la red con un cable de 16 mm², conectado a una pica de cobre de un metro y medio de longitud en cada una de las arquetas, hincadas en la base de grava.

4.4.4. Cuadro de protección

Para la protección de los puntos de luz en las arquetas se empleará una caja de conexión y protección tipo cofret de material aislante (5 MΩ a 500 V), clase térmica A, auto extingible y grado de protección mínima IP-433, la tapa irá fijada mediante un tornillo.

Los cartuchos fusibles serán cilíndricos, de tamaño 10x38, clase gl, con indicador de fusión, capacidad de ruptura 100KA a 500V, de un calibre de 6 A para lámparas de hasta 400 W, que es lo que se dispone en la instalación.

4.4.5. Condensadores

Los condensadores que se van a emplear en estos filtros serán condensadores electrolíticos bipolares, ya que estarán funcionando en una instalación de corriente alterna. Según el tipo de lámpara que estén compensando tendrán una capacidad mayor o menor.

Se emplearán distintos valores de condensadores en función de la potencia de la lámpara a la que estén compensando y del filtro del armónico a eliminar donde estén ubicados.

La conexión de los condensadores se hará en serie con las bobinas, en paralelo con la carga, justo antes de la misma, lo más cerca posible de la farola (enterrado en la base).

4.4.6. Bobinas

Las bobinas que se usen en los filtros, serán las encargadas de eliminar la corriente producida por los armónicos, de manera que los valores de sus inductancias están acotados a esas corrientes. En toda la instalación las corrientes que producen cada uno de los armónicos son de un valor muy pequeño en amperios, por lo que los valores de los inductores serán también muy reducidos, del orden de nano Henrios.

Estas bobinas se conectaran en paralelo con cada una de las lámparas que se vaya a compensar, y en serie con los condensadores, en la imagen 8 se muestra un ejemplo de conexión.

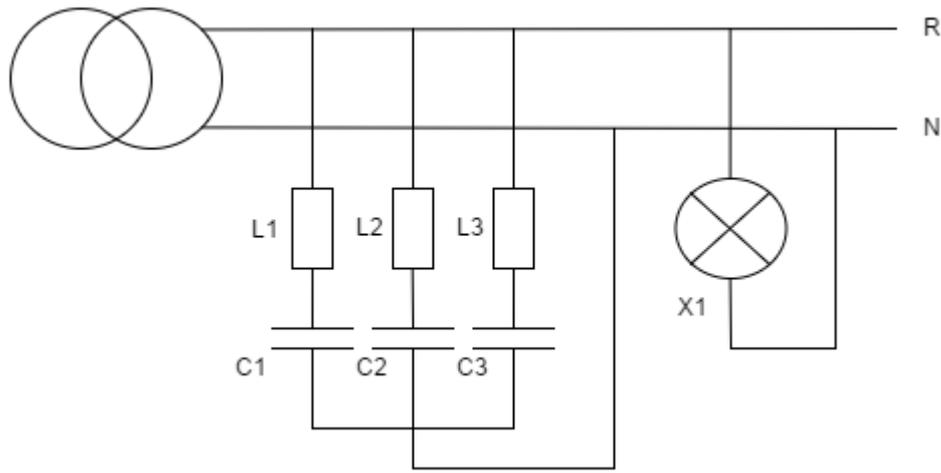


Imagen 8: Filtro para una lámpara 1

Cabe recordar, que cada lámpara llevara en paralelo un filtro formado por tres condensadores y tres bobinas, además de toda la aparamenta de seguridad y protección ya descrito anteriormente.

4.4.7. Colocación de los filtros

Los filtros irán instalados en la cabeza de cada una de las luminarias que vayan a compensar, se ha decidido ubicarlas aquí dado que la otra opción sería colocarlos en las arquetas de la base de cada farola, pero al estar enterrados, están más expuestos a humedades del terreno, posibles filtraciones de agua e incluso posibles congelaciones por bajas temperaturas, además de tener menos capacidad de refrigeración, lo que produciría un fallo inevitable en el sistema.

4.5. Conexión de las farolas

Cada farola tendrá un cuadro de conexión de 4 entradas en el interior de la columna, fijada mecánicamente, accesible mediante una tapadera metálica fijada con tornillo desde el exterior.

En esta caja se conectarán las 4 fases, y de las cuales una de ellas y el neutro serán las que alimenten la farola (subirán hasta la cabeza de la farola, pero de la caja de conexiones volverán a salir las 4 fases para seguir el recorrido y alimentar los puntos de luz siguiente. En la imagen X se muestra un esquema para aclarar un poco más la explicación de las conexiones.

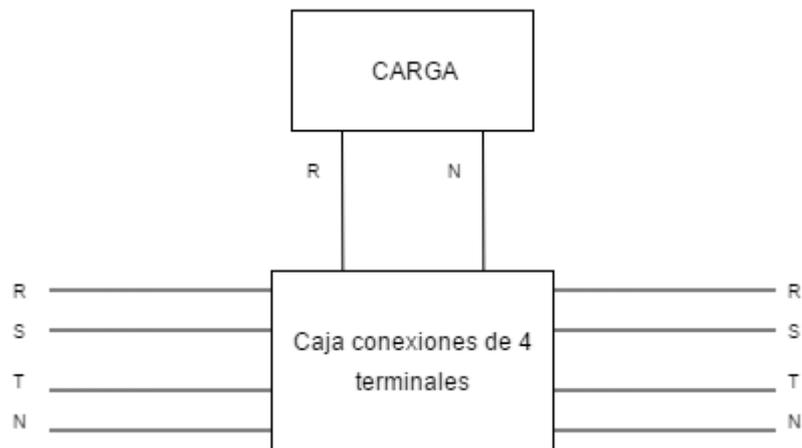


Imagen 13: Cuadro conexiones

4.6. Resumen y elección más adecuada

Una vez se ha planteado y analizado todo el problema, y estudiado todas y cada una de las posibilidades que se podrían llevar a cabo para solucionarlo, se ha decidido optar por una compensación individual para eliminar por completo las pérdidas por efecto Joule, también se han empleado baterías de condensadores de capacidades fijas para mantener el factor de potencia por encima de 0.9 tal y como marca el REBT, en este caso los condensadores se encargaran de compensar una determinada potencia reactiva para asegurar un coseno de phi de 0.95, esto además elimina casi por completo la corriente reactiva.

En el apartado 4.4 se explican todos los pasos y todas las especificaciones que la instalación de los filtros debe cumplir, desde la sección de los conductores que llegan a las arquetas, la estructura de las mismas y los dispositivos de protección necesarios de incluir, tales como el cuadro aislante y los fusibles.

De manera que el mismo procedimiento para compensar una lámpara servirá para compensar el resto, ya que es un procedimiento exactamente igual para todas, solo que para cada lámpara, en función de la potencia de la misma, las capacidades e inductancias serán distintas.

Esta solución aportada, producirá en la factura de la luz un ahorro del 60%, dado que con los filtros diseñados, las nuevas secciones de la instalación y las nuevas pérdidas que se producen, hacen que la instalación funcione de manera óptima y eficiente con casi un 60 por ciento menos de corriente. En las tablas 3,4, y 5 se puede ver la variación que se produce en la instalación una vez montados los filtros de compensación.

Carga 1:

	Fase R	Fase S	Fase T
Corriente vieja	10	10	8.22
Sección vieja	16	16	16
Pérdidas viejas	3.7	3.7	1.93
Corriente nueva	4.11	4.11	3.38
Sección nueva	6	6	6
Pérdidas nuevas	1.74	1.74	0.91

Tabla 3: Carga 1 compensada

Corriente en A; Sección en mm²; Pérdidas en W

Carga 2:

	Fase R	Fase S	Fase T
Corriente vieja	8.77	6.99	8.22
Sección vieja	35	35	35
Pérdidas viejas	4.94	2.69	3.43
Corriente nueva	3.61	2.88	3.38
Sección nueva	16	16	16
Pérdidas nuevas	1.91	1.04	1.33

Tabla 4: Carga 2 compensada

Corriente en A; Sección en mm²; Pérdidas en W

Carga 3:

	Fase R	Fase S	Fase T
Corriente vieja	12.22	12.22	12.22
Sección vieja	50	50	50
Pérdidas viejas	4.24	4.24	4.24
Corriente nueva	5.03	5.03	5.03
Sección nueva	16	16	16
Pérdidas nuevas	2.35	2.35	2.35

Tabla 5: Carga 3 compensada

Corriente en A; Sección en mm²; Pérdidas en W

En cuanto al presupuesto para llevar a cabo la reforma de la eficiencia de la instalación supondría un gasto en materiales eléctricos de la compra de tres condensadores y tres bobinas por lámpara, y como hay 63, sería un total de 189 condensadores y bobinas, además de 63 fusibles de 3 amperios, 63 cuadros de protección de protección mínima IP-433, el cableado de los filtros (de 6 mm² y aislante de XLPE), tubo de protección de los cables y la mano de obra para la instalación del filtro en la cabeza de cada una de las lámparas, además de la sustitución de los conductores enterrados de la instalación eléctrica.

Al final de la memoria se detallan todos estos costes de materiales además de la mano de obra de los operarios.

Y como se puede observar, el desembolso inicial no resulta muy elevado, y además éste se irá recobrando con el paso de los meses, con la cuantiosa reducción de la factura de la compañía eléctrica.

5. Descripción de la solución adoptada.

Como el objetivo de este proyecto era la renovación de la instalación eléctrica, sustituyéndola por una más eficiente y de menor coste debido a la compensación que se ha realizado, lo primero será sustituir los cables de alimentación a cada punto de luz que van desde el centro de transformación y realizan todo el recorrido de las lámparas, estos cables

se sustituirán por unos de cobre de 0.6/1 kV de 16 mm de sección que irán entubados para protegerlos de las inclemencias del terreno, el tubo será de PVC flexible con refuerzo metálico.

También hay que tener en cuenta que el cable de toma de tierra será de 35 mm de cobre desnudo, que pasara por cada una de las arquetas y se conectara a la columna y todos los componentes metálicos que haya y se llevara a una profundidad de 1.5 metros con la ayuda de una pica metálica de 15 mm de diámetro.

En el interior de cada columna estará alojado un cuadro de conexiones de clase V, con material aislante al polvo y al agua y capacidad para fusible de protección para la fase que alimente esa farola, el fusible del hilo neutro será metálico, para evitar sobretensiones.

En la cabeza de la farola se alojara el filtro pasivo, compuesto por tres condensadores y tres reactancias en cada farola, se ubicara ahí para evitar posibles humedades del terreno. En el plano X se define la disposición del filtro dentro de la cabeza de la farola.

Los valores de cada condensador y bobina de cada farola están especificados claramente en los anexos 5.1, 5.2 y 5.3.

6. Bibliografía

http://www.osram.es/osram_es/productos/lamparas/lamparas-de-descarga-de-alta-presion/lamparas-de-vapor-de-sodio-de-alta-presion-para-luminarias-abiertas-y-cerradas/index.jsp, (10 de julio de 2016)

<http://www.tuveras.com/reglamentos/rebtic/itc-bt-19.htm> (20 de junio de 2016)

http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/direcciones_generales/carreteras/normativa_tecnica/iluminacion/1210100html.htm (24 de junio de 2016)

Apuntes de la asignatura de gestión eficiente de la energía eléctrica.
Autor: Vicente León Martínez (curso 2015-2016)

Guía técnica de aplicación de instalaciones de alumbrado exterior, BT-09.
Revisión de septiembre del 2004

http://www.eoi.es/wiki/index.php/Equipos_y_eficiencia_en_alumbrado_exterior_en_Eficiencia_energ%C3%A9tica (24 de junio de 2016)

Guía técnica de aplicación de instalaciones de alumbrado público, BT-28.
Revisión de septiembre del 2004

Guía técnica de aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.
Revisión de octubre del 2005

Análisis energético y propuesta de mejoras energéticas en el alumbrado en el municipio de Altea, Pablo Pizcueta Pastor. 2014

Cálculo y diseño de propuesta para mejora de la instalación de alumbrado exterior de la Escuela Naval Militar, Luis Nebot Pitarch. 2015

Proyecto de mejora en la eficiencia energética de alumbrado público en Villanueva de Alcardete (Toledo). 2014

ANEXOS

Anexo 1: Pérdidas en el transformador

Las pérdidas en el transformador, son la suma de las pérdidas que se producen en vacío, que vienen dadas por el fabricante y las pérdidas en carga, que es cuando el transformador está suministrando energía a la instalación.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$I_n = \frac{Q}{\sqrt{3} * V_1} = 24.056 \text{ A} ; m = \frac{V_1}{V_{20}} = 57.14 ; r_{cc} = \frac{P_{jn}}{3 * I_n^2} = 6.048 \Omega ; r'_{cc} = \frac{r_{cc}}{m^2} = 0.00185 \Omega$$

Q	1000	kVA	
Io	1,3	A	(Corriente de vacío)
Pjn	1700	W	(Pérdidas nominales)
In	24,0562612	A	(Corriente nominal)
V1	24000	V	(Tensión primario)
V20	420	V	(Tensión de vacío)
m	57,1428571		
rcc	6,048		
r'cc	0,0018522	Ω	

	CARGA 1		CARGA 2		CARGA 3		TOTAL(corrientes por fase)	
IR	9,999244	A	8,776937	A	12,221309	A	30,99749	A
IS	9,999244	A	6,999287	A	12,221309	A	29,21984	A
IT	8,221492	A	8,221492	A	12,221309	A	28,664293	A

PERDIDAS 4,88292732 W

Anexo 2: Análisis de las cargas

En este anexo se trata de calcular, en función de las corrientes máximas que circulan por cada línea, la sección necesaria de conductor de la instalación. Este valor se extrae de la instrucción número 2.2.3 de la Guía BT-19, donde en función del tipo de aislamiento y la disposición física del cable, se escogerá una medida de la sección mayor o menor.

Además hay que cumplir el criterio de la caída de tensión descrito en el artículo 2.2.2 de la Guía BT-19, que especifica una caída máxima de un 1%, para instalaciones eléctricas como la de este trabajo.

Y como la caída de tensión se calcula a través de la resistencia interna de los cables y de la corriente que circula, empleando esta fórmula:

$$r = \frac{l}{\gamma * S}$$

Como se puede ver, la resistencia es inversamente proporcional a la sección, por lo que cuanto más sección, menor resistencia, y por consiguiente menos caída de tensión, por lo que habrá que ir aumentando la sección escogida con el fin de reducir por debajo de ese 1 % antes mencionado la caída de tensión total.

Anexo 2.1: Análisis de la carga 1 sin compensar

FASE R

Corriente de 125 W 0,5434 A
 Corriente de 400 W 1,7391 A

IR1	9,7824	A		
I1	8,0433	A	24	m
I2	6,3042	A	24	m
I3	4,5651	A	24	m
I4	2,826	A	24	m
I5	1,0869	A	31	m
I6	0,5435	A	45	m

FASE S

Corriente de 125 W 0,5434 A
 Corriente de 400 W 1,7391 A

IS1	9,7824	A		
I1	8,0433	A	24	m
I2	6,3042	A	24	m
I3	4,5651	A	24	m
I4	2,826	A	24	m
I5	1,0869	A	39	m
I6	0,5435	A	45	m

FASE T

Corriente de 125 W 0,5434 A
 Corriente de 400 W 1,7391 A

IT1	8,0432	A		
I1	6,3041	A	24	m
I2	4,565	A	24	m
I3	2,8259	A	24	m
I4	1,0868	A	31	m
I5	0.5435	A	45	m

IMAX	9,7824	A	
Aislante	XLPE		
SECCION	16	mm ²	XLPE
γ	55		

r1 0,02727273 Ω
 r2 0,02727273 Ω
 r3 0,02727273 Ω
 r4 0,02727273 Ω
 r5 0,03522727 Ω
 r6 0,05113636 Ω

r1 0,02727273 Ω
 r2 0,02727273 Ω
 r3 0,02727273 Ω
 r4 0,02727273 Ω
 r5 0,04431818 Ω
 r6 0,05113636 Ω

r1 0,02727273 Ω
 r2 0,02727273 Ω
 r3 0,02727273 Ω
 r4 0,03522727 Ω
 r5 0,05113636 Ω

ΔV1 0,21936273 V
 ΔV2 0,17193273 V
 ΔV3 0,12450273 V
 ΔV4 0,07707273 V
 ΔV5 0,03828852 V
 ΔV6 0,02779261 V

ΔV1 0,21936273 V
 ΔV2 0,17193273 V
 ΔV3 0,12450273 V
 ΔV4 0,07707273 V
 ΔV5 0,04816943 V
 ΔV6 0,02779261 V

ΔV1 0,17193 V
 ΔV2 0,1245 V
 ΔV3 0,07707 V
 ΔV4 0,038285 V
 ΔV5 -
 ΔV6 0,03335625 V

ΔV 0,65895205 V

ΔV 0,66883295 V

ΔV 0,37842875 V

Δvtotal 1,70621375 V

ΔV 0,74183207 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 16 mm²

P. JOULE

P1 1,76440022 W
P2 1,0838983 W
P3 0,5683674 W
P4 0,21780753 W
P5 0,0416158 W
P6 0,01510529 W

PR1 3,69119453 W

P1 1,76440022 W
P2 1,0838983 W
P3 0,5683674 W
P4 0,21780753 W
P5 0,05235536 W
P6 0,01510529 W

PS1 3,70193409 W

P1 1,08386391 W
P2 0,5683425 W
P3 0,21779211 W
P4 0,04160814 W
P5 0,02175828 W

PT1 1,93336495 W

P1 total 9,32649357 W

Anexo 2.2: Análisis carga 2 sin compensar

FASE R			FASE S			FASE T					
Corriente 125 W	0,5434	A	Corriente 125 W	0,5434	A	Corriente 125 W	0,5434	A			
Corriente 400 W	1,7391	A	Corriente 400 W	1,7391	A	Corriente 400 W	1,7391	A			
IR2	8,5866	A	IS2	6,8475	A	IT2	8,0432	A			
I1	8,0432	A	45 m	I1	6,3041	A	45 m	I1	7,4998	A	45 m
I2	7,4998	A	45 m	I2	5,7607	A	45 m	I2	6,9564	A	45 m
I3	6,9564	A	45 m	I3	5,2173	A	45 m	I3	5,2173	A	45 m
I4	5,2173	A	45 m	I4	3,4782	A	45 m	I4	3,4782	A	45 m
I5	3,4782	A	45 m	I5	1,7391	A	45 m	I5	1,7391	A	45 m
I6	1,7391	A	45 m								

IMAX	8,5866	A	
Aislante	XLPE		
SECCION	35	mm ²	XLPE
γ	55		

r1 0,02337662 Ω
r2 0,02337662 Ω
r3 0,02337662 Ω
r4 0,02337662 Ω
r5 0,02337662 Ω
r6 0,02337662 Ω

r1 0,02337662 Ω
r2 0,02337662 Ω
r3 0,02337662 Ω
r4 0,02337662 Ω
r5 0,02337662 Ω

r1 0,02337662 Ω
r2 0,02337662 Ω
r3 0,02337662 Ω
r4 0,02337662 Ω
r5 0,02337662 Ω

ΔV1 0,18802286 V
ΔV2 0,17532 V
ΔV3 0,16261714 V
ΔV4 0,12196286 V
ΔV5 0,08130857 V
ΔV6 0,04065429 V

ΔV1 0,14736857 V
ΔV2 0,13466571 V
ΔV3 0,12196286 V
ΔV4 0,08130857 V
ΔV5 0,04065429 V
ΔV6 0 V

ΔV1 0,17532 V
ΔV2 0,16261714 V
ΔV3 0,12196286 V
ΔV4 0,08130857 V
ΔV5 0,04065429 V

ΔV 0,76988571 V

ΔV 0,52596 V

ΔV 0,58186286 V

Δvtotal 1,87770857 V

ΔV 0,81639503 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 35 mm²

P. JOULE

P1 1,51230544 W
P2 1,31486494 W
P3 1,13122989 W
P4 0,63631681 W
P5 0,28280747 W
P6 0,07070187 W

PR2 4,94822643 W

P2 total 11,0787686 W

P1 0,92902621 W
P2 0,77576878 W
P3 0,63631681 W
P4 0,28280747 W
P5 0,07070187 W
P6 0 W

PS2 2,69462115 W

P1 1,31486494 W
P2 1,13122989 W
P3 0,63631681 W
P4 0,28280747 W
P5 0,07070187 W

PT2 3,43592098 W

Anexo 2.3: Análisis carga 3 sin compensar

FASE R			FASE S			FASE T					
Corriente 250 W	1,0869	A	Corriente 250 W	1,0869	A	Corriente 250 W	1,0869	A			
Corriente 400 W	1,7391	A	Corriente 400 W	1,7391	A	Corriente 400 W	1,7391	A			
IR3	11,9562	A	IS3	11,9562	A	IT3	11,9562	A			
I1	10,2171	A	45 m	I1	10,2171	A	45 m	I1	10,2171	A	45 m
I2	8,478	A	45 m	I2	8,478	A	45 m	I2	8,478	A	45 m
I3	6,7389	A	45 m	I3	6,7389	A	45 m	I3	6,7389	A	45 m
I4	4,9998	A	45 m	I4	4,9998	A	45 m	I4	4,9998	A	45 m
I5	3,2607	A	40 m	I5	3,2607	A	40 m	I5	3,2607	A	40 m
I6	2,1738	A	30 m	I6	2,1738	A	30 m	I6	2,1738	A	30 m
I7	1,0869	A	30 m	I7	1,0869	A	30 m	I7	1,0869	A	30 m

IMAX	11,9562	A
Aislante	XLPE	
SECCION	50 mm ²	XLPE
γ	55	

r1 0,01636364 Ω
r2 0,01636364 Ω
r3 0,01636364 Ω
r4 0,01636364 Ω
r5 0,01454545 Ω
r6 0,01090909 Ω
r7 0,01090909 Ω

r1 0,01636364 Ω
r2 0,01636364 Ω
r3 0,01636364 Ω
r4 0,01636364 Ω
r5 0,01454545 Ω
r6 0,01090909 Ω
r7 0,01090909 Ω

r1 0,01636364 Ω
r2 0,01636364 Ω
r3 0,01636364 Ω
r4 0,01636364 Ω
r5 0,01454545 Ω
r6 0,01090909 Ω
r7 0,01090909 Ω

ΔV1 0,16718891 V
ΔV2 0,13873091 V
ΔV3 0,11027291 V
ΔV4 0,08181491 V
ΔV5 0,04742836 V
ΔV6 0,02371418 V
ΔV7 0,01185709 V

ΔV1 0,16718891 V
ΔV2 0,13873091 V
ΔV3 0,11027291 V
ΔV4 0,08181491 V
ΔV5 0,04742836 V
ΔV6 0,02371418 V
ΔV7 0,01185709 V

ΔV1 0,16718891 V
ΔV2 0,13873091 V
ΔV3 0,11027291 V
ΔV4 0,08181491 V
ΔV5 0,04742836 V
ΔV6 0,02371418 V
ΔV7 0,01185709 V

ΔV 0,58100727 V

ΔV 0,58100727 V

ΔV 0,58100727 V

Δvtotal 1,74302182 V

ΔV 0,75783557 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 50 mm²

P. JOULE

P1 1,7081858 W
P2 1,17616065 W
P3 0,74311811 W
P4 0,40905818 W
P5 0,15464967 W
P6 0,05154989 W

PR3 4,24272229 W

P3 total 12,676617 W

P1 1,7081858 W
P2 1,17616065 W
P3 0,74311811 W
P4 0,40905818 W
P5 0,15464967 W
P6 0,05154989 W

PS3 4,24272229 W

P1 1,7081858 W
P2 1,17616065 W
P3 0,74311811 W
P4 0,40905818 W
P5 0,15464967 W

PT3 4,19117241 W

Anexo 3: Cálculo de potencias reactivas

Para el cálculo de la potencia reactiva total de la instalación, hay que calcular la potencia reactiva de cada una de las lámparas y sumarlo. De esta forma se puede saber cuál será el valor de la corriente reactiva de la instalación, lo que producirá un aumento necesario de la sección, y por consiguiente, más material y más gasto económico.

La potencia reactiva responde a la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{P_a}{\text{tag } \phi} \text{ (VAr)}$$

Anexo 3.1: Cálculo potencia reactiva de la carga 1

CARGA 1	cos phi	0,4	tag phi	2,29128
FASE R				
LAMP1	400 W	916,512	VAr	
LAMP2	400 W	916,512	VAr	
LAMP3	400 W	916,512	VAr	QR1
LAMP4	400 W	916,512	VAr	5155,38 VAr
LAMP5	400 W	916,512	VAr	
LAMP6	125 W	286,41	VAr	
LAMP7	125 W	286,41	VAr	
TOTAL	2250 W			
FASE S				
LAMP1	400 W	916,512	VAr	
LAMP2	400 W	916,512	VAr	
LAMP3	400 W	916,512	VAr	QS1
LAMP4	400 W	916,512	VAr	5155,38 VAr
LAMP5	400 W	916,512	VAr	
LAMP6	125 W	286,41	VAr	
LAMP7	125 W	286,41	VAr	
TOTAL	2250 W			

FASE T				
LAMP1	400 W	916,512 VAr		
LAMP2	400 W	916,512 VAr		
LAMP3	400 W	916,512 VAr	QT1	
LAMP4	400 W	916,512 VAr		4238,868 VAr
LAMP6	125 W	286,41 VAr		
LAMP7	125 W	286,41 VAr		
TOTAL	1850 W			

Q1 14549,628 VAr

Anexo 3.2: Cálculo potencia reactiva de la carga 2

CARGA 2	cos phi	0,4	tag phi	2,29128
FASE R				
LAMP1	125 W	286,41 VAr		
LAMP2	125 W	286,41 VAr		
LAMP3	125 W	286,41 VAr	QR2	
LAMP4	400 W	916,512 VAr		4525,278 VAr
LAMP5	400 W	916,512 VAr		
LAMP6	400 W	916,512 VAr		
LAMP7	400 W	916,512 VAr		
TOTAL	1975 W			
FASE S				
LAMP1	125 W	286,41 VAr		
LAMP2	125 W	286,41 VAr		
LAMP3	125 W	286,41 VAr	QS2	
LAMP4	400 W	916,512 VAr		3608,766 VAr
LAMP5	400 W	916,512 VAr		
LAMP6	400 W	916,512 VAr		
TOTAL	1575 W			
FASE T				
LAMP1	125 W	286,41 VAr		
LAMP2	125 W	286,41 VAr		
LAMP3	400 W	916,512 VAr	QT2	
LAMP4	400 W	916,512 VAr		4238,868 VAr
LAMP6	400 W	916,512 VAr		
LAMP7	400 W	916,512 VAr		
TOTAL	1850 W			

Q2 12372,912 VAr

Anexo 3.3: Cálculo potencia reactiva de la carga 3

CARGA 3	cos phi	0,4	tag phi	2,29128
FASE R				
LAMP1	400 W	916,512	VAr	
LAMP2	400 W	916,512	VAr	
LAMP3	400 W	916,512	VAr	QR3
LAMP4	400 W	916,512	VAr	6301,02 VAr
LAMP5	400 W	916,512	VAr	
LAMP6	250 W	572,82	VAr	
LAMP7	250 W	572,82	VAr	
LAMP8	250 W	572,82	VAr	
TOTAL	2750 W			
FASE S				
LAMP1	400 W	916,512	VAr	
LAMP2	400 W	916,512	VAr	
LAMP3	400 W	916,512	VAr	QS3
LAMP4	400 W	916,512	VAr	6301,02 VAr
LAMP5	400 W	916,512	VAr	
LAMP6	250 W	572,82	VAr	
LAMP7	250 W	572,82	VAr	
LAMP8	250 W	572,82	VAr	
TOTAL	2750 W			
FASE T				
LAMP1	400 W	916,512	VAr	
LAMP2	400 W	916,512	VAr	
LAMP3	400 W	916,512	VAr	QT3
LAMP4	400 W	916,512	VAr	6301,02 VAr
LAMP5	400 W	916,512	VAr	
LAMP6	250 W	572,82	VAr	
LAMP7	250 W	572,82	VAr	
LAMP8	250 W	572,82	VAr	
TOTAL	2750 W			
		Q3	18903,06	VAr

Anexo 4: Cálculo de armónicos principales

Este es un apartado donde se tratará de conocer la aportación de cada uno de los 3 armónicos principales de cada lámpara, cada uno de ellos influye de manera distinta siendo el de orden 3 un 20% de la fundamental, el de orden 5 un 10%, y el de orden 7 alrededor de un 3% de la corriente fundamental. Es por eso que hay que hacer el cálculo teniendo en cuenta los tres armónicos, puesto que se trata de muchos puntos de luz y al final, puede traducirse en varios amperios de más por la influencia de estas corrientes parásitas.

Se ha nombrado con el nombre de corriente residual, al valor total de corriente que hay debida a los armónicos en cada una de las luminarias, y es este valor el que se puede eliminar completamente con el uso de filtros, lo que supondrá una reducción importante de corriente y potencia consumida.

El valor residual se ha obtenido realizando la suma cuadrática de cada una de las corrientes armónicas:

$$I_{res} = \sqrt{I_3^2 + I_5^2 + I_7^2}$$

Anexo 4.1: Cálculo de corrientes armónicas en la carga 1

CARGA 1

FASE R

			ARMONICO 3	ARMONICO 5	ARMONICO 7	CORRIENTE	RESIDUAL
LAMPARA 1	9,7824	A	1,858656	0,880416	0,24456	9,99924466 A	2,07112145 A
LAMPARA 2	8,0433	A	1,528227	0,723897	0,2010825	8,22159435 A	1,70292067 A
LAMPARA 3	6,3042	A	1,197798	0,567378	0,157605	6,44394404 A	1,33471989 A
LAMPARA 4	4,5651	A	0,867369	0,410859	0,1141275	4,66629373 A	0,96651911 A
LAMPARA 5	2,826	A	0,53694	0,25434	0,07065	2,88864342 A	0,59831833 A
LAMPARA 6	1,0869	A	0,206511	0,097821	0,0271725	1,11099311 A	0,23011755 A
LAMPARA 7	0,5435	A	0,103265	0,048915	0,0135875	0,55554766 A	0,11506936 A
	TOTAL		6,298766	2,983626	0,828785		7,01878635 A*

FASE S

			ARMONICO 3	ARMONICO 5	ARMONICO 7		RESIDUAL
LAMPARA 1	9,7824	A	1,858656	0,880416	0,24456	9,99924466 A	2,07112145 A
LAMPARA 2	8,0433	A	1,528227	0,723897	0,2010825	8,22159435 A	1,70292067 A
LAMPARA 3	6,3042	A	1,197798	0,567378	0,157605	6,44394404 A	1,33471989 A
LAMPARA 4	4,5651	A	0,867369	0,410859	0,1141275	4,66629373 A	0,96651911 A
LAMPARA 5	2,826	A	0,53694	0,25434	0,07065	2,88864342 A	0,59831833 A
LAMPARA 6	1,0869	A	0,206511	0,097821	0,0271725	1,11099311 A	0,23011755 A
LAMPARA 7	0,5435	A	0,103265	0,048915	0,0135875	0,55554766 A	0,11506936 A
	TOTAL		6,298766	2,983626	0,828785		7,01878635 A*

FASE T

			ARMONICO 3	ARMONICO 5	ARMONICO 7		RESIDUAL	
LAMPARA 1	8,0432	A	1,528208	0,723888	0,20108	A	8,22149214 A	1,7028995 A
LAMPARA 2	6,3041	A	1,197779	0,567369	0,1576025	A	6,44384183 A	1,33469872 A
LAMPARA 3	4,565	A	0,86735	0,41085	0,114125	A	4,66619152 A	0,96649794 A
LAMPARA 4	2,8259	A	0,536921	0,254331	0,0706475	A	2,88854121 A	0,59829716 A
LAMPARA 5	1,0868	A	0,206492	0,097812	0,02717	A	1,1108909 A	0,23009638 A
LAMPARA 6	0,5434	A	0,103246	0,048906	0,013585	A	0,55544545 A	0,11504819 A
	TOTAL		4,439996	2,103156	0,58421	A		4,94753787 A*

*Corriente máxima total que se podría eliminar por cada fase

Anexo 4.2: Cálculo de corrientes armónicas en la carga 2

CARGA 2

FASE R

			ARMONICO 1	ARMONICO 2	ARMONICO 3	CORRIENTE	RESIDUAL
LAMPARA 1	8,5866	A	1,631454	0,772794	0,214665	8,77693758	1,81794768 A
LAMPARA 2	8,0432	A	1,528208	0,723888	0,20108	8,22149214	1,7028995 A
LAMPARA 3	7,4998	A	1,424962	0,674982	0,187495	7,66604669	1,58785131 A
LAMPARA 4	6,9564	A	1,321716	0,626076	0,17391	7,11060124	1,47280312 A
LAMPARA 5	5,2173	A	0,991287	0,469557	0,1304325	5,33295093	1,10460234 A
LAMPARA 6	3,4782	A	0,660858	0,313038	0,086955	3,55530062	0,73640156 A
LAMPARA 7	1,7391	A	0,330429	0,156519	0,0434775	1,77765031	0,36820078 A
TOTAL			7,888914	3,736854	1,038015		8,79070629 A*

FASE S

			ARMONICO 1	ARMONICO 2	ARMONICO 3		RESIDUAL
LAMPARA 1	6,8475	A	1,301025	0,616275	0,1711875	6,99928727	1,4497469 A
LAMPARA 2	6,3041	A	1,197779	0,567369	0,1576025	6,44384183	1,33469872 A
LAMPARA 3	5,7607	A	1,094533	0,518463	0,1440175	5,88839638	1,21965053 A
LAMPARA 4	5,2173	A	0,991287	0,469557	0,1304325	5,33295093	1,10460234 A
LAMPARA 5	3,4782	A	0,660858	0,313038	0,086955	3,55530062	0,73640156 A
LAMPARA 6	1,7391	A	0,330429	0,156519	0,0434775	1,77765031	0,36820078 A
TOTAL			5,575911	2,641221	0,7336725		6,21330083 A*

FASE T

			ARMONICO 1	ARMONICO 2	ARMONICO 3		RESIDUAL
LAMPARA 1	8,0432	A	1,528208	0,723888	0,20108	8,22149214	1,7028995 A
LAMPARA 2	7,4998	A	1,424962	0,674982	0,187495	7,66604669	1,58785131 A
LAMPARA 3	6,9564	A	1,321716	0,626076	0,17391	7,11060124	1,47280312 A
LAMPARA 4	5,2173	A	0,991287	0,469557	0,1304325	5,33295093	1,10460234 A
LAMPARA 5	3,4782	A	0,660858	0,313038	0,086955	3,55530062	0,73640156 A
LAMPARA 6	1,7391	A	0,330429	0,156519	0,0434775	1,77765031	0,36820078 A
TOTAL			6,25746	2,96406	0,82335		6,9727586 A*

*Corriente máxima total que se podría eliminar de cada fase de la carga

Anexo 4.3: Cálculo de las corrientes armónicas en la carga 3

CARGA 3

FASE R		ARMONICO 1	ARMONICO 2	ARMONICO 3	CORRIENTE	RESIDUAL
LAMPARA 1	11,9562 A	2,271678	1,076058	0,298905	12,2212309	2,53135654 A
LAMPARA 2	10,2171 A	1,941249	0,919539	0,2554275	10,4435806	2,16315576 A
LAMPARA 3	8,478 A	1,61082	0,76302	0,21195	8,66593027	1,79495498 A
LAMPARA 4	6,7389 A	1,280391	0,606501	0,1684725	6,88827996	1,4267542 A
LAMPARA 5	4,9998 A	0,949962	0,449982	0,124995	5,11062965	1,05855342 A
LAMPARA 6	3,2607 A	0,619533	0,293463	0,0815175	3,33297934	0,69035264 A
LAMPARA 7	2,1738 A	0,413022	0,195642	0,054345	2,22198622	0,4602351 A
LAMPARA 8	1,0869 A	0,206511	0,097821	0,0271725	1,11099311	0,23011755 A
TOTAL		9,293166	4,402026	1,222785		10,3554802 A*

FASE S		ARMONICO 1	ARMONICO 2	ARMONICO 3		RESIDUAL
LAMPARA 1	11,9562 A	2,271678	1,076058	0,298905	12,2212309	2,53135654 A
LAMPARA 2	10,2171 A	1,941249	0,919539	0,2554275	10,4435806	2,16315576 A
LAMPARA 3	8,478 A	1,61082	0,76302	0,21195	8,66593027	1,79495498 A
LAMPARA 4	6,7389 A	1,280391	0,606501	0,1684725	6,88827996	1,4267542 A
LAMPARA 5	4,9998 A	0,949962	0,449982	0,124995	5,11062965	1,05855342 A
LAMPARA 6	3,2607 A	0,619533	0,293463	0,0815175	3,33297934	0,69035264 A
LAMPARA 7	2,1738 A	0,413022	0,195642	0,054345	2,22198622	0,4602351 A
LAMPARA 8	1,0869 A	0,206511	0,097821	0,0271725	1,11099311	0,23011755 A
TOTAL		9,293166	4,402026	1,222785		10,3554802 A*

FASE T		ARMONICO 1	ARMONICO 2	ARMONICO 3		RESIDUAL
LAMPARA 1	11,9562 A	2,271678	1,076058	0,298905	12,2212309	2,53135654 A
LAMPARA 2	10,2171 A	1,941249	0,919539	0,2554275	10,4435806	2,16315576 A
LAMPARA 3	8,478 A	1,61082	0,76302	0,21195	8,66593027	1,79495498 A
LAMPARA 4	6,7389 A	1,280391	0,606501	0,1684725	6,88827996	1,4267542 A
LAMPARA 5	4,9998 A	0,949962	0,449982	0,124995	5,11062965	1,05855342 A
LAMPARA 6	3,2607 A	0,619533	0,293463	0,0815175	3,33297934	0,69035264 A
LAMPARA 7	2,1738 A	0,413022	0,195642	0,054345	2,22198622	0,4602351 A
LAMPARA 8	1,0869 A	0,206511	0,097821	0,0271725	1,11099311	0,23011755 A
TOTAL		9,293166	4,402026	1,222785		10,3554802 A*

*Corriente máxima total que se podría eliminar de cada fase de la carga

Anexo 4.4: Análisis carga 1 con corrientes armónicas

En los siguientes 3 apartados, se vuelve a calcular las nuevas secciones necesarias, puesto que ahora la corriente máxima es mayor que la inicial, la sección primera, ya no sirve, por tanto habrá que seleccionar otra mayor que cumpla con los criterios antes mencionados. El objetivo del TFG será tratar de que la instalación consiga funcionar con el mínimo de corriente y por consiguiente que los conductores tengan la mínima sección, abaratando la instalación y reduciendo el calentamiento.

CARGA 1			CARGA 1			CARGA 1		
FASE R			FASE S			FASE T		
I125	0,5434 A		I125	0,5434 A		I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A		I400	1,7391 A		I400	1,7391 A	
IR1	9,9992 A		IS1	9,9992 A		IT1	8,2214 A	
I1	8,2215 A	24 m	I1	8,2215 A	24 m	I1	6,4438 A	
I2	6,4439 A	24 m	I2	6,4439 A	24 m	I2	4,6661 A	
I3	4,6662 A	24 m	I3	4,6662 A	24 m	I3	2,8885 A	
I4	2,8886 A	24 m	I4	2,8886 A	24 m	I4	1,1108 A	
I5	1,1109 A	31 m	I5	1,1109 A	39 m	I5	0,5554 A	
I6	0,5555 A	45 m	I6	0,5555 A	45 m			

IMAX	9,9992 A	
SECCION	16 mm ²	XLPE
γ	55	

r1 0,02727273 Ω
 r2 0,02727273 Ω
 r3 0,02727273 Ω
 r4 0,02727273 Ω
 r5 0,03522727 Ω
 r6 0,05113636 Ω

r1 0,02727273 Ω
 r2 0,02727273 Ω
 r3 0,02727273 Ω
 r4 0,02727273 Ω
 r5 0,04431818 Ω
 r6 0,05113636 Ω

r1 0,02727273 Ω
 r2 0,02727273 Ω
 r3 0,02727273 Ω
 r4 0,03522727 Ω
 r5 0,05113636 Ω

ΔV1 0,22422273 V
 ΔV2 0,17574273 V
 ΔV3 0,12726 V
 ΔV4 0,07878 V
 ΔV5 0,03913398 V
 ΔV6 0,02840625 V

ΔV1 0,22422273 V
 ΔV2 0,17574273 V
 ΔV3 0,12726 V
 ΔV4 0,07878 V
 ΔV5 0,04923307 V
 ΔV6 0,02840625 V

ΔV1 0,17574 V
 ΔV2 0,12725727 V
 ΔV3 0,07877727 V
 ΔV4 0,03913045 V
 ΔV5 0,02840114 V

ΔV 0,67354568 V

ΔV 0,68364477 V

ΔV 0,44930614 V

Δvtotal 1,80649659 V

ΔV 0,7854333 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 16 mm²

P. JOULE

P1	1,84344715	W
P2	1,13246856	W
P3	0,59382061	W
P4	0,22756391	W
P5	0,04347394	W
P6	0,01577967	W
P	3,85655384	W

P1	1,84344715	W
P2	1,13246856	W
P3	0,59382061	W
P4	0,22756391	W
P5	0,05469302	W
P6	0,01577967	W
P	3,86777292	W

P1	1,13243341	W
P2	0,59379516	W
P3	0,22754815	W
P4	0,04346611	W
P5	0,01577399	W
P	2,01301682	W

P total	9,73734358	W
---------	------------	---

Anexo 4.5: Análisis carga 2 con corrientes armónicas

CARGA 2

FASE R

I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A	
IR2	8,7769 A	
I1	8,2214 A	45 m
I2	7,666 A	45 m
I3	7,1106 A	45 m
I4	5,3329 A	45 m
I5	3,5553 A	45 m
I6	1,7776 A	45 m

CARGA 2

FASE S

I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A	
IS2	6,9992 A	
I1	6,4438 A	45 m
I2	5,8883 A	45 m
I3	5,3329 A	45 m
I4	3,5553 A	45 m
I5	1,7776 A	45 m

CARGA 2

FASE T

I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A	
IT2	8,2214 A	
I1	7,666 A	
I2	7,1106 A	
I3	5,3329 A	
I4	3,5553 A	
I5	1,7776 A	

IMAX	8,7769 A	
SECCION	35 mm ²	XLPE
γ	55	

r1 0,02337662 Ω
r2 0,02337662 Ω
r3 0,02337662 Ω
r4 0,02337662 Ω
r5 0,02337662 Ω
r6 0,02337662 Ω

r1 0,02337662 Ω
r2 0,02337662 Ω
r3 0,02337662 Ω
r4 0,02337662 Ω
r5 0,02337662 Ω

r1 0,02337662 Ω
r2 0,02337662 Ω
r3 0,02337662 Ω
r4 0,02337662 Ω
r5 0,02337662 Ω

ΔV1 0,19218857 V
ΔV2 0,17920519 V
ΔV3 0,16622182 V
ΔV4 0,12466519 V
ΔV5 0,08311091 V
ΔV6 0,04155429 V

ΔV1 0,15063429 V
ΔV2 0,13764857 V
ΔV3 0,12466519 V
ΔV4 0,08311091 V
ΔV5 0,04155429 V
ΔV6 0 V

ΔV1 0,17920519 V
ΔV2 0,16622182 V
ΔV3 0,12466519 V
ΔV4 0,08311091 V
ΔV5 0,04155429 V

ΔV 0,78694597 V

ΔV 0,53761325 V

ΔV 0,5947574 V

Δvtotal 1,91931662 V

ΔV 0,83448549 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 35 mm²

P. JOULE

P1 1,58005912 W
P2 1,37378702 W
P3 1,18193686 W
P4 0,66482702 W
P5 0,29548422 W
P6 0,0738669 W

P 5,16996114 W

P1 0,97065721 W
P2 0,81051608 W
P3 0,66482702 W
P4 0,29548422 W
P5 0,0738669 W
P6 0 W

P 2,81535142 W

P1 1,37378702 W
P2 1,18193686 W
P3 0,66482702 W
P4 0,29548422 W
P5 0,0738669 W

P 3,58990201 W

P total 11,5752146 W

Anexo 4.6: Análisis carga 3 con corrientes armónicas

CARGA 3

FASE R

I250	1,0869 A	
I400	1,7391 A	
IR3	12,2213 A	
I1	10,4435 A	45 m
I2	8,6659 A	45 m
I3	6,8882 A	45 m
I4	5,1106 A	45 m
I5	3,3329 A	40 m
I6	2,2219 A	30 m
I7	1,1109 A	30 m

IMAX 12,2213 A

SECCION 50 mm² XLPE
 γ 55

CARGA 3

FASE S

I250	1,0869 A	
I400	1,7391 A	
IS3	12,2213 A	
I1	10,4435 A	45 m
I2	8,6659 A	45 m
I3	6,8882 A	45 m
I4	5,1106 A	45 m
I5	3,3329 A	40 m
I6	2,2219 A	30 m
I7	1,1109 A	30 m

CARGA 3

FASE T

I250	1,0869 A	
I400	1,7391 A	
IT3	12,2213 A	
I1	10,4435 A	
I2	8,6659 A	
I3	6,8882 A	
I4	5,1106 A	
I5	3,3329 A	
I6	2,2219 A	
I7	1,1109 A	

r1	0,01636364 Ω	r1	0,01636364 Ω	r1	0,01636364 Ω
r2	0,01636364 Ω	r2	0,01636364 Ω	r2	0,01636364 Ω
r3	0,01636364 Ω	r3	0,01636364 Ω	r3	0,01636364 Ω
r4	0,01636364 Ω	r4	0,01636364 Ω	r4	0,01636364 Ω
r5	0,01454545 Ω	r5	0,01454545 Ω	r5	0,01454545 Ω
r6	0,01090909 Ω	r6	0,01090909 Ω	r6	0,01090909 Ω
r7	0,01090909 Ω	r7	0,01090909 Ω	r7	0,01090909 Ω
ΔV1	0,17089364 V	ΔV1	0,17089364 V	ΔV1	0,17089364 V
ΔV2	0,14180564 V	ΔV2	0,14180564 V	ΔV2	0,14180564 V
ΔV3	0,112716 V	ΔV3	0,112716 V	ΔV3	0,112716 V
ΔV4	0,083628 V	ΔV4	0,083628 V	ΔV4	0,083628 V
ΔV5	0,04847855 V	ΔV5	0,04847855 V	ΔV5	0,04847855 V
ΔV6	0,02423891 V	ΔV6	0,02423891 V	ΔV6	0,02423891 V
ΔV7	0,01211891 V	ΔV7	0,01211891 V	ΔV7	0,01211891 V
ΔV	0,59387964 V	ΔV	0,59387964 V	ΔV	0,59387964 V
Δvtotal	1,78163891 V				
ΔV	0,77462561 %	< 1 %			

SECCION NECESARIA DE 50 mm²

P. JOULE

P1 1,78472769 W
P2 1,22887346 W
P3 0,77641035 W
P4 0,42738926 W
P5 0,16157414 W
P6 0,05385643 W

P 4,43283134 W

P1 1,78472769 W
P2 1,22887346 W
P3 0,77641035 W
P4 0,42738926 W
P5 0,16157414 W
P6 0,05385643 W

P 4,43283134 W

P1 1,78472769 W
P2 1,22887346 W
P3 0,77641035 W
P4 0,42738926 W
P5 0,16157414 W

P 4,37897491 W

P total 13,2446376 W

Anexo 5: Diseño de los filtros

Es ahora cuando se pasa a diseñar los filtros, y calcular los valores de los condensadores y bobinas encargados de eliminar las corrientes armónicas y de reducir al mínimo que estipula la ley la corriente reactiva. El valor que marca la normativa esta impuesto en ITC-BT-09 (apartado 3) donde marca un mínimo de factor de potencia de 0.9. Los siguientes cálculos están hechos para fijar este valor en 0.95.

De manera que el valor de los condensadores se fija para que cubran una cantidad específica de potencia reactiva. Esta potencia que entre los 3 condensadores deben compensar para que el f.d.p. este en 0.95, esta denominada Q_c , ese valor se reparte de manera equilibrada entre los tres condensadores y esto nos definirá un valor de capacidad de condensador mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Q_c * (n^2 - 1)}{2\pi * f * V^2 * n^2}$$

La n se refiere al número de armónico, puesto que este condensador irá acompañado de una bobina que compensara a uno de los armónicos, por ello según en la parte del filtro que este, estará ayudando a la eliminación del armónico 3,5, o 7.

El valor de la inductancia, está en función del condensador que le acompañe, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$L = \frac{I_n}{2 * \pi * f * C}$$

Anexo 5.1: Valores de los filtros de la carga 1

CARGA 1

FASE R

LAMPARA 1

	Qc	916,512 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,858 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439 μ f
I5	0,88 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532 μ f
I7	0,244 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312 μ f
				L3	3,84225E-07	0,38422543 μ H
				L5	1,011E-07	0,10109986 μ H
				L7	1,96226E-08	0,01962256 μ H

LAMPARA 2

	Qc	916,512 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,528 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439 μ f
I5	0,723 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532 μ f
I7	0,201 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312 μ f
				L3	3,15983E-07	0,31598302 μ H
				L5	8,30627E-08	0,08306273 μ H
				L7	1,61645E-08	0,01616449 μ H

LAMPARA 3

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,19 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,56 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,15 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	2,46086E-07	0,24608625	μH
				L5	6,43363E-08	0,06433628	μH
				L7	1,20631E-08	0,01206305	μH

LAMPARA 4

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,86 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,41 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,11 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	1,77844E-07	0,17784385	μH
				L5	4,71033E-08	0,04710334	μH
				L7	8,84624E-09	0,00884624	μH

LAMPARA 5

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,53 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,25 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,07 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	1,09601E-07	0,10960144	μH
				L5	2,87216E-08	0,02872155	μH
				L7	5,62942E-09	0,00562942	μH

LAMPARA 6

Qc 286,41 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,2 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,097 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,027 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	1,32349E-07	0,13234891	μH
				L5	3,56607E-08	0,03566068	μH
				L7	6,94832E-09	0,00694832	μH

LAMPARA 7

Qc 286,41 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,103 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,049 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,013 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	6,81597E-08	0,06815969	μH
				L5	1,80142E-08	0,01801416	μH
				L7	3,34549E-09	0,00334549	μH

CARGA 1

FASE S

LAMPARA 1

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,858 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,88 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,244 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	3,84225E-07	0,38422543	μH
				L5	1,011E-07	0,10109986	μH
				L7	1,96226E-08	0,01962256	μH

LAMPARA 2

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,528 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,723 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,201 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	3,15983E-07 0,31598302 μ H
					L5	8,30627E-08 0,08306273 μ H
					L7	1,61645E-08 0,01616449 μ H

LAMPARA 3

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,19 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,56 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,15 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	2,46086E-07 0,24608625 μ H
					L5	6,43363E-08 0,06433628 μ H
					L7	1,20631E-08 0,01206305 μ H

LAMPARA 4

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,86 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,41 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,11 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	1,77844E-07 0,17784385 μ H
					L5	4,71033E-08 0,04710334 μ H
					L7	8,84624E-09 0,00884624 μ H

LAMPARA 5

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,53 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,25 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,07 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	1,09601E-07 0,10960144 μ H
					L5	2,87216E-08 0,02872155 μ H
					L7	5,62942E-09 0,00562942 μ H

LAMPARA 6

	Qc	286,41	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,2 A	Qc3	95,47	Var	C3	1,70297E-06 1,70297325 μ f
I5	0,097 A	Qc5	95,47	Var	C5	1,10353E-06 1,10352666 μ f
I7	0,027 A	Qc7	95,47	Var	C7	8,0432E-07 0,80431973 μ f
					L3	1,32349E-07 0,13234891 μ H
					L5	3,56607E-08 0,03566068 μ H
					L7	6,94832E-09 0,00694832 μ H

LAMPARA 7

	Qc	286,41	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,103 A	Qc3	95,47	Var	C3	1,70297E-06 1,70297325 μ f
I5	0,049 A	Qc5	95,47	Var	C5	1,10353E-06 1,10352666 μ f
I7	0,013 A	Qc7	95,47	Var	C7	8,0432E-07 0,80431973 μ f
					L3	6,81597E-08 0,06815969 μ H
					L5	1,80142E-08 0,01801416 μ H
					L7	3,34549E-09 0,00334549 μ H

CARGA 1**FASE T**

LAMPARA 1

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,52 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,72 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,201 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	3,14329E-07	0,31432866	μH
				L5	8,27181E-08	0,08271807	μH
				L7	1,61645E-08	0,01616449	μH

LAMPARA 2

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,19 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,567 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,15 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	2,46086E-07	0,24608625	μH
				L5	6,51405E-08	0,06514048	μH
				L7	1,20631E-08	0,01206305	μH

LAMPARA 3

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,86 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,41 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,11 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	1,77844E-07 0,17784385 μ H
					L5	4,71033E-08 0,04710334 μ H
					L7	8,84624E-09 0,00884624 μ H

LAMPARA 4

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,53 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,25 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,07 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	1,09601E-07 0,10960144 μ H
					L5	2,87216E-08 0,02872155 μ H
					L7	5,62942E-09 0,00562942 μ H

LAMPARA 5

	Qc	286,41	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,2 A	Qc3	95,47	Var	C3	1,70297E-06 1,70297325 μ f
I5	0,09 A	Qc5	95,47	Var	C5	1,10353E-06 1,10352666 μ f
I7	0,02 A	Qc7	95,47	Var	C7	8,0432E-07 0,80431973 μ f
					L3	1,32349E-07 0,13234891 μ H
					L5	3,30872E-08 0,03308723 μ H
					L7	5,1469E-09 0,0051469 μ H

LAMPARA 6

Qc 286,41 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,103 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,049 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,013 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	6,81597E-08	0,06815969	μH
				L5	1,80142E-08	0,01801416	μH
				L7	3,34549E-09	0,00334549	μH

Anexo 5.2: Valores de los filtros de la carga 2

CARGA 2 FASE R

LAMPARA 1

	Qc	286,41 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,63 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06 1,70297325 μf
I5	0,77 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06 1,10352666 μf
I7	0,21 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07 0,80431973 μf
				L3	1,07864E-06 1,07864361 μH
				L5	2,8308E-07 0,28307961 μH
				L7	5,40425E-08 0,05404247 μH

LAMPARA 2

	Qc	286,41 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,52 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06 1,70297325 μf
I5	0,72 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06 1,10352666 μf
I7	0,201 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07 0,80431973 μf
				L3	1,00585E-06 1,00585171 μH
				L5	2,64698E-07 0,26469782 μH
				L7	5,17264E-08 0,05172637 μH

LAMPARA 3

Qc 286,41 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,42 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,67 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,18 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	9,39677E-07	0,93967725	μH
				L5	2,46316E-07	0,24631602	μH
				L7	4,63221E-08	0,04632212	μH

LAMPARA 4

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,32 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,626 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,17 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	8,73503E-07	0,8735028	μH
				L5	2,3014E-07	0,23014005	μH
				L7	4,37487E-08	0,04374867	μH

LAMPARA 5

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,99 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,46 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,13 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	6,55127E-07	0,6551271	μH
				L5	1,69112E-07	0,16911249	μH
				L7	3,34549E-08	0,03345486	μH

LAMPARA 6

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,66 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,313 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,086 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	1,36485E-07	0,13648481	μH
				L5	3,59594E-08	0,03595938	μH
				L7	6,91615E-09	0,00691615	μH

LAMPARA 7

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,33 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,15 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,0434 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	6,82424E-08	0,06824241	μH
				L5	1,72329E-08	0,01723293	μH
				L7	3,49024E-09	0,00349024	μH

CARGA 2
FASE S

LAMPARA 1

	Qc	286,41	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,3 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325 μf
I5	0,616 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666 μf
I7	0,17 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973 μf
				L3	8,60268E-07	0,86026791 μH
				L5	2,26464E-07	0,22646369 μH
				L7	4,37487E-08	0,04374867 μH

LAMPARA 2

	Qc	286,41	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,19 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325 μf
I5	0,56 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666 μf
I7	0,15 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973 μf
				L3	7,87476E-07	0,78747601 μH
				L5	2,05876E-07	0,20587608 μH
				L7	3,86018E-08	0,03860177 μH

LAMPARA 3

Qc 286,41 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	1,09 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,51 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,144 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	7,21302E-07	0,72130155	μH
				L5	1,87494E-07	0,18749429	μH
				L7	3,70577E-08	0,03705769	μH

LAMPARA 4

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,99 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,47 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,13 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	2,04727E-07	0,20472722	μH
				L5	5,39965E-08	0,05399652	μH
				L7	1,04546E-08	0,01045464	μH

LAMPARA 5

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,66 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,313 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,087 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	1,36485E-07	0,13648481	μH
				L5	3,59594E-08	0,03595938	μH
				L7	6,99657E-09	0,00699657	μH

LAMPARA 6

		Qc	916,512 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,33 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439 μf
I5	0,15 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532 μf
I7	0,04 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312 μf
				L3	6,82424E-08	0,06824241 μH
				L5	1,72329E-08	0,01723293 μH
				L7	3,21681E-09	0,00321681 μH

CARGA 2
FASE T

LAMPARA 1

		Qc	286,41 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,52 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325 μf
I5	0,72 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666 μf
I7	0,201 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973 μf
				L3	1,00585E-06	1,00585171 μH
				L5	2,64698E-07	0,26469782 μH
				L7	5,17264E-08	0,05172637 μH

LAMPARA 2

	Qc	286,41	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,424 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,674 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,18 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	9,42324E-07	0,94232423	μH
				L5	2,47787E-07	0,24778657	μH
				L7	4,63221E-08	0,04632212	μH

LAMPARA 3

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,32 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,626 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,17 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	8,73503E-07	0,8735028	μH
				L5	2,3014E-07	0,23014005	μH
				L7	4,37487E-08	0,04374867	μH

LAMPARA 4

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	0,99 A	Qc3	95,47 Var	C3	1,70297E-06	1,70297325	μf
I5	0,469 A	Qc5	95,47 Var	C5	1,10353E-06	1,10352666	μf
I7	0,13 A	Qc7	95,47 Var	C7	8,0432E-07	0,80431973	μf
				L3	6,55127E-07	0,6551271	μH
				L5	1,72421E-07	0,17242122	μH
				L7	3,34549E-08	0,03345486	μH

LAMPARA 5

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,66 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,313 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,087 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	1,36485E-07 0,13648481 μ H
					L5	3,59594E-08 0,03595938 μ H
					L7	6,99657E-09 0,00699657 μ H

LAMPARA 6

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,33 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,15 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,04 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	6,82424E-08 0,06824241 μ H
					L5	1,72329E-08 0,01723293 μ H
					L7	3,21681E-09 0,00321681 μ H

Anexo 5.3: Valores de los filtros de la carga 3

CARGA 3 FASE R

LAMPARA 1

	Qc	916,512 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	2,27 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439 μ f
I5	1,07 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532 μ f
I7	0,29 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312 μ f
				L3	4,69425E-07	0,46942504 μ H
				L5	1,22928E-07	0,12292824 μ H
				L7	2,33219E-08	0,0233219 μ H

LAMPARA 2

	Qc	916,512 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,94 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439 μ f
I5	0,919 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532 μ f
I7	0,25 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312 μ f
				L3	4,01183E-07	0,40118263 μ H
				L5	1,0558E-07	0,10558042 μ H
				L7	2,01051E-08	0,02010509 μ H

LAMPARA 3

		Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,61 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,76 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,21 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
					L3	3,3294E-07	0,33294022	μH
					L5	8,73135E-08	0,08731352	μH
					L7	1,68883E-08	0,01688827	μH

LAMPARA 4

		Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	1,28 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,6 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,16 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
					L3	2,64698E-07	0,26469782	μH
					L5	6,89317E-08	0,06893172	μH
					L7	1,28673E-08	0,01286726	μH

LAMPARA 5

		Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	0,94 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,44 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,12 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
					L3	1,94387E-07	0,19438746	μH
					L5	5,05499E-08	0,05054993	μH
					L7	9,65044E-09	0,00965044	μH

LAMPARA 6

Qc 572,82 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,61 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649	μf
I5	0,29 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333	μf
I7	0,08 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945	μf
				L3	2,01832E-07	0,20183209	μH
				L5	5,33072E-08	0,0533072	μH
				L7	1,02938E-08	0,0102938	μH

LAMPARA 7

Qc 572,82 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,41 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649	μf
I5	0,19 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333	μf
I7	0,05 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945	μf
				L3	1,35658E-07	0,13565763	μH
				L5	3,49254E-08	0,03492541	μH
				L7	6,43363E-09	0,00643363	μH

LAMPARA 8

	Qc		572,82 Var		(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,2 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649	μf
I5	0,09 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333	μf
I7	0,027 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945	μf
				L3	6,61745E-08	0,06617445	μH
				L5	1,65436E-08	0,01654361	μH
				L7	3,47416E-09	0,00347416	μH

CARGA 3

FASE S

LAMPARA 1

	Qc		916,512 Var		(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	2,27 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	1,07 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,29 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	4,69425E-07	0,46942504	μH
				L5	1,22928E-07	0,12292824	μH
				L7	2,33219E-08	0,0233219	μH

LAMPARA 2

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,94 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,919 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,25 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	4,01183E-07 0,40118263 μ H
					L5	1,0558E-07 0,10558042 μ H
					L7	2,01051E-08 0,02010509 μ H

LAMPARA 3

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,61 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,76 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,21 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	3,3294E-07 0,33294022 μ H
					L5	8,73135E-08 0,08731352 μ H
					L7	1,68883E-08 0,01688827 μ H

LAMPARA 4

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,28 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,6 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,16 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	2,64698E-07 0,26469782 μ H
					L5	6,89317E-08 0,06893172 μ H
					L7	1,28673E-08 0,01286726 μ H

LAMPARA 5

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,94 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,44 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,12 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	1,94387E-07	0,19438746	μH
				L5	5,05499E-08	0,05054993	μH
				L7	9,65044E-09	0,00965044	μH

LAMPARA 6

Qc 572,82 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,61 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649	μf
I5	0,29 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333	μf
I7	0,08 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945	μf
				L3	2,01832E-07	0,20183209	μH
				L5	5,33072E-08	0,0533072	μH
				L7	1,02938E-08	0,0102938	μH

LAMPARA 7

Qc 572,82 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,41 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649	μf
I5	0,19 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333	μf
I7	0,05 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945	μf
				L3	1,35658E-07	0,13565763	μH
				L5	3,49254E-08	0,03492541	μH
				L7	6,43363E-09	0,00643363	μH

LAMPARA 8

	Qc	572,82	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	0,2 A	Qc3	190,94	Var	C3	3,40595E-06 3,40594649 μ f
I5	0,09 A	Qc5	190,94	Var	C5	2,20705E-06 2,20705333 μ f
I7	0,027 A	Qc7	190,94	Var	C7	1,60864E-06 1,60863945 μ f
					L3	6,61745E-08 0,06617445 μ H
					L5	1,65436E-08 0,01654361 μ H
					L7	3,47416E-09 0,00347416 μ H

CARGA 3

FASE T

LAMPARA 1

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	2,27 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	1,07 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,29 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	4,69425E-07 0,46942504 μ H
					L5	1,22928E-07 0,12292824 μ H
					L7	2,33219E-08 0,0233219 μ H

LAMPARA 2

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,94 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,919 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,25 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	4,01183E-07 0,40118263 μ H
					L5	1,0558E-07 0,10558042 μ H
					L7	2,01051E-08 0,02010509 μ H

LAMPARA 3

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,61 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,76 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,21 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	3,3294E-07 0,33294022 μ H
					L5	8,73135E-08 0,08731352 μ H
					L7	1,68883E-08 0,01688827 μ H

LAMPARA 4

	Qc	916,512	Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)		
I3	1,28 A	Qc3	305,504	Var	C3	5,44951E-06 5,44951439 μ f
I5	0,6 A	Qc5	305,504	Var	C5	3,53129E-06 3,53128532 μ f
I7	0,16 A	Qc7	305,504	Var	C7	2,57382E-06 2,57382312 μ f
					L3	2,64698E-07 0,26469782 μ H
					L5	6,89317E-08 0,06893172 μ H
					L7	1,28673E-08 0,01286726 μ H

LAMPARA 5

Qc 916,512 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,94 A	Qc3	305,504 Var	C3	5,44951E-06	5,44951439	μf
I5	0,44 A	Qc5	305,504 Var	C5	3,53129E-06	3,53128532	μf
I7	0,12 A	Qc7	305,504 Var	C7	2,57382E-06	2,57382312	μf
				L3	1,94387E-07	0,19438746	μH
				L5	5,05499E-08	0,05054993	μH
				L7	9,65044E-09	0,00965044	μH

LAMPARA 6

Qc 572,82 Var (Reactiva que debe suministrar los condensadores)

I3	0,61 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649	μf
I5	0,29 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333	μf
I7	0,08 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945	μf
				L3	2,01832E-07	0,20183209	μH
				L5	5,33072E-08	0,0533072	μH
				L7	1,02938E-08	0,0102938	μH

LAMPARA 7

	Qc	572,82 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	0,41 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649 μ f
I5	0,19 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333 μ f
I7	0,05 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945 μ f
				L3	1,35658E-07	0,13565763 μ H
				L5	3,49254E-08	0,03492541 μ H
				L7	6,43363E-09	0,00643363 μ H

LAMPARA 8

	Qc	572,82 Var	(Reactiva que debe suministrar los condensadores)			
I3	0,2 A	Qc3	190,94 Var	C3	3,40595E-06	3,40594649 μ f
I5	0,09 A	Qc5	190,94 Var	C5	2,20705E-06	2,20705333 μ f
I7	0,027 A	Qc7	190,94 Var	C7	1,60864E-06	1,60863945 μ f
				L3	6,61745E-08	0,06617445 μ H
				L5	1,65436E-08	0,01654361 μ H
				L7	3,47416E-09	0,00347416 μ H

Anexo 6: Análisis de la instalación compensada

Es ahora cuando después de colocar los filtros, el factor de potencia a aumentado hasta el valor de 0.95, por lo que la corriente reactiva es mucho menor a la inicial, esta variación es la relación que hay entre el nuevo factor de potencia y el primero, antes de realizar la compensación.

$$I' = I * \frac{\cos \phi}{\cos \phi'}$$

Anexo 6.1: Nuevas corrientes circulantes por la carga 1

CARGA 1		cos fi	0,4	
FASE R		cos fi'	0,95	
	Corriente			
	1		Corriente Compensada	
LAMPARA 1	9,7824	A	4,11890526	A
LAMPARA 2	8,0433	A	3,38665263	A
LAMPARA 3	6,3042	A	2,6544	A
LAMPARA 4	4,5651	A	1,92214737	A
LAMPARA 5	2,826	A	1,18989474	A
LAMPARA 6	1,0869	A	0,45764211	A
LAMPARA 7	0,5435	A	0,22884211	A
TOTAL	33,1514	A	13,9584842	A
FASE S				
LAMPARA 1	9,7824	A	4,11890526	A
LAMPARA 2	8,0433	A	3,38665263	A
LAMPARA 3	6,3042	A	2,6544	A
LAMPARA 4	4,5651	A	1,92214737	A
LAMPARA 5	2,826	A	1,18989474	A
LAMPARA 6	1,0869	A	0,45764211	A
LAMPARA 7	0,5435	A	0,22884211	A
TOTAL	33,1514	A	13,9584842	A

FASE T

LAMPARA 1	8,0432	A	3,38661053	A
LAMPARA 2	6,3041	A	2,65435789	A
LAMPARA 3	4,565	A	1,92210526	A
LAMPARA 4	2,8259	A	1,18985263	A
LAMPARA 5	1,0868	A	0,4576	A
LAMPARA 6	0,5434	A	0,2288	A
TOTAL	23,3684	A	9,83932632	A

Anexo 6.2: Nuevas corrientes circulantes por la carga 2

CARGA 1	cos fi	0,4
FASE R	cos fi'	0,95

	Corriente 1		Corriente Compensada	
LAMPARA 1	8,5866	A	3,61541053	A
LAMPARA 2	8,0432	A	3,38661053	A
LAMPARA 3	7,4998	A	3,15781053	A
LAMPARA 4	6,9564	A	2,92901053	A
LAMPARA 5	5,2173	A	2,19675789	A
LAMPARA 6	3,4782	A	1,46450526	A
LAMPARA 7	1,7391	A	0,73225263	A
TOTAL	41,5206	A	17,4823579	A

FASE S

LAMPARA 1	6,8475	A	2,88315789	A
LAMPARA 2	6,3041	A	2,65435789	A
LAMPARA 3	5,7607	A	2,42555789	A
LAMPARA 4	5,2173	A	2,19675789	A
LAMPARA 5	3,4782	A	1,46450526	A
LAMPARA 6	1,7391	A	0,73225263	A
TOTAL	29,3469	A	12,3565895	A

FASE T

LAMPARA 1	8,0432	A	3,38661053	A
LAMPARA 2	7,4998	A	3,15781053	A
LAMPARA 3	6,9564	A	2,92901053	A
LAMPARA 4	5,2173	A	2,19675789	A
LAMPARA 5	3,4782	A	1,46450526	A
LAMPARA 6	1,7391	A	0,73225263	A
TOTAL	32,934	A	13,8669474	A

Anexo 6.3: Nuevas corrientes circulantes por la carga 3

CARGA 1	cos fi	0,4
FASE R	cos fi'	0,95
	Corriente 1	Corriente Compensada
LAMPARA 1	11,9562 A	5,03418947 A
LAMPARA 2	10,2171 A	4,30193684 A
LAMPARA 3	8,478 A	3,56968421 A
LAMPARA 4	6,7389 A	2,83743158 A
LAMPARA 5	4,9998 A	2,10517895 A
LAMPARA 6	3,2607 A	1,37292632 A
LAMPARA 7	2,1738 A	0,91528421 A
LAMPARA 8	1,0869 A	0,45764211 A
TOTAL	48,9114 A	20,5942737 A
FASE S		
LAMPARA 1	11,9562 A	5,03418947 A
LAMPARA 2	10,2171 A	4,30193684 A
LAMPARA 3	8,478 A	3,56968421 A
LAMPARA 4	6,7389 A	2,83743158 A
LAMPARA 5	4,9998 A	2,10517895 A
LAMPARA 6	3,2607 A	1,37292632 A
LAMPARA 7	2,1738 A	0,91528421 A
LAMPARA 8	1,0869 A	0,45764211 A
TOTAL	48,9114 A	20,5942737 A
FASE T		
LAMPARA 1	11,9562 A	5,03418947 A
LAMPARA 2	10,2171 A	4,30193684 A
LAMPARA 3	8,478 A	3,56968421 A
LAMPARA 4	6,7389 A	2,83743158 A
LAMPARA 5	4,9998 A	2,10517895 A
LAMPARA 6	3,2607 A	1,37292632 A
LAMPARA 7	2,1738 A	0,91528421 A
LAMPARA 8	1,0869 A	0,45764211 A
TOTAL	48,9114 A	20,5942737 A

Anexo 6.4: Análisis carga 1 compensada

Ahora sucede el caso contrario que cuando se recalculaban las secciones con las corrientes armónicas, ahora resulta, que las secciones que se tenían seleccionadas resultas excesivas para la nueva corriente máxima, es por ello que hay que seleccionar nuevas medias que cumplan los criterios, sin necesidad de usar secciones mucho más grandes de lo estrictamente necesario.

CARGA 1			CARGA 1			CARGA 1		
FASE R			FASE S			FASE T		
I125	0,5434 A		I125	0,5434 A		I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A		I400	1,7391 A		I400	1,7391 A	
IR1	4,1189 A		IS1	4,1189 A		IT1	3,3866 A	
I1	3,3866 A	24 m	I1	3,3866 A	24 m	I1	2,6543 A	24 m
I2	2,6544 A	24 m	I2	2,6544 A	24 m	I2	1,9221 A	24 m
I3	1,9221 A	24 m	I3	1,9221 A	24 m	I3	1,1898 A	24 m
I4	1,1898 A	24 m	I4	1,1898 A	24 m	I4	0,4576 A	31 m
I5	0,4576 A	31 m	I5	0,4576 A	39 m	I5	0,2288 A	45 m
I6	0,2288 A	45 m	I6	0,2288 A	45 m			

IMAX	4,1189 A	
SECCION	6 mm ²	XLPE
γ	55	

r1	0,07272727 Ω	r1	0,07272727 Ω	r1	0,07272727 Ω
r2	0,07272727 Ω	r2	0,07272727 Ω	r2	0,07272727 Ω
r3	0,07272727 Ω	r3	0,07272727 Ω	r3	0,07272727 Ω
r4	0,07272727 Ω	r4	0,07272727 Ω	r4	0,09393939 Ω
r5	0,09393939 Ω	r5	0,11818182 Ω	r5	0,13636364 Ω
r6	0,13636364 Ω	r6	0,13636364 Ω		

ΔV1	0,24629818 V	ΔV1	0,24629818 V	ΔV1	0,19304 V
ΔV2	0,19304727 V	ΔV2	0,19304727 V	ΔV2	0,13978909 V
ΔV3	0,13978909 V	ΔV3	0,13978909 V	ΔV3	0,08653091 V
ΔV4	0,08653091 V	ΔV4	0,08653091 V	ΔV4	0,04298667 V
ΔV5	0,04298667 V	ΔV5	0,05408 V	ΔV5	0,0312 V
ΔV6	0,0312 V	ΔV6	0,0312 V		

ΔV	0,73985212 V	ΔV	0,75094545 V	ΔV	0,49354667 V
----	--------------	----	--------------	----	--------------

Δvtotal 1,98434424 V

ΔV 0,86275837 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 16 mm²

P. JOULE

P1	0,83411342	W
P2	0,51242468	W
P3	0,26868861	W
P4	0,10295448	W
P5	0,0196707	W
P6	0,00713856	W
P	1,74499045	W

P1	0,83411342	W
P2	0,51242468	W
P3	0,26868861	W
P4	0,10295448	W
P5	0,02474701	W
P6	0,00713856	W
P	1,75006676	W

P1	0,51238607	W
P2	0,26868861	W
P3	0,10295448	W
P4	0,0196707	W
P5	0,00713856	W
P	0,91083842	W

P total	4,40589563	W
---------	------------	---

Anexo 6.5: Análisis carga 2 compensada

CARGA 2

FASE R

I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A	
IR2	3,6154 A	
I1	3,3866 A	45 m
I2	3,1578 A	45 m
I3	2,929 A	45 m
I4	2,1967 A	45 m
I5	1,4645 A	45 m
I6	0,7322 A	45 m

CARGA 2

FASE S

I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A	
IS2	2,8831 A	
I1	2,6543 A	45 m
I2	2,4255 A	45 m
I3	2,1967 A	45 m
I4	1,4645 A	45 m
I5	0,7322 A	45 m

CARGA 2

FASE T

I125	0,5434 A	
I400	1,7391 A	
IT2	3,3866 A	
I1	3,1578 A	45 m
I2	2,9291 A	45 m
I3	2,1967 A	45 m
I4	1,4645 A	45 m
I5	0,7322 A	45 m

IMAX	3,6154 A	
SECCION	16 mm ²	XLPE
γ	55	

r1 0,05113636 Ω
 r2 0,05113636 Ω
 r3 0,05113636 Ω
 r4 0,05113636 Ω
 r5 0,05113636 Ω
 r6 0,05113636 Ω

r1 0,05113636 Ω
 r2 0,05113636 Ω
 r3 0,05113636 Ω
 r4 0,05113636 Ω
 r5 0,05113636 Ω

r1 0,05113636 Ω
 r2 0,05113636 Ω
 r3 0,05113636 Ω
 r4 0,05113636 Ω
 r5 0,05113636 Ω

ΔV1 0,17317841 V
 ΔV2 0,16147841 V
 ΔV3 0,14977841 V
 ΔV4 0,11233125 V
 ΔV5 0,0748892 V
 ΔV6 0,03744205 V

ΔV1 0,13573125 V
 ΔV2 0,12403125 V
 ΔV3 0,11233125 V
 ΔV4 0,0748892 V
 ΔV5 0,03744205 V
 ΔV6 0 V

ΔV1 0,16147841 V
 ΔV2 0,14978352 V
 ΔV3 0,11233125 V
 ΔV4 0,0748892 V
 ΔV5 0,03744205 V

ΔV 0,70909773 V

ΔV 0,484425 V

ΔV 0,53592443 V

Δvtotal 1,72944716 V

ΔV 0,75193355 % < 1 %

SECCION NECESARIA DE 35 mm²

P. JOULE

P1	0,586486 W
P2	0,50991652 W
P3	0,43870096 W
P4	0,24675806 W
P5	0,10967524 W
P6	0,02741507 W
P	1,91895184 W

P1	0,36027146 W
P2	0,3008378 W
P3	0,24675806 W
P4	0,10967524 W
P5	0,02741507 W
P6	0 W
P	1,04495762 W

P1	0,50991652 W
P2	0,43873092 W
P3	0,24675806 W
P4	0,10967524 W
P5	0,02741507 W
P	1,3324958 W

P total	4,29640526 W
---------	--------------

Anexo 6.6: Análisis carga 3 compensada

CARGA 3

FASE R

I250	1,0869 A	
I400	1,7391 A	
IR3	5,0341 A	
I1	4,3019 A	45 m
I2	3,5696 A	45 m
I3	2,8374 A	45 m
I4	2,1057 A	45 m
I5	1,3729 A	40 m
I6	0,9152 A	30 m
I7	0,4576 A	30 m

IMAX	5,0341 A	
SECCION	16 mm ²	XLPE
γ	55	

CARGA 3

FASE S

I250	1,0869 A	
I400	1,7391 A	
IS3	5,0341 A	
I1	4,3019 A	45 m
I2	3,5696 A	45 m
I3	2,8374 A	45 m
I4	2,1057 A	45 m
I5	1,3729 A	40 m
I6	0,9152 A	30 m
I7	0,4576 A	30 m

CARGA 3

FASE T

I250	1,0869 A	
I400	1,7391 A	
IT3	5,0341 A	
I1	4,3019 A	45 m
I2	3,5696 A	45 m
I3	2,8374 A	45 m
I4	2,1057 A	45 m
I5	1,3729 A	40 m
I6	0,9152 A	30 m
I7	0,4576 A	30 m

r1	0,05113636 Ω	r1	0,05113636 Ω	r1	0,05113636 Ω
r2	0,05113636 Ω	r2	0,05113636 Ω	r2	0,05113636 Ω
r3	0,05113636 Ω	r3	0,05113636 Ω	r3	0,05113636 Ω
r4	0,05113636 Ω	r4	0,05113636 Ω	r4	0,05113636 Ω
r5	0,04545455 Ω	r5	0,04545455 Ω	r5	0,04545455 Ω
r6	0,03409091 Ω	r6	0,03409091 Ω	r6	0,03409091 Ω
r7	0,03409091 Ω	r7	0,03409091 Ω	r7	0,03409091 Ω
ΔV1	0,21998352 V	ΔV1	0,21998352 V	ΔV1	0,21998352 V
ΔV2	0,18253636 V	ΔV2	0,18253636 V	ΔV2	0,18253636 V
ΔV3	0,14509432 V	ΔV3	0,14509432 V	ΔV3	0,14509432 V
ΔV4	0,10767784 V	ΔV4	0,10767784 V	ΔV4	0,10767784 V
ΔV5	0,06240455 V	ΔV5	0,06240455 V	ΔV5	0,06240455 V
ΔV6	0,0312 V	ΔV6	0,0312 V	ΔV6	0,0312 V
ΔV7	0,0156 V	ΔV7	0,0156 V	ΔV7	0,0156 V
ΔV	0,76449659 V	ΔV	0,76449659 V	ΔV	0,76449659 V
Δvtotal	2,29348977 V				
ΔV	0,99716947 %	< 1 %			

SECCION NECESARIA DE 50 mm²

P. JOULE

P1	0,94634712 W
P2	0,6515818 W
P3	0,41169062 W
P4	0,22673723 W
P5	0,0856752 W
P6	0,02855424 W
P	2,35058621 W

P1	0,94634712 W
P2	0,6515818 W
P3	0,41169062 W
P4	0,22673723 W
P5	0,0856752 W
P6	0,02855424 W
P	2,35058621 W

P1	0,94634712 W
P2	0,6515818 W
P3	0,41169062 W
P4	0,22673723 W
P5	0,0856752 W
P	2,32203197 W

P total	7,02320439 W
---------	--------------

PLIEGO DE CONDICIONES

Objeto

El pliego de condiciones se define como el documento que especifica las condiciones técnico facultativas para la ejecución de las obras, determinando con carácter general las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución del presente proyecto. El pliego de condiciones generales define con un carácter genérico los aspectos de las obras y las relaciones habituales entre sus agentes.

Este pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las actividades de montaje de las instalaciones objeto del proyecto. Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la instalación, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles.

Pliego de condiciones general

Condiciones y normas de carácter general

- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del sector eléctrico (BOE n.285 de 28/11/97).

- Guía técnica de aplicación de instalaciones de alumbrado público (Guía-BT-09, 09/04)

- Real decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE n.310 de 27/12/00).

- 1a corrección de errores del real decreto 661/2007, de 25 de Mayo (BOE n. 177 de 25/07/07).

- 2a corrección de errores del real decreto 661/2007, de 25 de Mayo (BOE n. 177 de 26/07/07).

- Real decreto 2135/1980, de 26 de Septiembre, sobre liberalización industrial y orden de 19 de Diciembre de 1980, desarrollado en el BOE 14/10/80 y BOE 24/12/80.

- Real decreto 314/2006, por el que se aprueba el código técnico de la edificación.

- Ordenanzas municipales.

Generalidades

- Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos, como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

- El funcionamiento de las instalaciones de compensación no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

- Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación de compensación, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas,

así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

- En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

- Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. De los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

Pliego de especificaciones técnicas

Arquetas

Se dispondrá de una arqueta en la base de cada punto de luz, con el fin de realizar en el interior de la misma la conexión a tierra.

La base de la arqueta deberá ser de un material permeable (grava preferiblemente) para garantizar la filtración del agua de lluvia que pudiera entrar al interior.

Los materiales empleados en la creación de las arquetas y su acondicionamiento serán aportados por el contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el pliego de condiciones particulares. Todos los materiales empleados, deben ser necesariamente aceptados previamente por el director de obra.

Puesta a tierra

El conductor neutro será de cobre de 35 mm² de sección, como se ordena en la instrucción 10 de la guía de baja tensión de 2009, se conectará a tierra en el centro de transformación, así como en cada una de las arquetas, de una manera eficaz, garantizando

su conexión y evitando derivaciones que pudieran ocasionar problemas de seguridad tanto a los operarios como a los usuarios de la vía.

Esta conexión se realizara a 1 metro de profundidad con la ayuda de una pica de cobre de esta longitud, se deberá conectar este cable con las piezas metálicas al descubierto, así como la columna de la farola, para garantizar la seguridad a los usuarios, y evitar posibles tensiones de contacto superiores a 20 V

Conductores

Los conductores empleados en la instalación serán de cobre aislada, salvo para las conexiones de tierra, que se tratara de cable de cobre desnudo, cumpliendo lo exigido en la norma UNE-21022 sobre conductores aislados, todos los conductores usados tendrán la categoría de no conductores de llama.

El aislamiento de los cables será de polietileno reticulado, para los cables de tensiones de 0.6/1 kV, la sección mínima será de 6 mm², como indica la instrucción 5.2.1 de la Guía BT-09 para cableado de instalaciones de alumbrado.

Esos cables deben de colocarse en tramos completos desde el receptor hasta el interruptor, no permitiendo el uso de empalmes fuera de las cajas de derivación enterradas ni cambios de sección intermedios, y tampoco se permitirá curvas muy cerradas, siendo la curva mínima, con un diámetro de 10 veces la sección del conductor, ni ángulos inferiores a 90 grados, evitando así que se formen cocas, o que se deteriore el aislamiento del cable.

Reactancias y condensadores

Serán las adecuadas a las lámparas de 230 V. solo se admitirán bobinas y condensadores procedentes de fabricas conocidas y con gran solvencia en el mercado.

En las etiquetas de estos componentes deben figurar todas sus características en castellano para garantizar una correcta conexión por parte del operario. Si estas reactancias y condensadores se van a fijar a la red mediante regletas y condensadores, se debe hacer

de tal forma que no quepa la posibilidad de que estos se aflojen o suelten al manipular la instalación. Estas conexiones irán ubicadas en la cabeza de la lámpara.

Protección contra cortocircuitos y conexiones

Cada luminaria, en el interior de su columna deberá llevar una caja de conexión de seguridad, con capacidad para cuatro hilos y fusibles para cada una de las fases que alimenten esa lámpara. La caja debe ser de material aislante, y debidamente fijada al interior del báculo, evitando que los cables estén sometidos a tensiones excesivas.

La fase que alimente se protegerá con un fusible de 3 A, y la fase neutra se debe colocar un fusible neutro para evitar posibles sobretensiones.

PRESUPUESTO

El presupuesto es una de las partes más importantes en un proyecto puesto que el coste del proyecto posibilitará o imposibilitará su realización. Para analizar un presupuesto de estas características no solamente nos tenemos que quedar con las cifras de del coste para su desarrollo, sino que también hay que tener en cuenta la rentabilidad que se le podrá obtener, debido a que supondrá un ahorro mes a mes hasta acabar recuperando la inversión inicial.

La finalidad de estos estudios es comparar si los costes totales de la instalación repartidos entre los años de duración están compensados, ya que si no fuese así el proyecto no sería viable económicamente.

En el caso de un proyecto de mejora de la eficiencia y reducción del consumo como es nuestro caso, hay que estudiar el ahorro y si este es tal, que nos permita recuperar la inversión rápidamente, y que realmente genere una gran reducción de la factura eléctrica.

Si comparamos los costes al final de la vida útil de la instalación de los dos tipos de instalación podremos decidir fácilmente si es viable llevar a cabo la instalación por lo que a la parte económica corresponde.

Hay que destacar que los precios de los elementos de la instalación son de valor de mercado actual y los precios han sido contrastados en distintas empresas de venta del material necesario para nuestra instalación.

Los precios que se han obtenido de las empresas son sin IVA, en el caso de empresas de este ámbito para profesionales cuando se realiza un proyecto de grandes dimensiones se efectúa un descuento importante. Dependiendo de que parte de la instalación, se puede llegar a conseguir descuentos de hasta un 30%.

Puesta a tierra

Coste total de la instalación de la red de toma de tierra asciende a 2475.8 €.

La puesta a tierra se llevara a cabo en las 63 arquetas de cada luminaria:

- 63 picas de bore de un 1.5 metros de longitud
- 750 metros de cobre de 35 mm² desnudo
- 63 abrazaderas para pica toma de tierra

P.01	Ud.	Red toma de tierra			
Red de toma de tierra: para toda la instalación con 750 m de conductor de cobre desnudo y 63 picas.					
Referencia	Ud.	Descomposición	Red.	Precio unidad	Precio Partida
120355M	m	Conductor cobre desnudo de 35 mm ² , clase V	750	2.51	1884.15
171590	Ud.	Abrazadera para pica de toma de tierra	63	1.02	64.7
240101	Ud.	Pica de toma de tierra de 1.5 m	63	5.31	334.95
	h	Oficial de 1ª electricista	6	17	102
	h	Ayudante de electricista	6	15	90
				TOTAL	2475.8

Instalación caja de protección y conexión

El coste de la conexión en cada punto de luz es de 333.63 €

Instalación del cuadro de conexiones y protección en la columna de cada farola:

- 63 cajas de conexión con 4 entradas con portafusiles
- 1 fusible de 3 A por cajetilla
- 50 m de cable unipolar de cobre de 6 mm² con aislamiento de XLPE azul
- 50 m de cable unipolar de cobre de 6 mm² con aislamiento de XLPE marrón.

P.02	Ud.	Derivación de cada punto de luz			
Conexión de cada farola mediante caja de conexión en el interior de la columna, con dispositivos de protección.					
Referencia	Ud.	Descomposición	Red.	Precio unidad	Precio Partida
H071-K MR	m	Conductor 6 mm ² marrón con aislante	50	0.09	4.58
H071-K AZ	M	Conductor 6 mm ² azul con aislante	50	0.09	4.58
FUCR5F632	Ud.	Fusible cristal de 3 A	63	0.07	4.47
	h	Oficial de 1 ^a electricista	10	17	170
	h	Ayudante de electricista	10	15	150
				TOTAL	333.63

Instalación de los filtros

El coste de la instalación de los filtros (sin contar condensadores y bobinas) es de 323.23 €

Para la instalación de los filtros, cada lámpara lleva unos calores de reactancias y condensadores específicos, a continuación se desarrolla el cálculo del presupuesto de la colocación del filtro, únicamente teniendo el cuenta la mano de obra y los materiales para la conexión y soporte del mismo, y después se señalan los precios de todos los condensadores y bobinas que se vayan a emplear, de manera que no es necesario un presupuesto para cada lámpara.

P.02	Ud.	Instalación del filtro			
Conexión de cada filtro en la cabeza de cada farola					
Referencia	Ud.	Descomposición	Red.	Precio unidad	Precio Partida
H071-K MR	m	Conductor 6 mm ² marrón con aislante	20	0.09	1.8
H071-K AZ	M	Conductor 6 mm ² azul con aislante	20	0.09	1.8
APACERAM400	Ud.	Regleta tetrapolar	63	1.01	63.63
	h	Oficial de 1 ^a electricista	8	17	136
	h	Ayudante de electricista	8	15	120
				TOTAL	323.23

Condensadores y bobinas para los filtros:

El precio los componentes pasivos necesarios para los filtros es de 149.4 €

P.03	Ud.	Componentes filtros			
Componentes pasivos del los filtros de compensación de cada luminaria					
Referencia	Ud.	Nombre	Red.	Precio unidad	Precio partida
647-UVY2GR47MED	Ud.	Condensador 0.47µF	40	0,20224	8,08
ULD2G010MED1TD	Ud.	Condensador 1 µF	25	0,44082	11,02
ULD2G1R5MED1TD	Ud.	Condensador 1.5 µF	25	0,26781	6,695
ULD2G1R8MPD1TD	Ud.	Condensador 1.8 µF	30	0,37525	11,25
UVZ2G3R3MPD	Ud.	Condensador 3.3 µF	35	0,17064	5,97
UVR2G4R7MPD	Ud.	Condensador 4.7 µF	40	0,17301	6,92
MLG1005S3N0BT000	Ud.	Bobina 3 nH	5	0,07189	0,359
LQW15AN5N1B80D	Ud.	Bobina 5.1 nH	10	0,14299	1,42

0603HC-12NXJLU	Ud.	Bobina 12 nH	14	0,64938	9,091
0805HQ-16NXGLC	Ud.	Bobina 16 nH	7	0,9006	6,30
MHQ0603P20NJT000	Ud.	Bobina 20 nH	8	0,32153	2,572
AIAC-2712C-28NOJ-T	Ud.	Bobina 28 nH	12	0,28914	3,469
NRV2010TR47NGF	Ud.	Bobina 47 nH	29	0,28914	8,385
1641R-101K	Ud.	Bobina 100 nH	21	1,501	31,52
807-1641R-121K	Ud.	Bobina 120 nH	11	1,4536	15,98
BRC1608TR20M	Ud.	Bobina 200 nH	29	0,20619	5,979
BRC1608TR35M	Ud.	Bobina 350 nH	9	0,25754	2,31
74479977182	Ud.	Bobina 820 nH	19	0,63595	12,08
				TOTAL	149.4

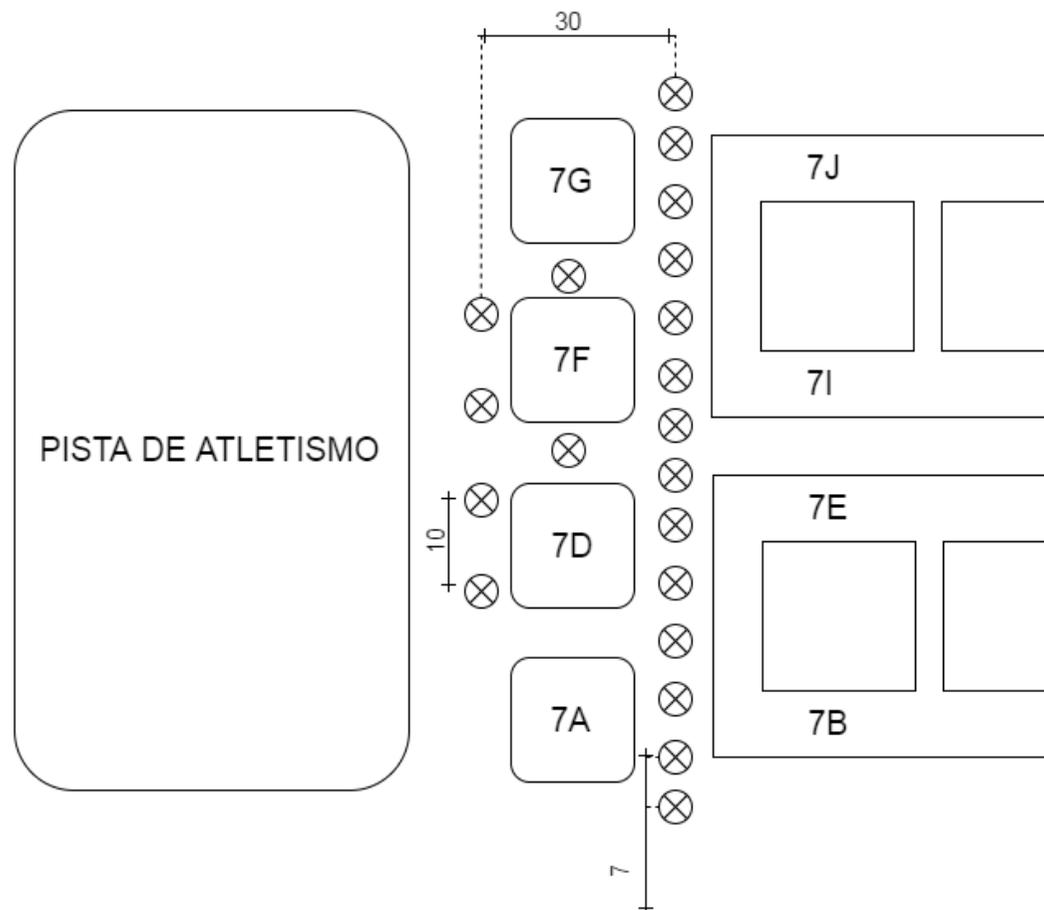
Instalación nuevos conductors enterrados

Para la nueva instalación ya compensada es necesario el uso de cables con menor sección, para reducir las pérdidas por efecto Joule.

P.04	Ud.	Instalación eléctrica nueva			
Suministro de corriente a cada punto de luz					
Referencia	Ud.	Descomposición	Red.	Precio unidad	Precio Partida
H07Z1-K AZ16	m	Conductor de cobre de 16 mm ² de 0.6/1 kV con aislante azul	750	1.22	918.37
H07Z1-K GR16	m	Conductor de cobre de 16 mm ² de 0.6/1 kV con aislante gris	750	1.22	918.37
H07Z1-K NG16	m	Conductor de cobre de 16 mm ² de 0.6/1 kV con aislante negro	750	1.22	918.37
H07Z1-K MR16	m	Conductor de cobre de 16 mm ² de 0.6/1 kV con aislante marrón	750	1.22	918.37
14074235	m	Tubo corrugado de 63 mm ²	750	1.64	1232.25
	h	Oficial de 1ª electricista	4	17	68
	h	Ayudante de electricista	4	15	60
				TOTAL	5033.73

Presupuesto general

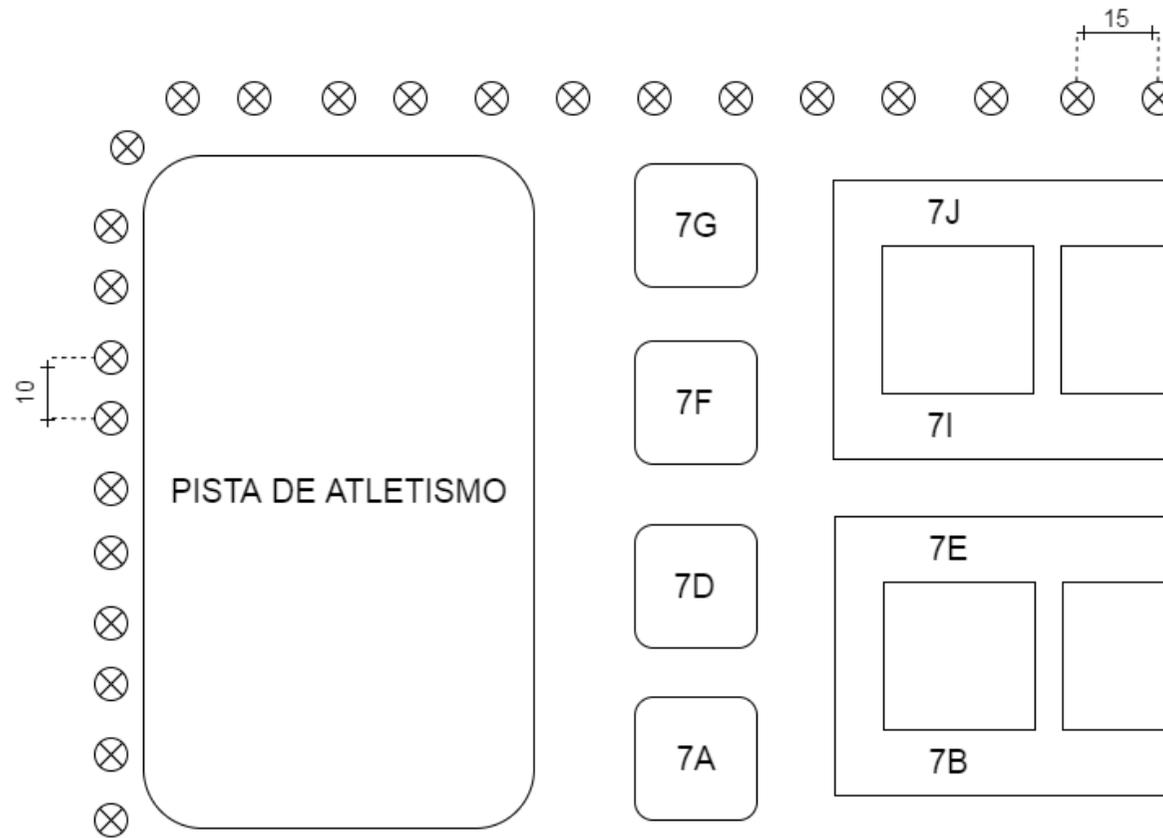
Concepto	Precio
Instalación eléctrica	5367.36 €
Puesta a tierra	2475.8 €
Instalación de los filtros	472.63 €
TOTAL (sin IVA)	8315.79 €
21 % IVA	1746.31 €
TOTAL con impuestos	10063.10 €



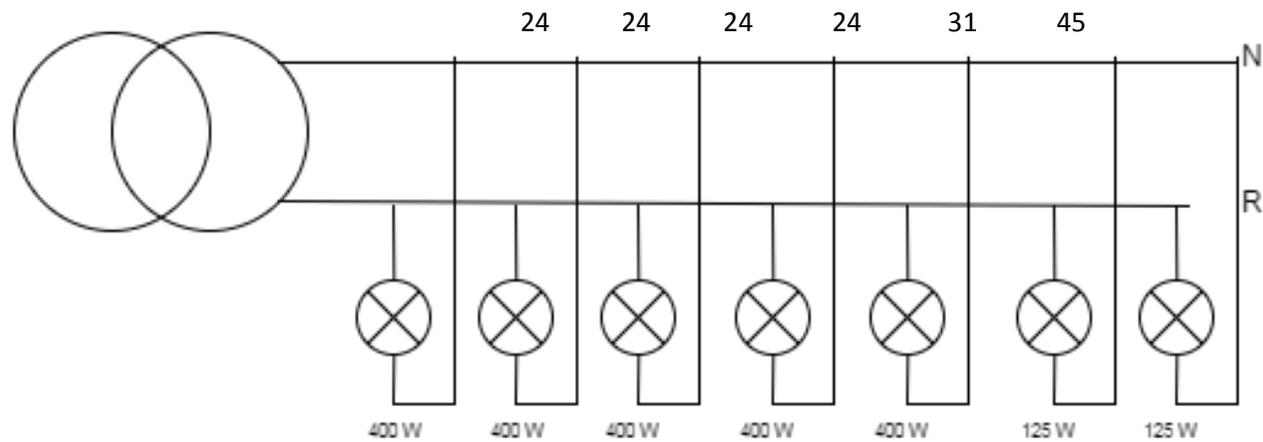
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Distribución en planta de la carga 1	1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



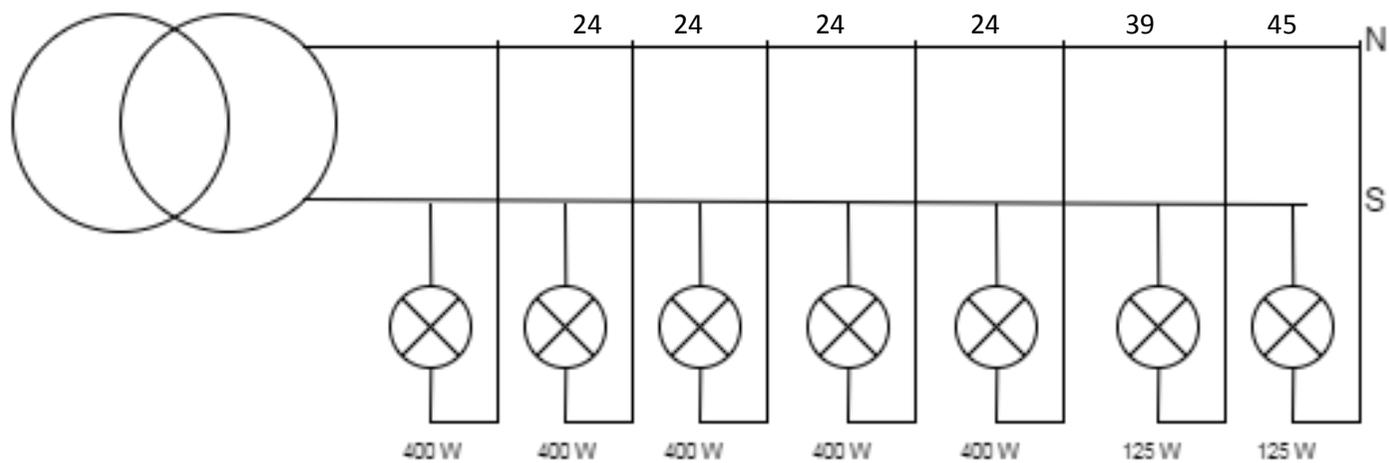
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Distribución en planta de la carga 2	2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



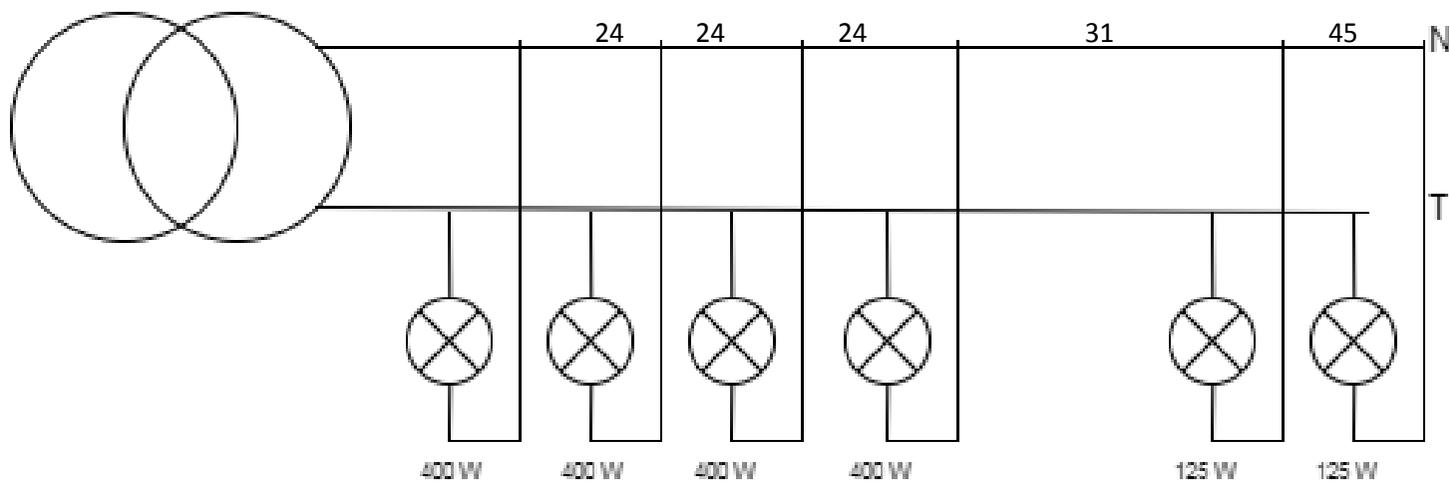
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Distribución en planta de la carga 3	3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



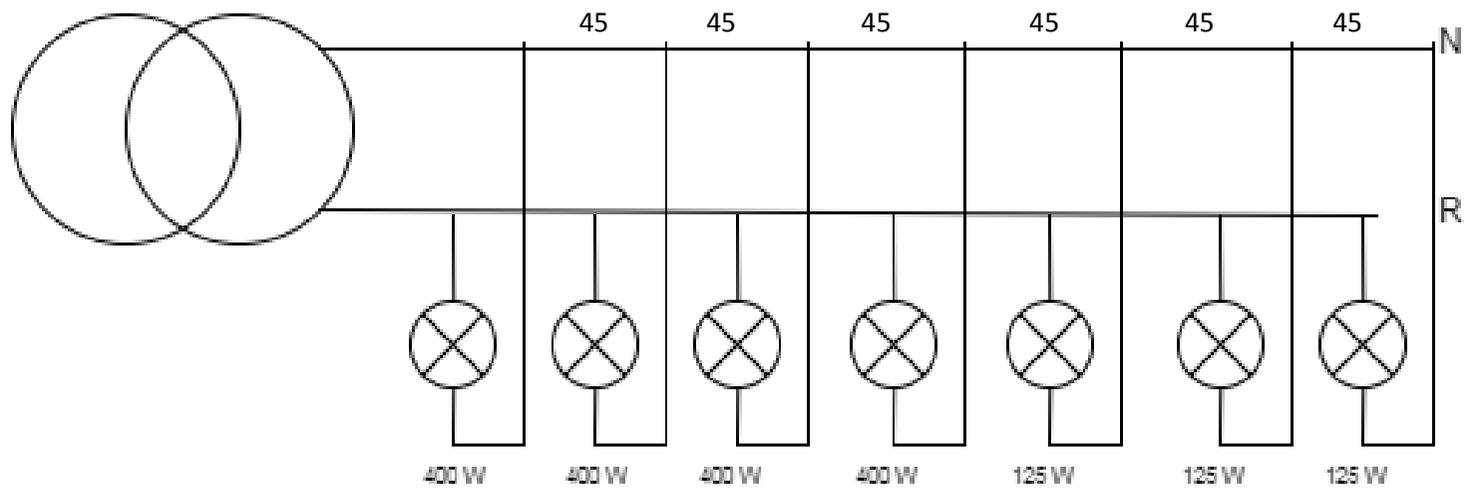
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase R de la carga 1	4.1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



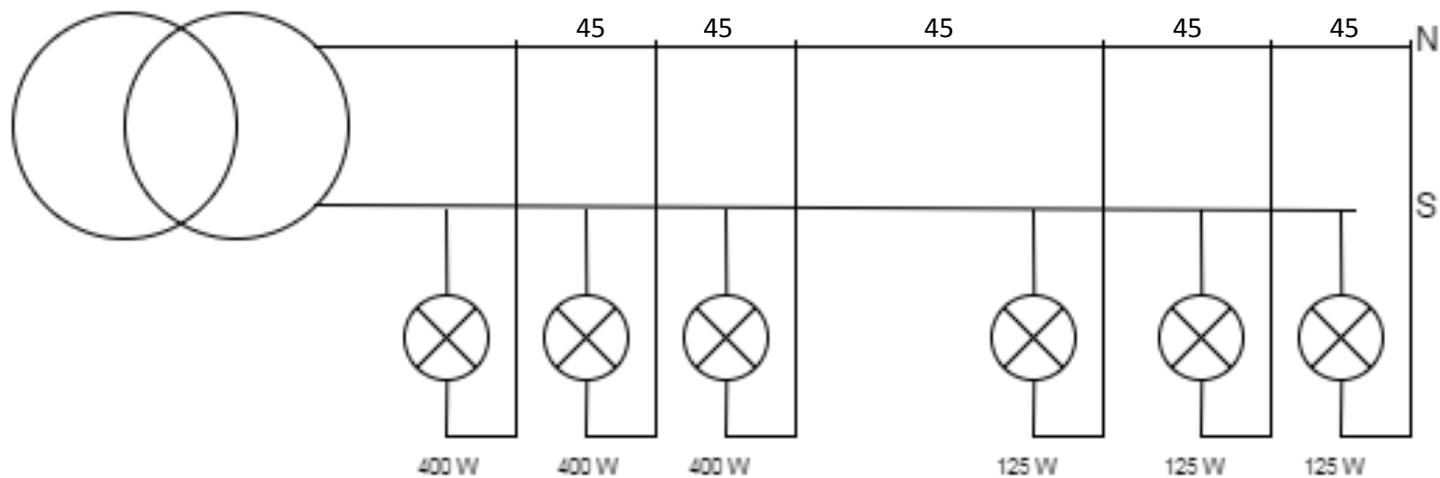
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase S de la carga 1	4.2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



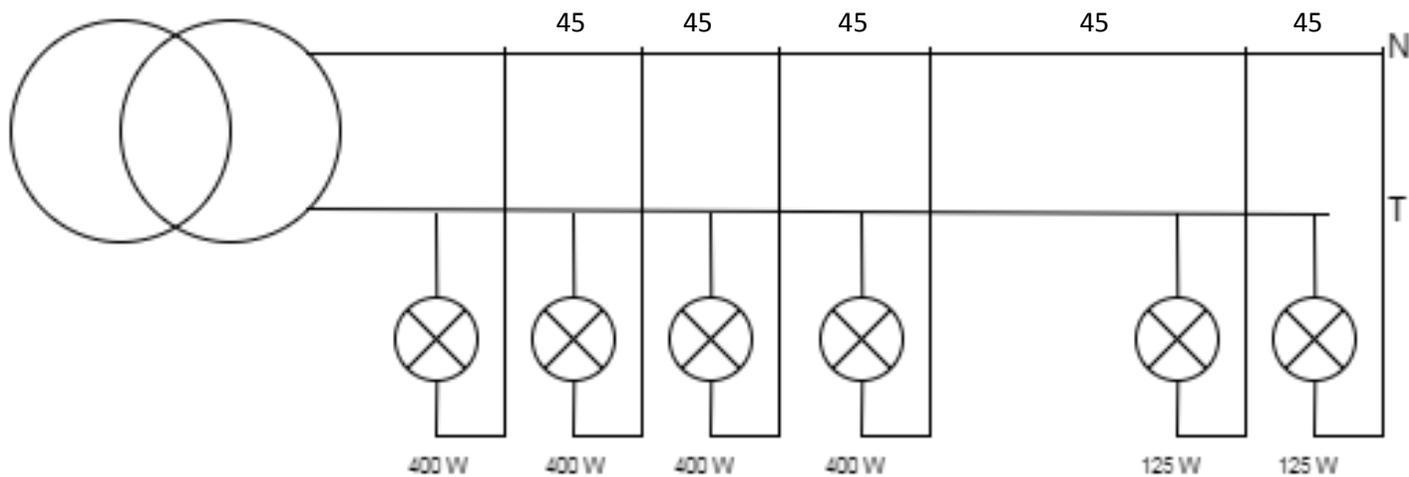
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase T de la carga 1	4.3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



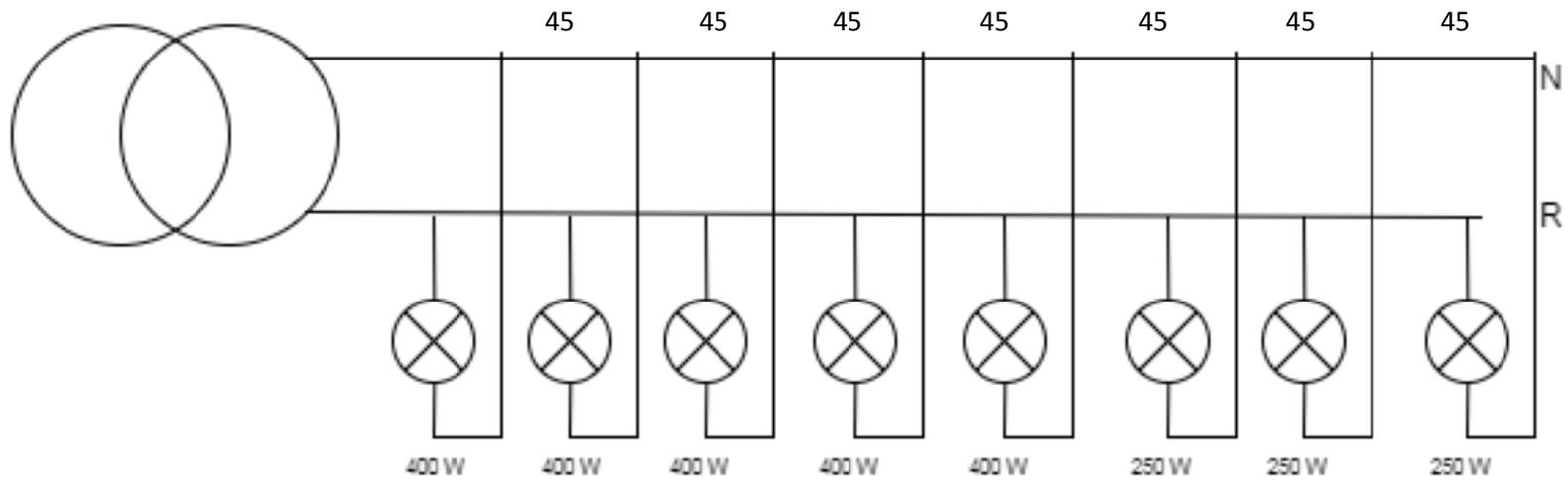
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase R de la carga 2	5.1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



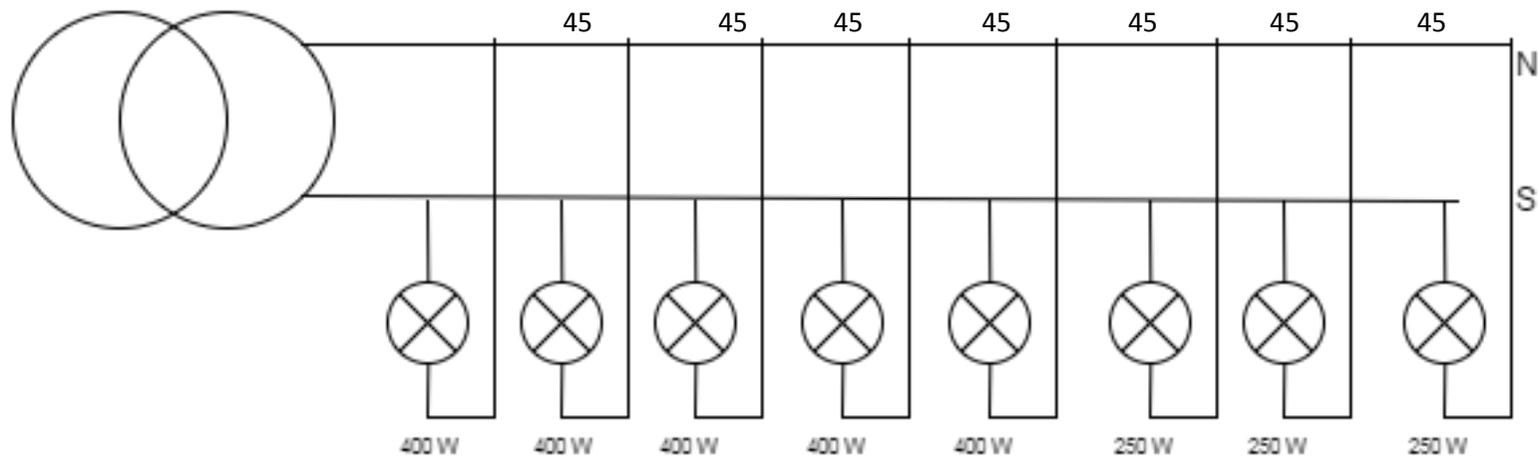
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase S de la carga 2	5.2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



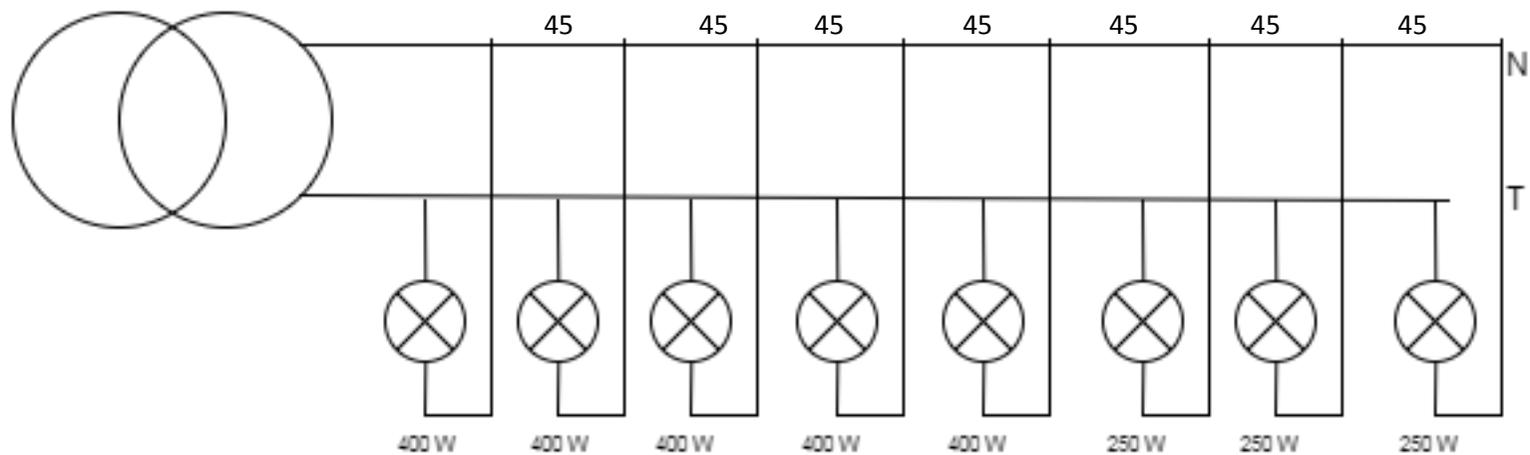
Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase T de la carga 2	5.3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase R de la carga 3	6.1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		

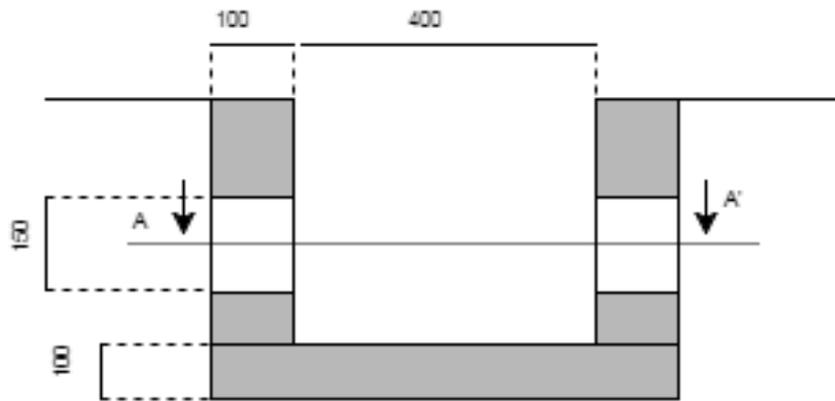


Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase S de la carga 3	6.2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		

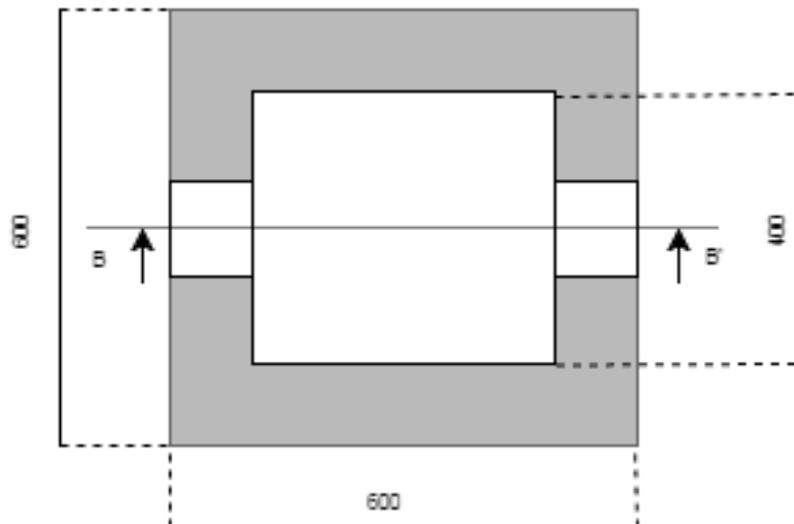


Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Esquema eléctrico de la fase T de la carga 3	6.3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		

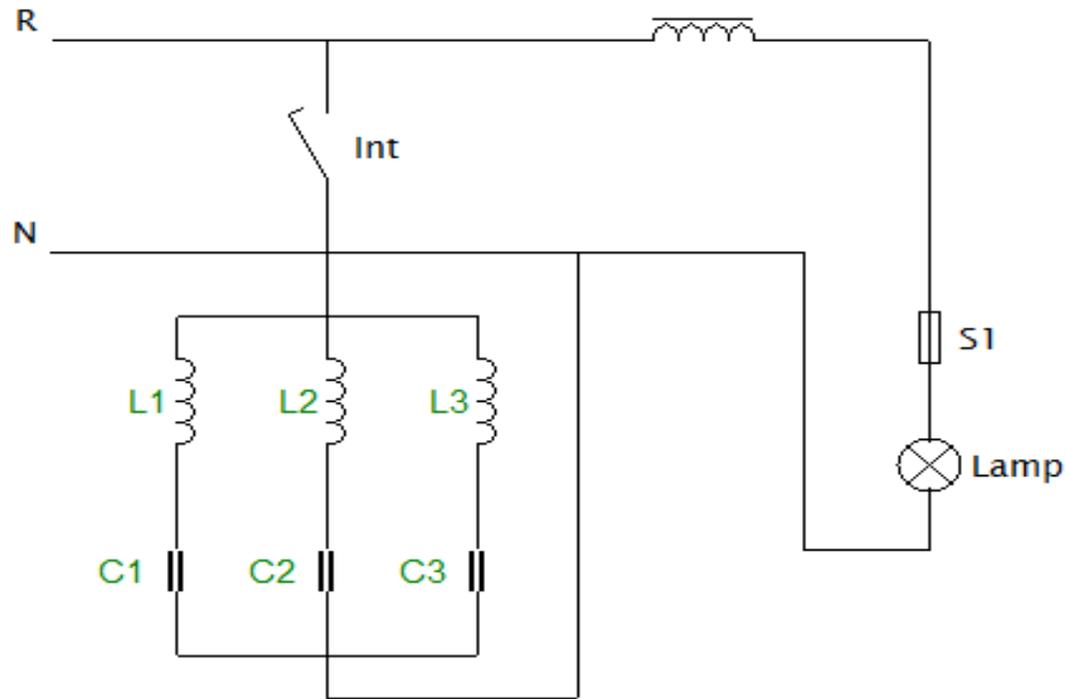
Sección B-B'



Sección A-A'

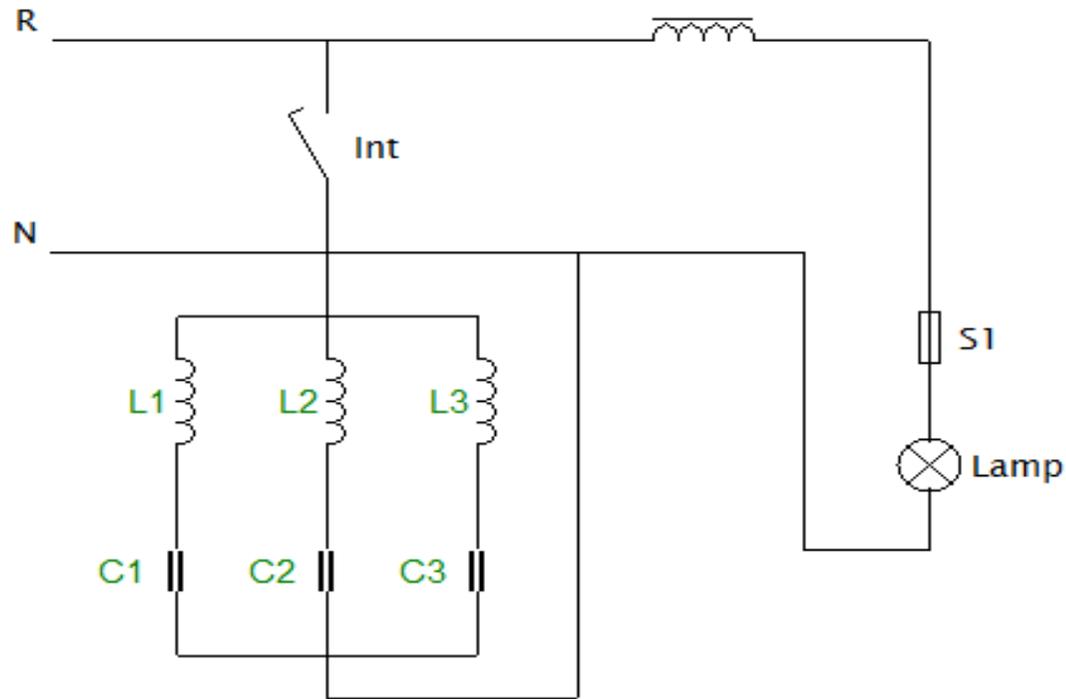


Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Alzado y planta de la arqueta	7
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



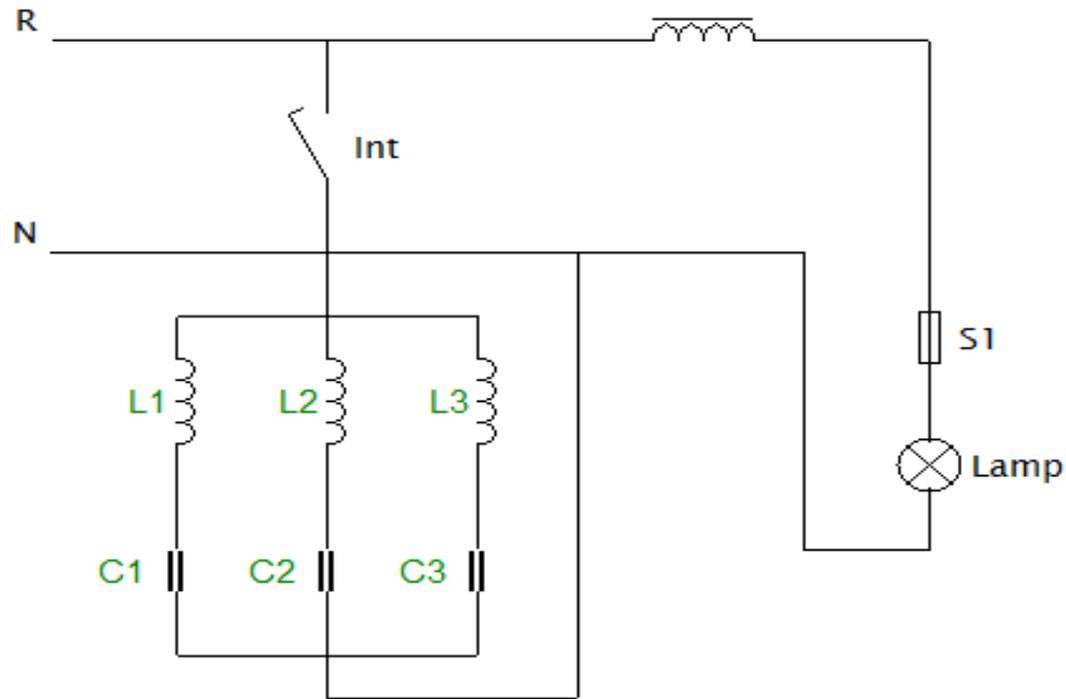
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.384	μH
L2	0.101	μH
L3	0.02	μH
S1	3	A
P1	40	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 1	8.1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



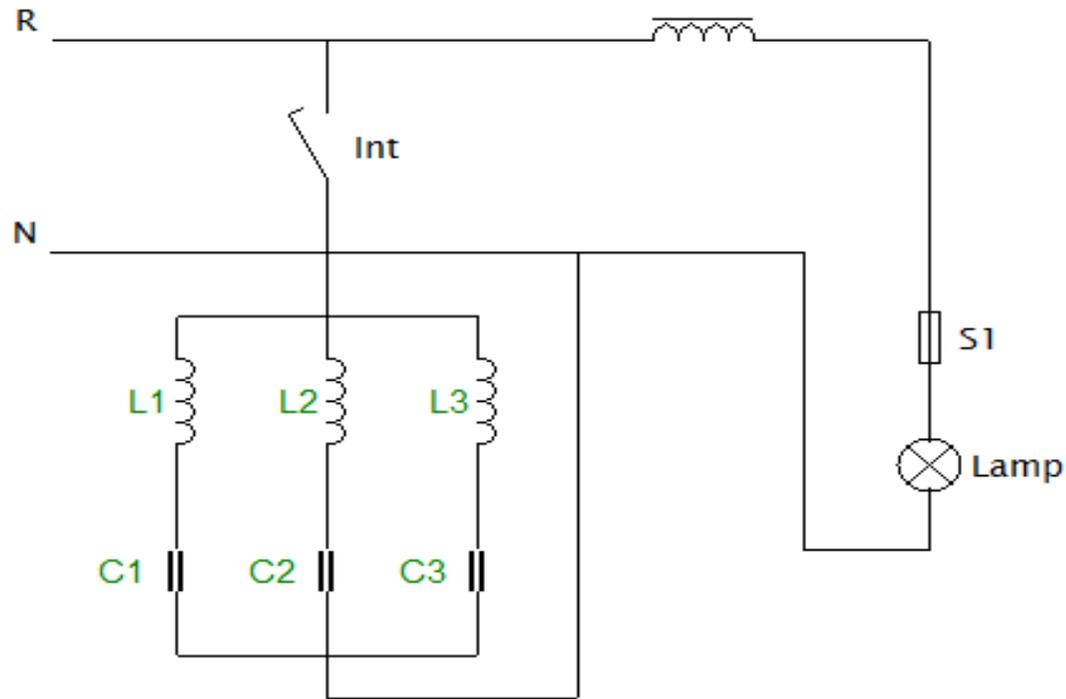
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.315	μH
L2	0.083	μH
L3	0.016	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 2	8.2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



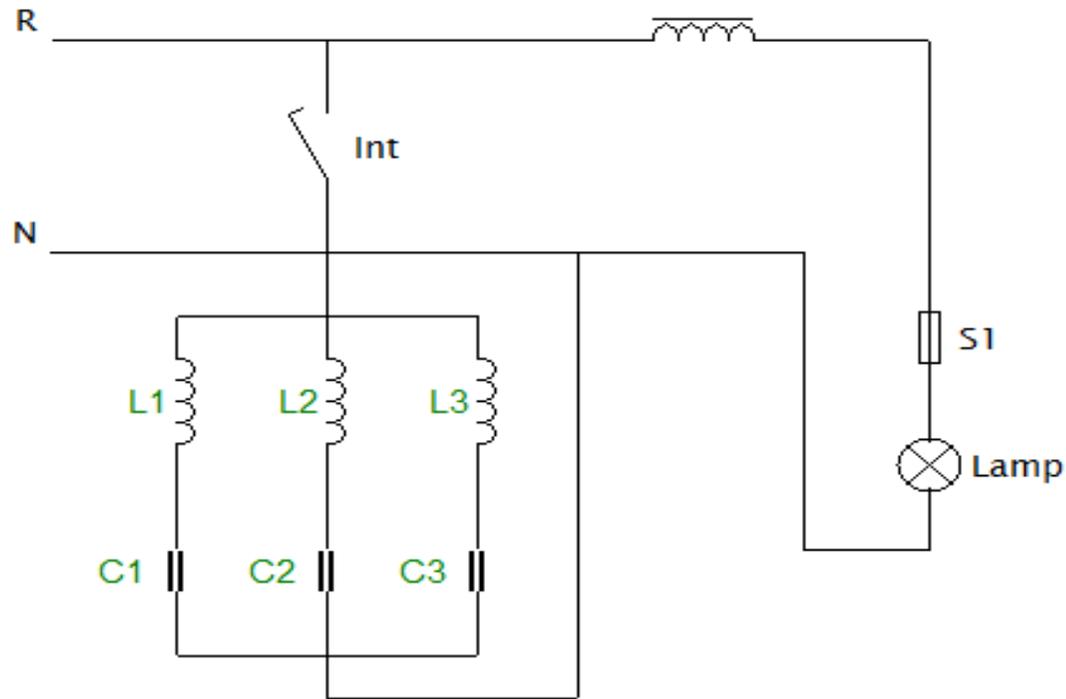
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.246	μH
L2	0.064	μH
L3	0.012	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 3	8.3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



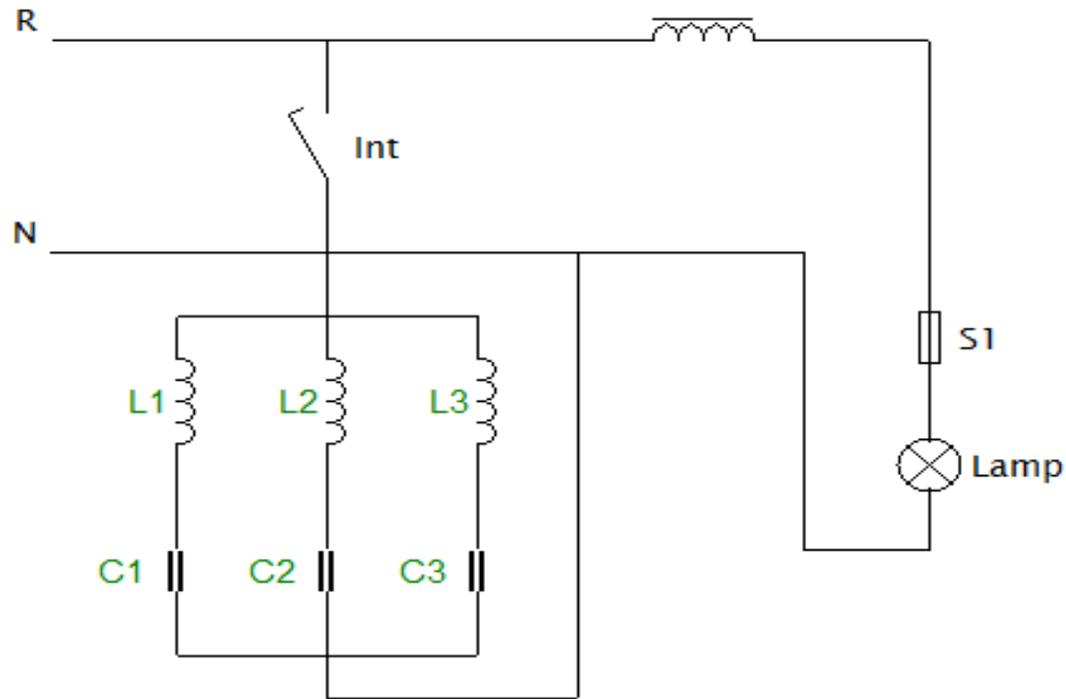
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.177	μH
L2	0.047	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 4	8.4
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



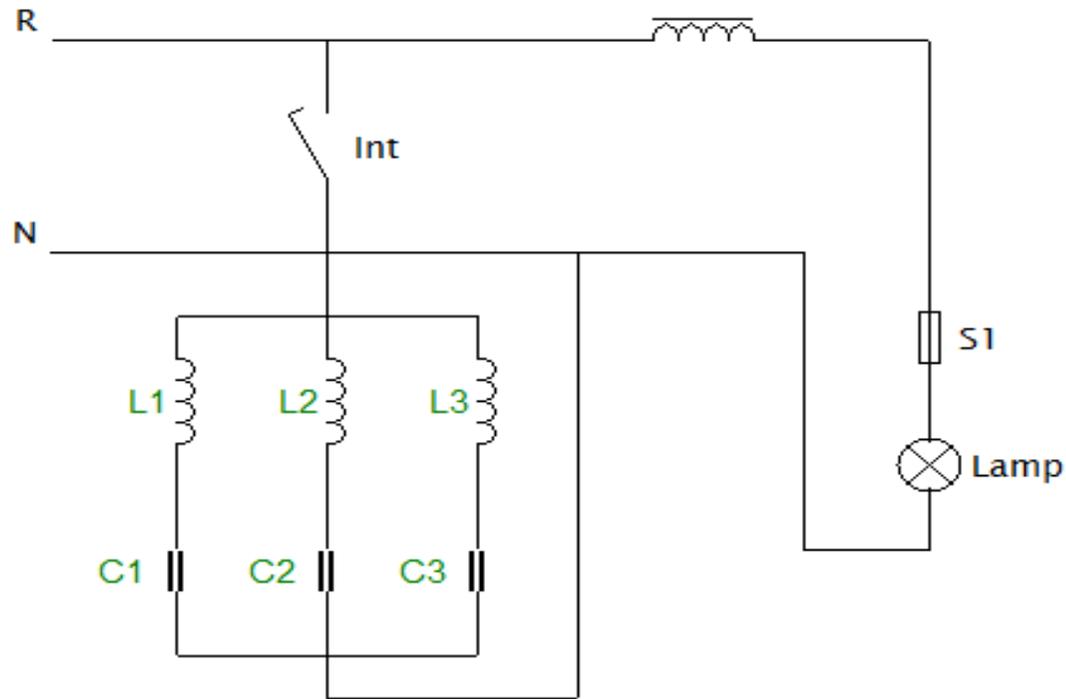
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.109	μH
L2	0.028	μH
L3	0.0056	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 5	8.5
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



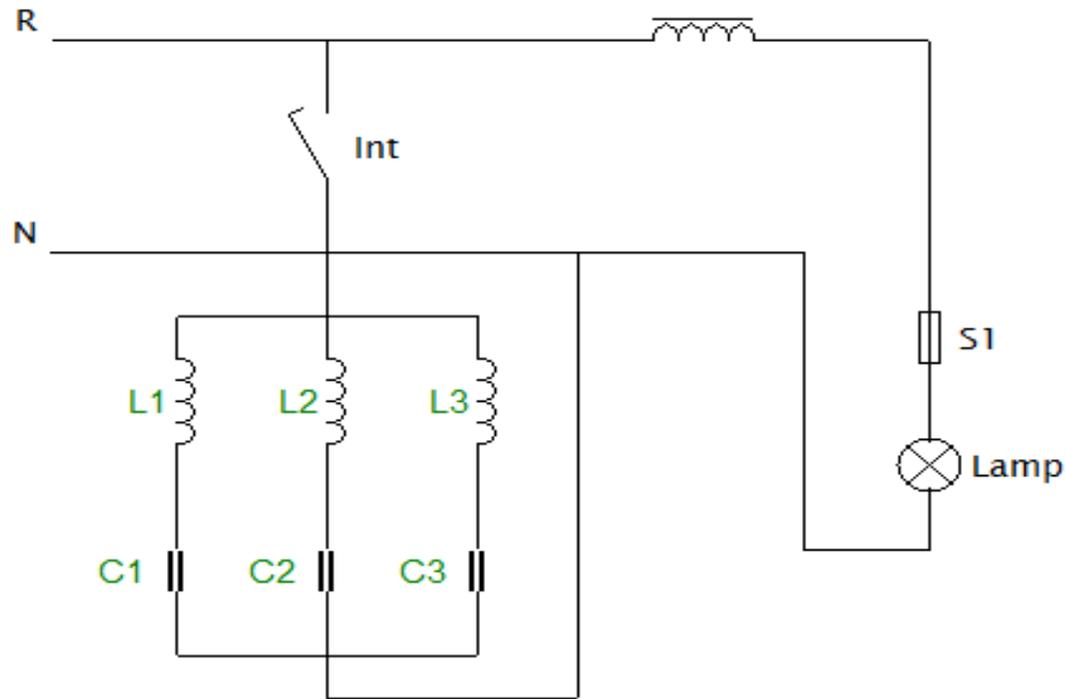
Lámpara 1		
C1	1.72	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.132	μH
L2	0.035	μH
L3	0.007	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 6	8.6
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



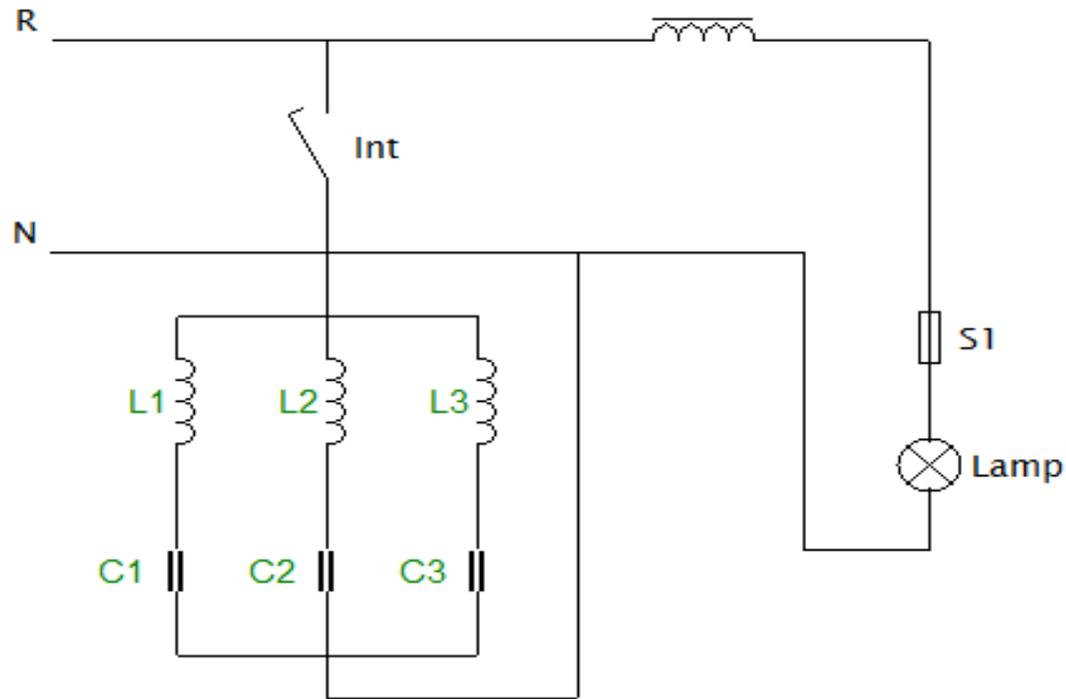
Lámpara 1		
C1	1.72	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.068	μH
L2	0.018	μH
L3	0.0033	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 7	8.7
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



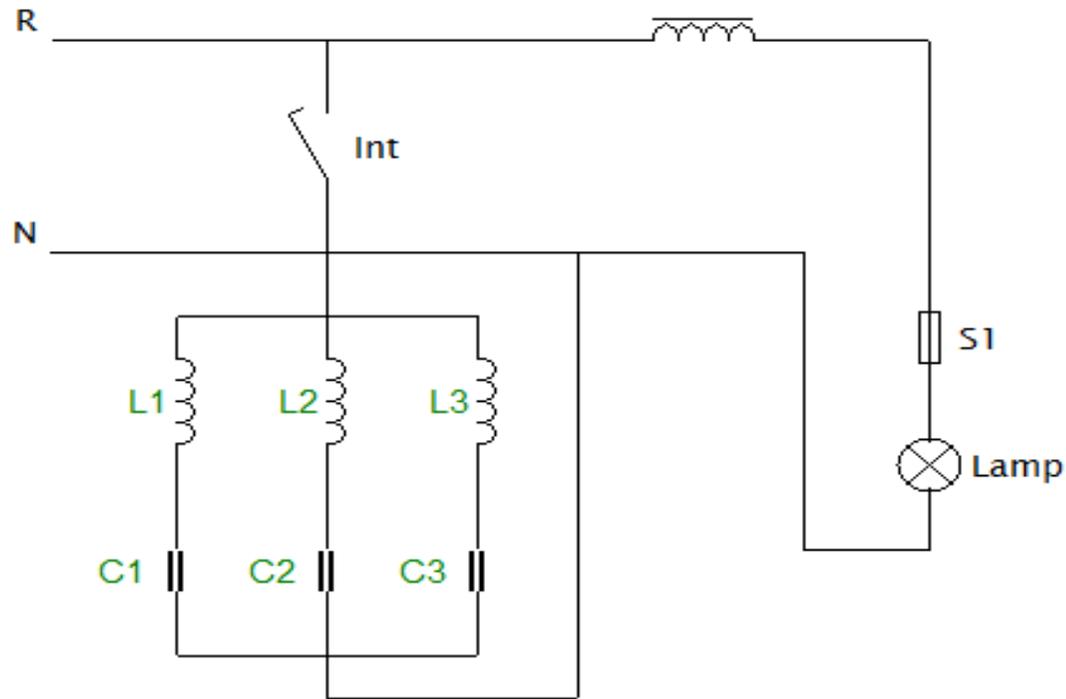
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.384	μH
L2	0.101	μH
L3	0.02	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 8	8.8
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



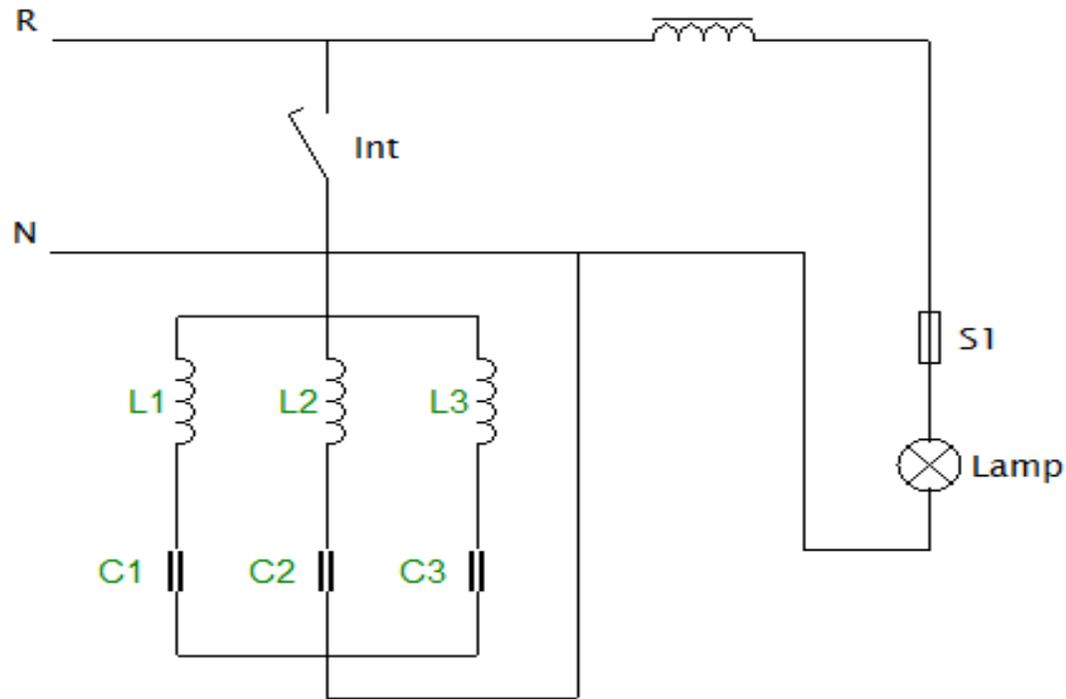
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.315	μH
L2	0.083	μH
L3	0.016	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 9	8.9
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



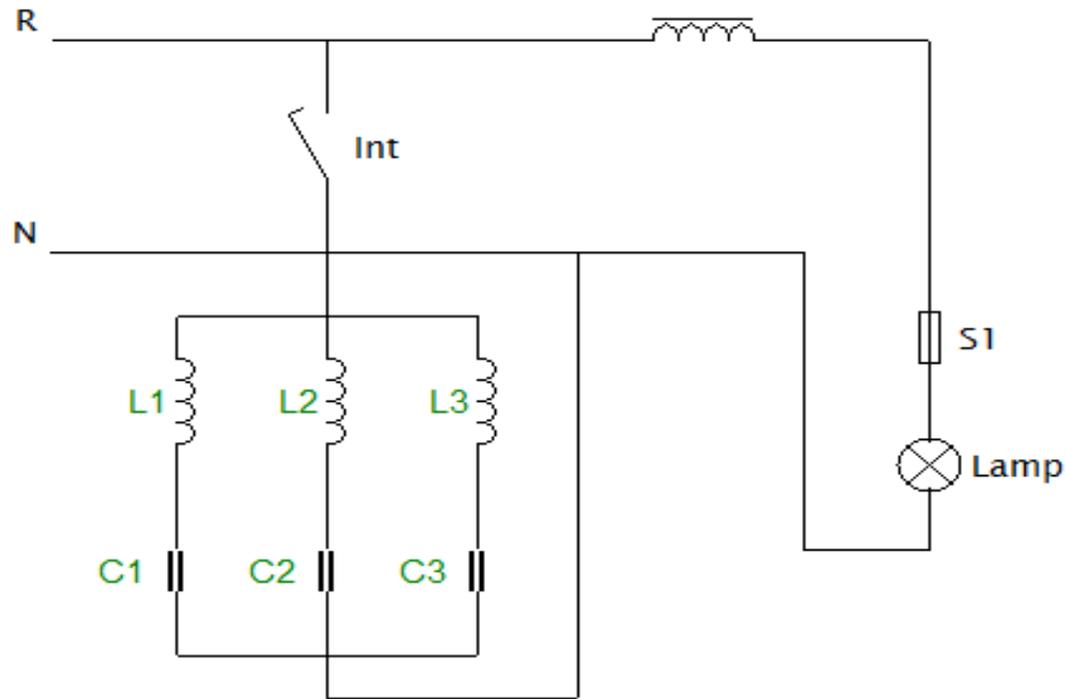
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.246	μH
L2	0.064	μH
L3	0.012	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 10	8.10
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



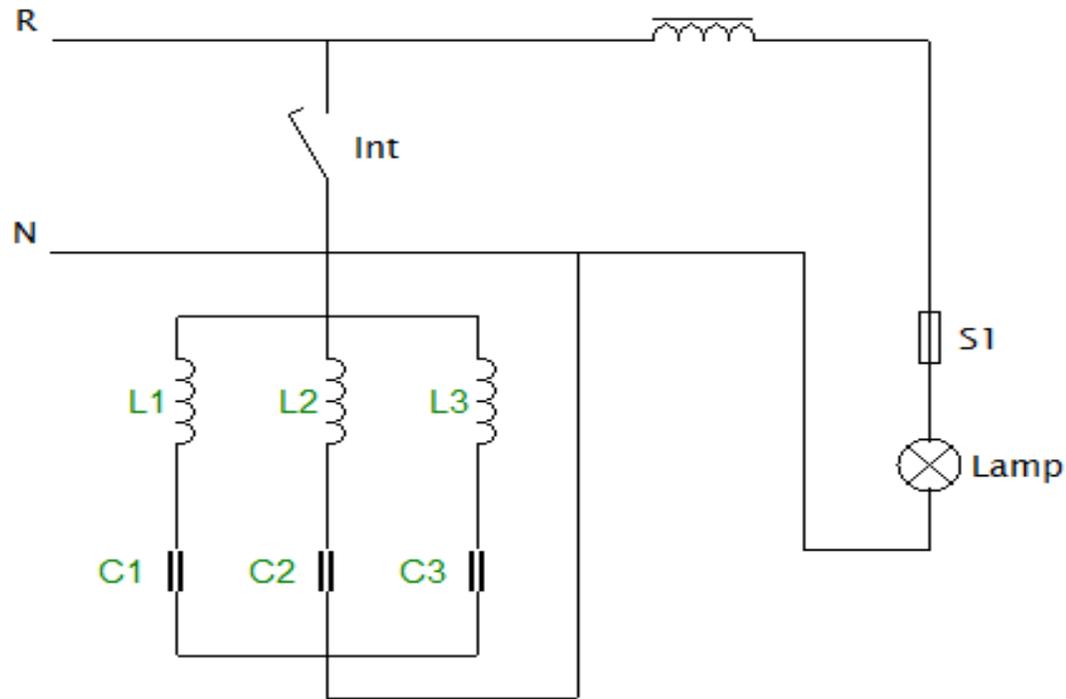
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.177	μH
L2	0.047	μH
L3	0.009	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 11	8.11
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



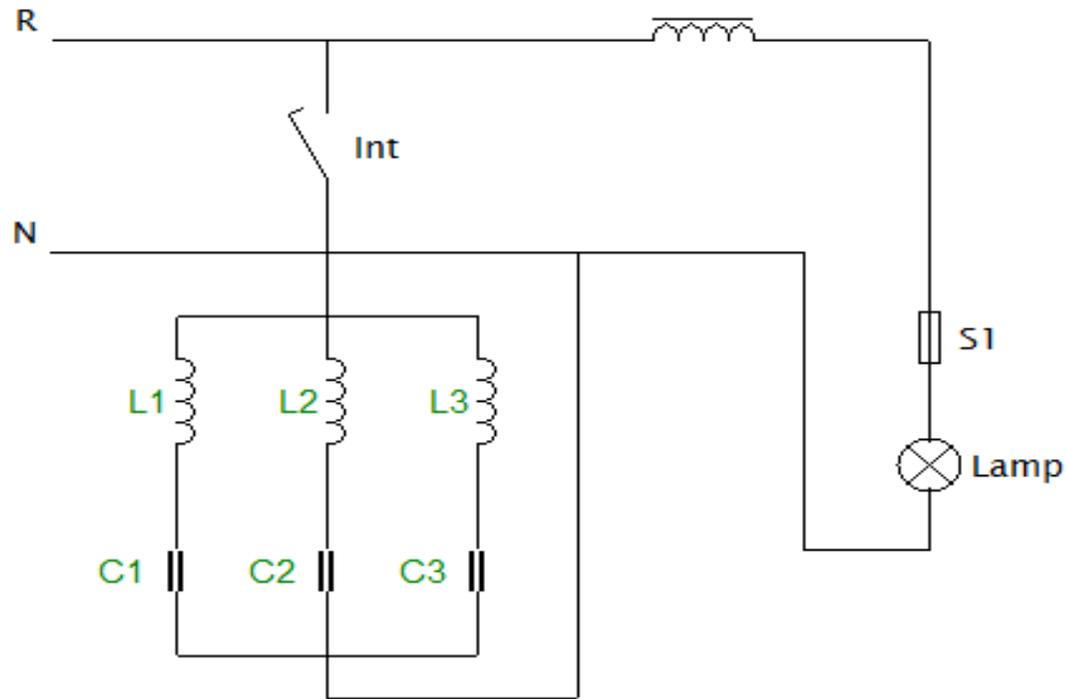
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.11	μH
L2	0.028	μH
L3	0.0056	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 12	8.12
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



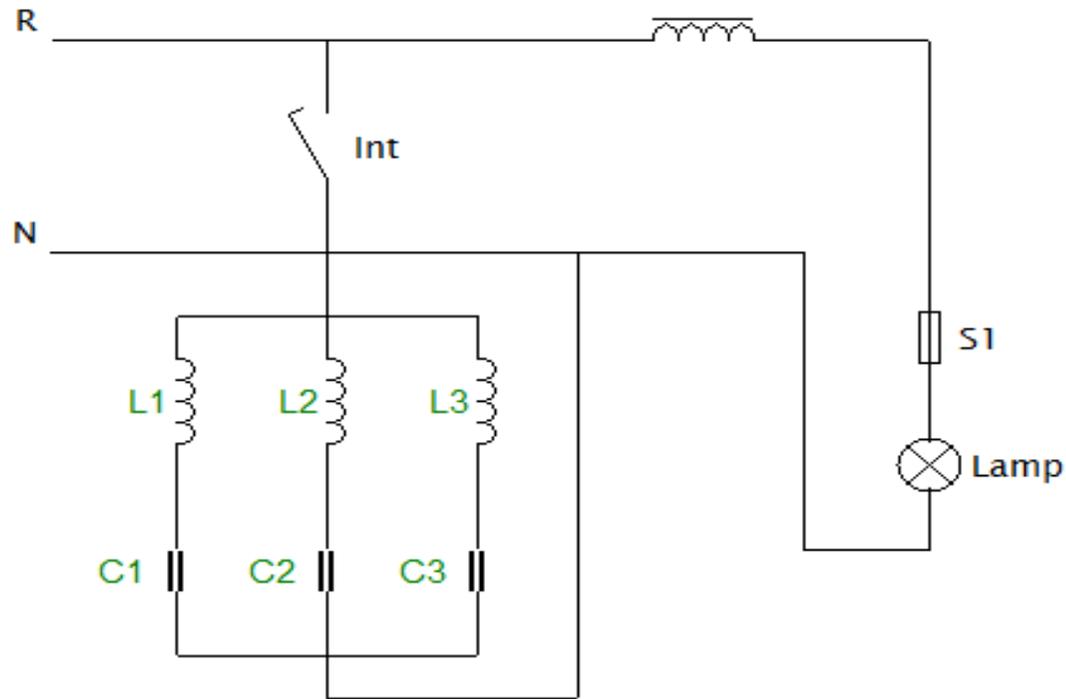
Lámpara 1		
C1	1.72	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.132	μH
L2	0.035	μH
L3	0.007	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 13	8.13
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



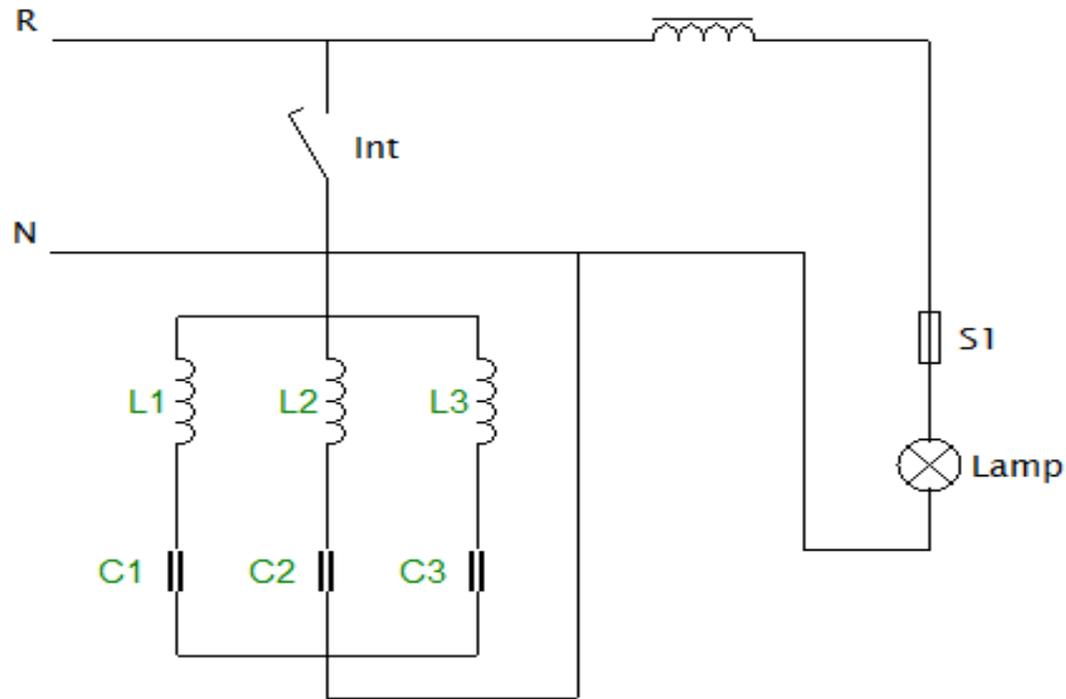
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.007	μF
L1	0.68	μH
L2	0.018	μH
L3	0.0033	μH
S1	3	A
P1	128	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 14	8.14
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



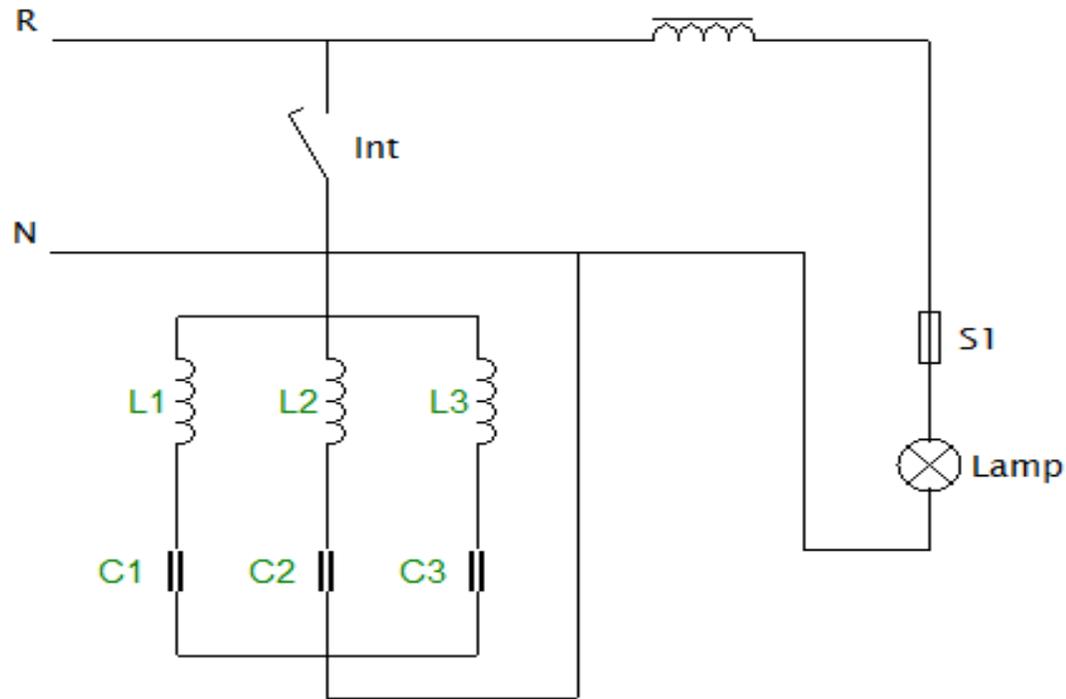
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.314	μH
L2	0.082	μH
L3	0.016	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 15	8.15
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



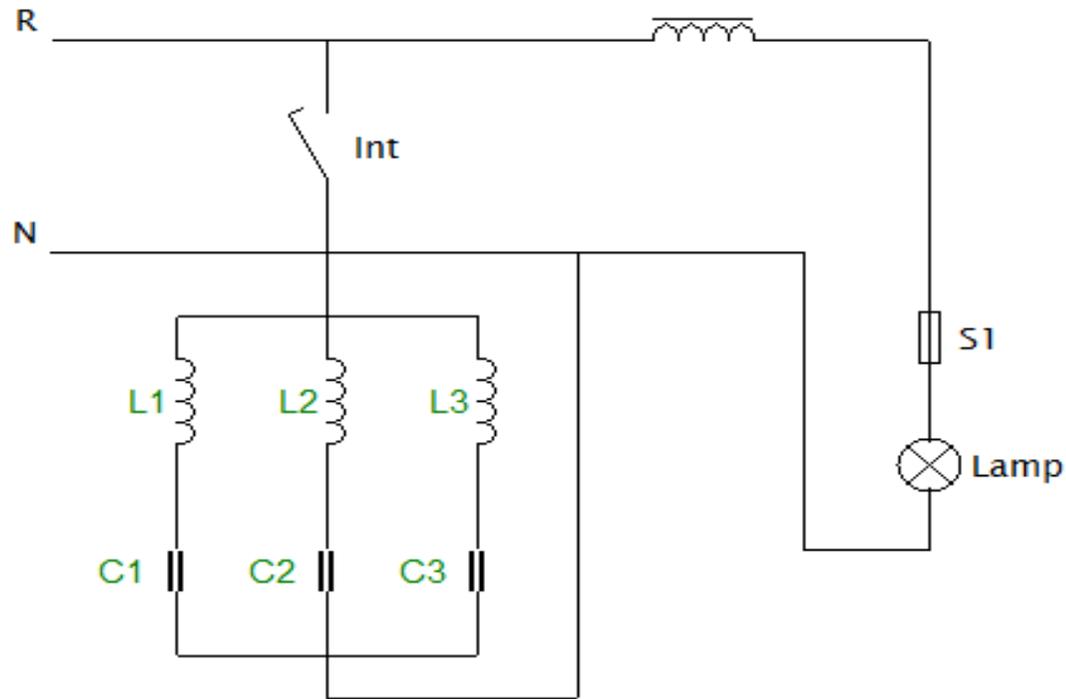
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.24	μH
L2	0.065	μH
L3	0.012	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 16	8.16
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



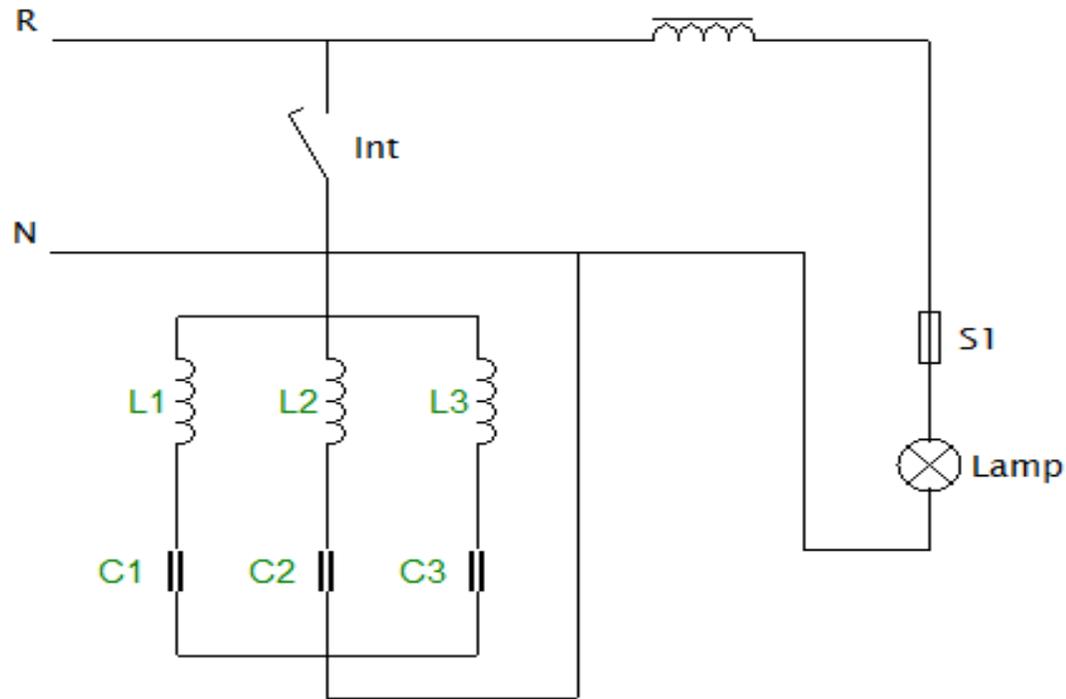
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.177	μH
L2	0.047	μH
L3	0.0088	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 17	8.17
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



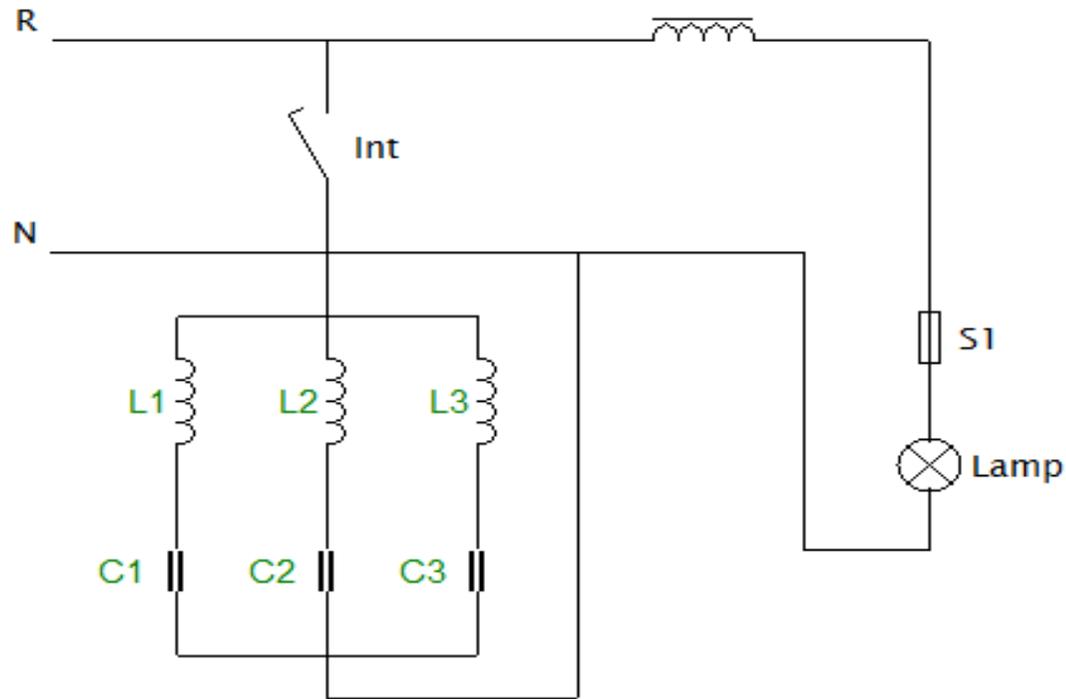
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.11	μH
L2	0.028	μH
L3	0.0056	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 18	8.18
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



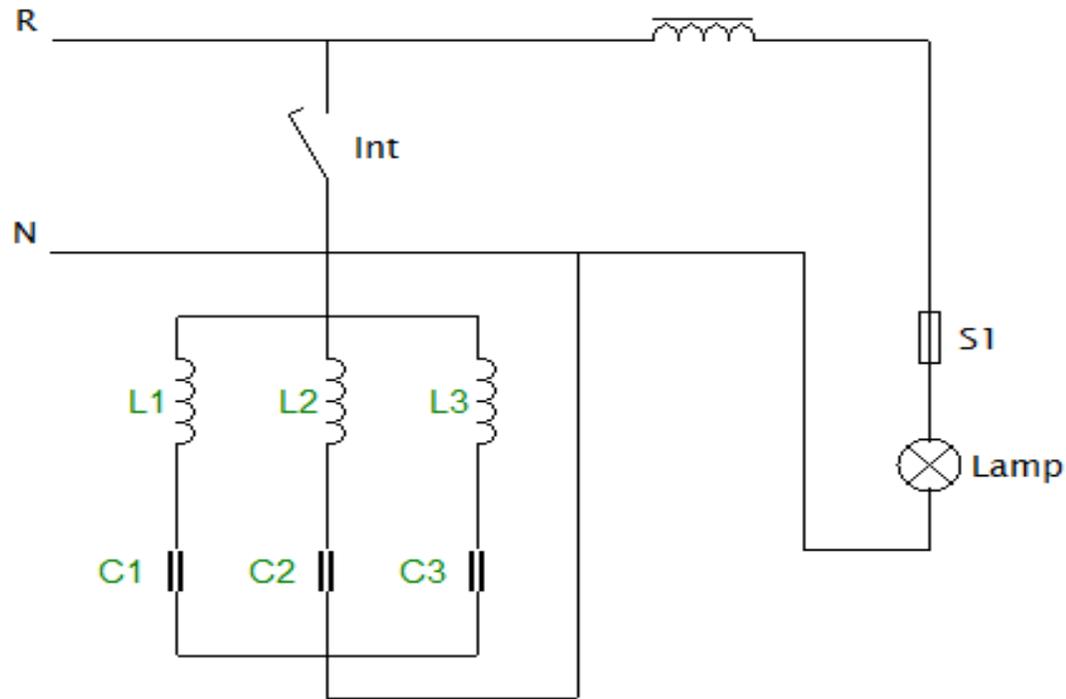
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.8	μF
L1	0.132	μH
L2	0.033	μH
L3	0.005	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 19	8.19
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



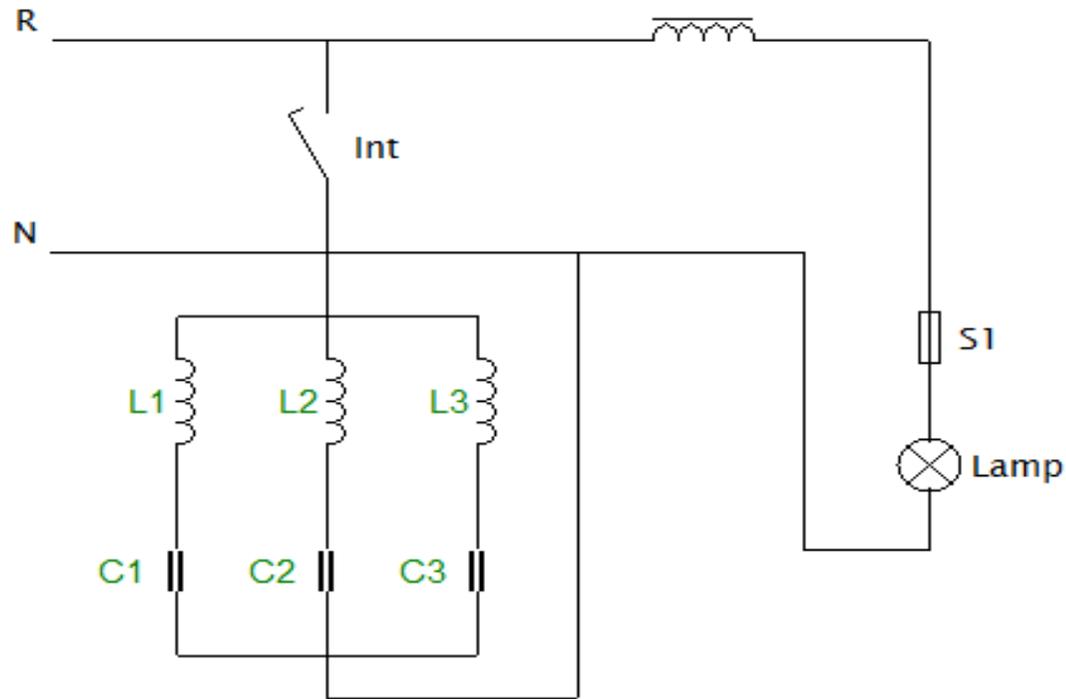
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.8	μF
L1	0.068	μH
L2	0.018	μH
L3	0.003	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 20	8.20
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



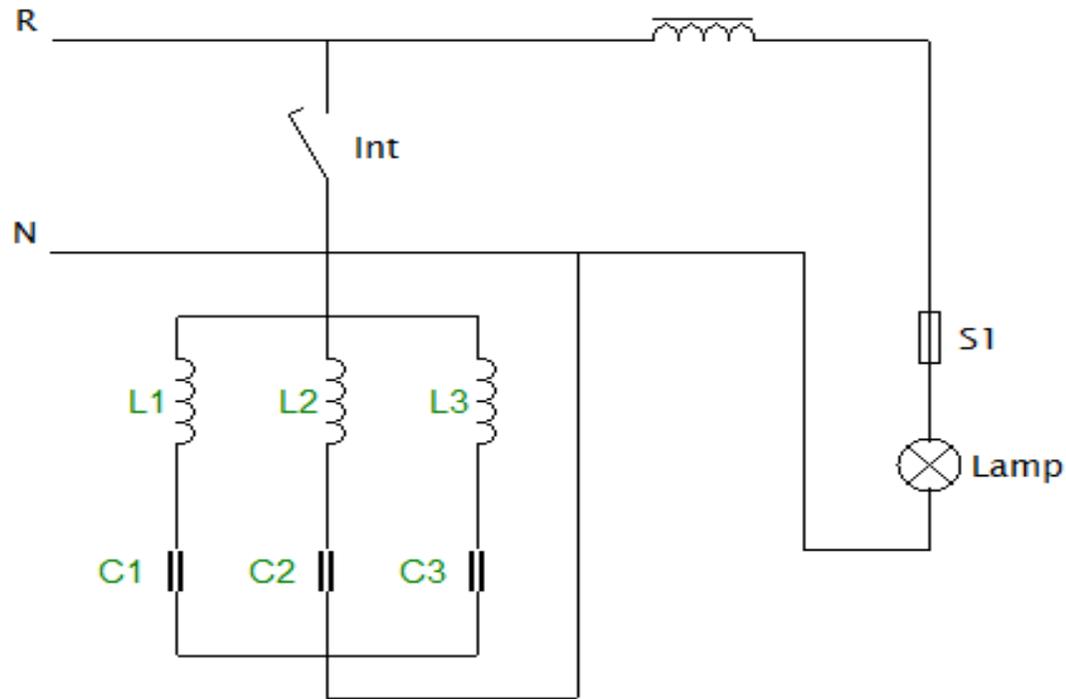
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	1.07	μH
L2	0.283	μH
L3	0.054	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 1	9.1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



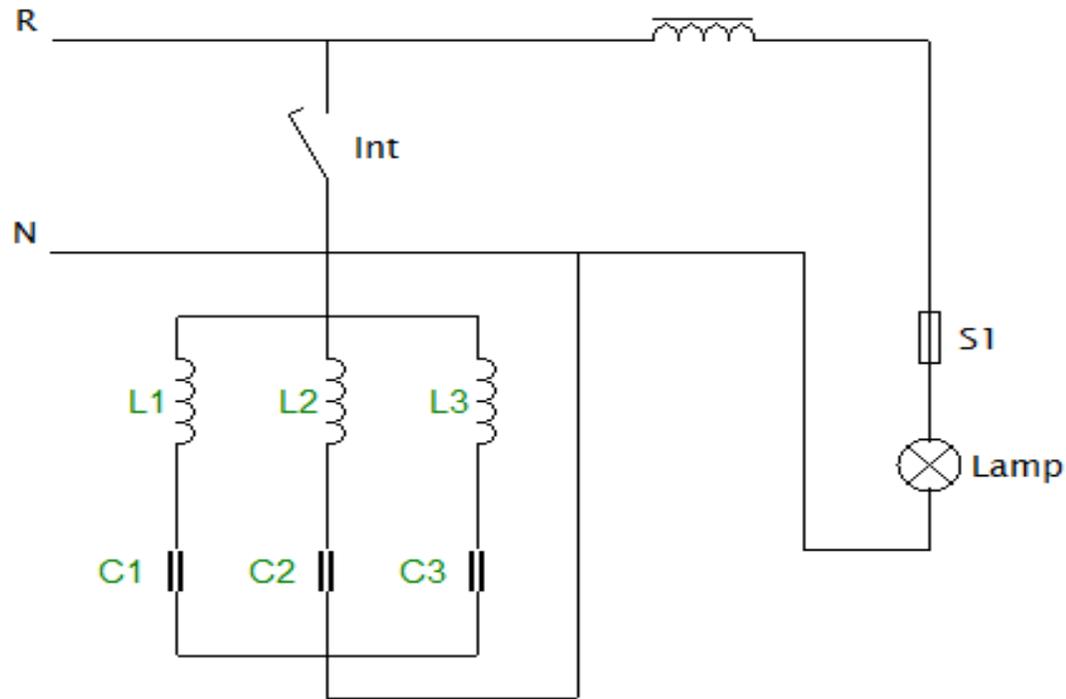
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	1	μH
L2	0.264	μH
L3	0.051	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 2	9.2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



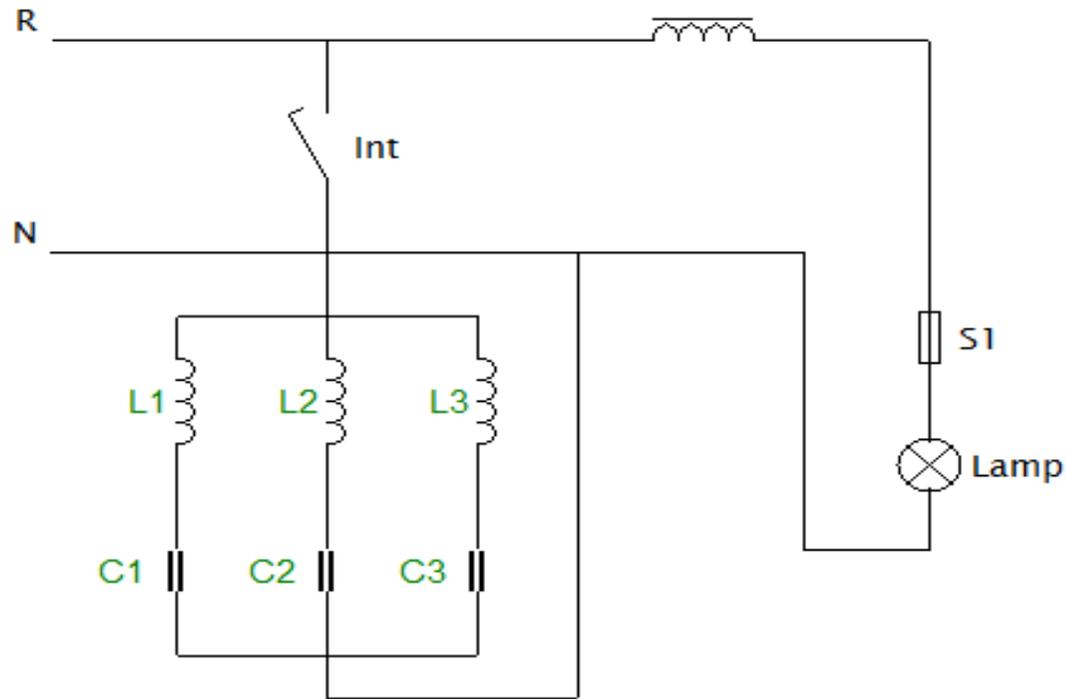
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.939	μH
L2	0.24	μH
L3	0.046	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 3	9.3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



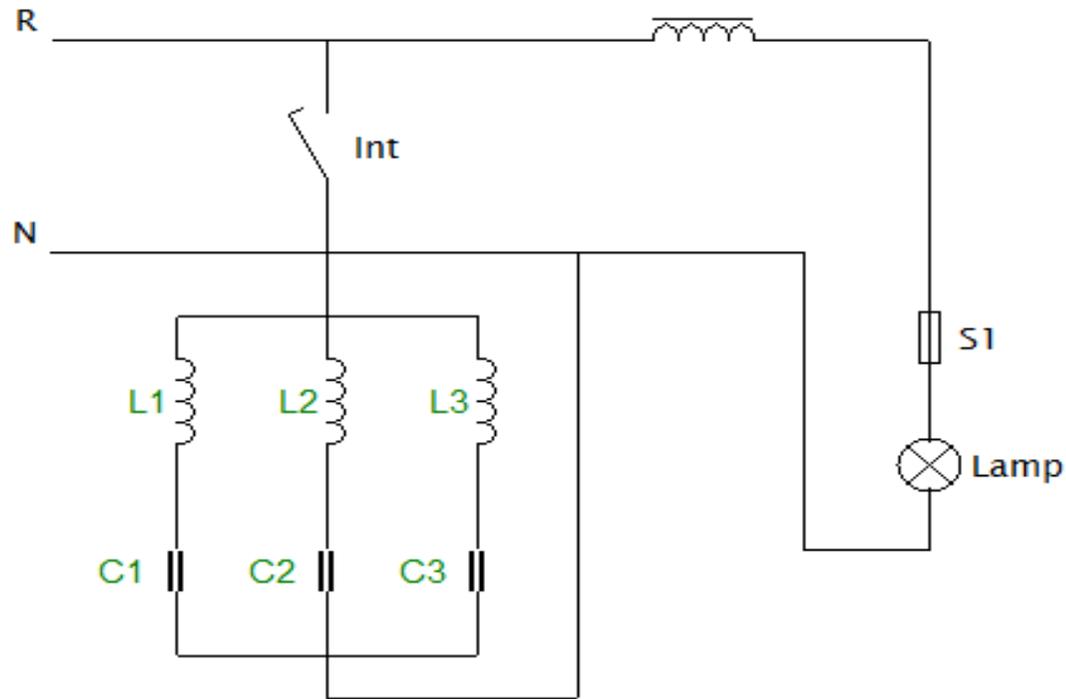
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.8	μF
L1	0.873	μH
L2	0.23	μH
L3	0.043	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 4	9.4
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



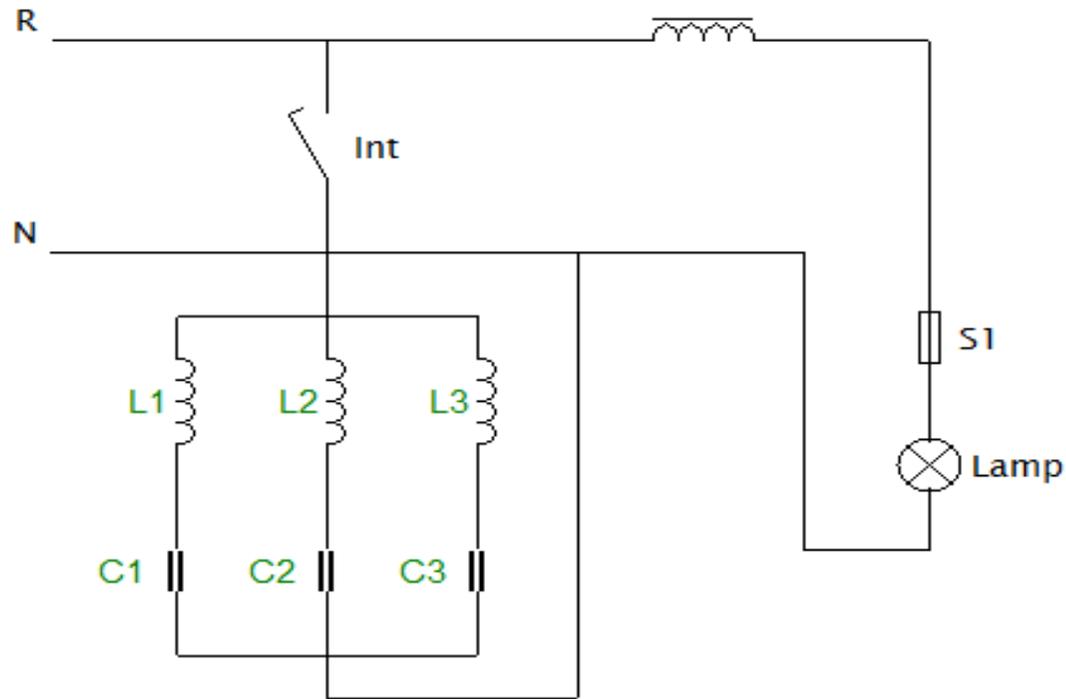
Lámpara 1		
C1	1.702	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.655	μH
L2	0.169	μH
L3	0.033	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 5	9.5
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



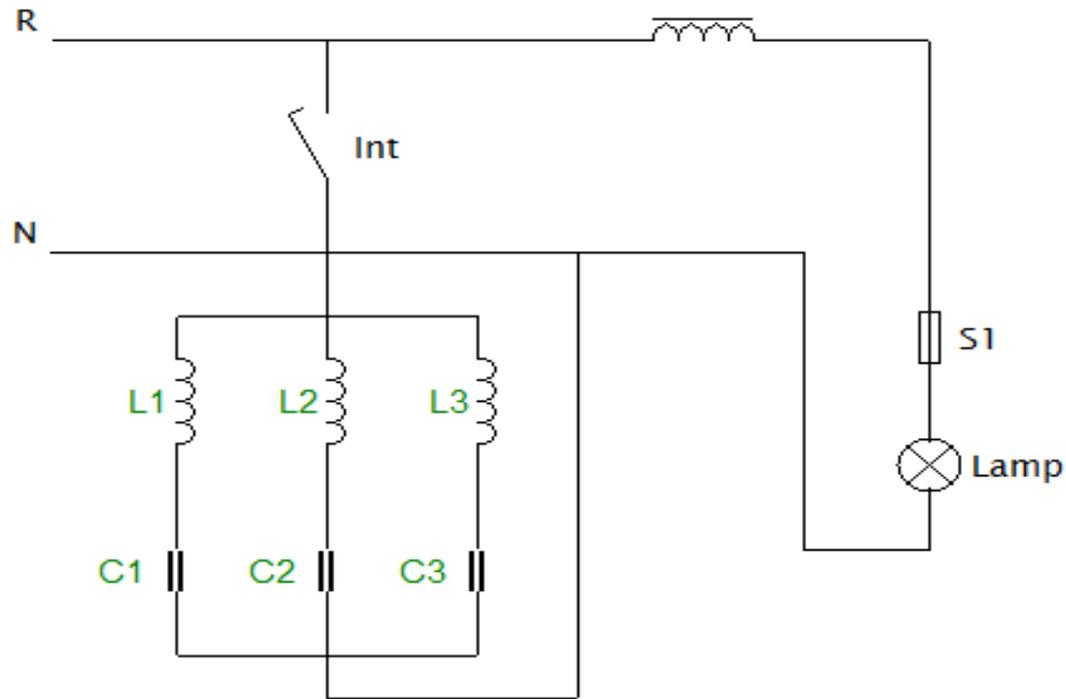
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.136	μH
L2	0.036	μH
L3	0.007	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 6	9.6
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



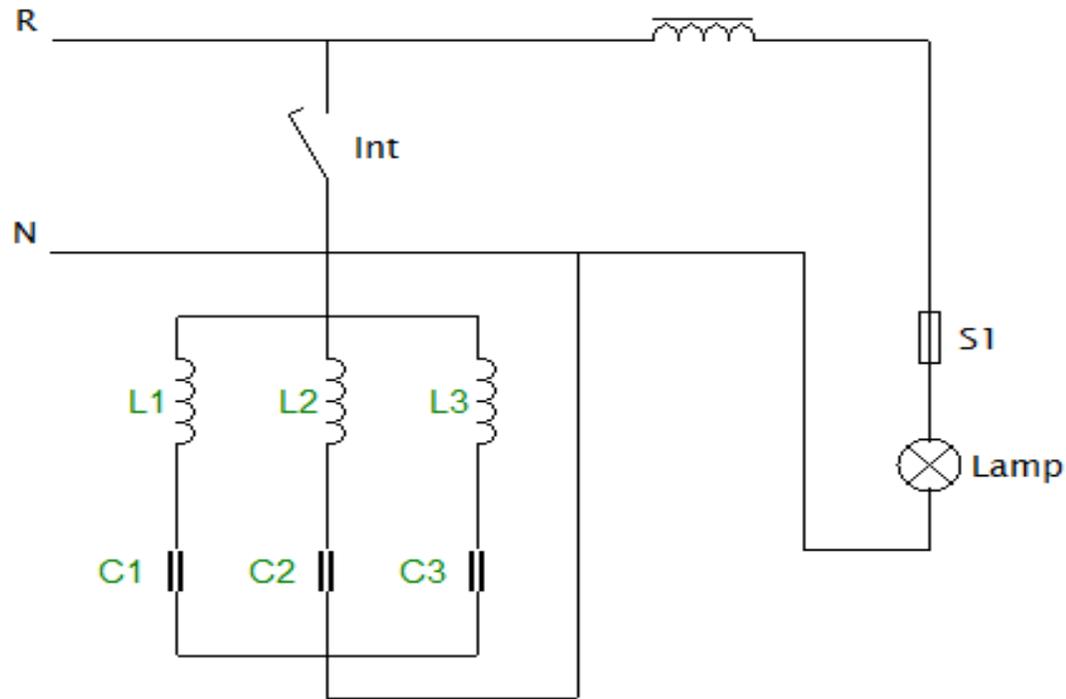
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.068	μH
L2	0.017	μH
L3	0.0034	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 7	9.7
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



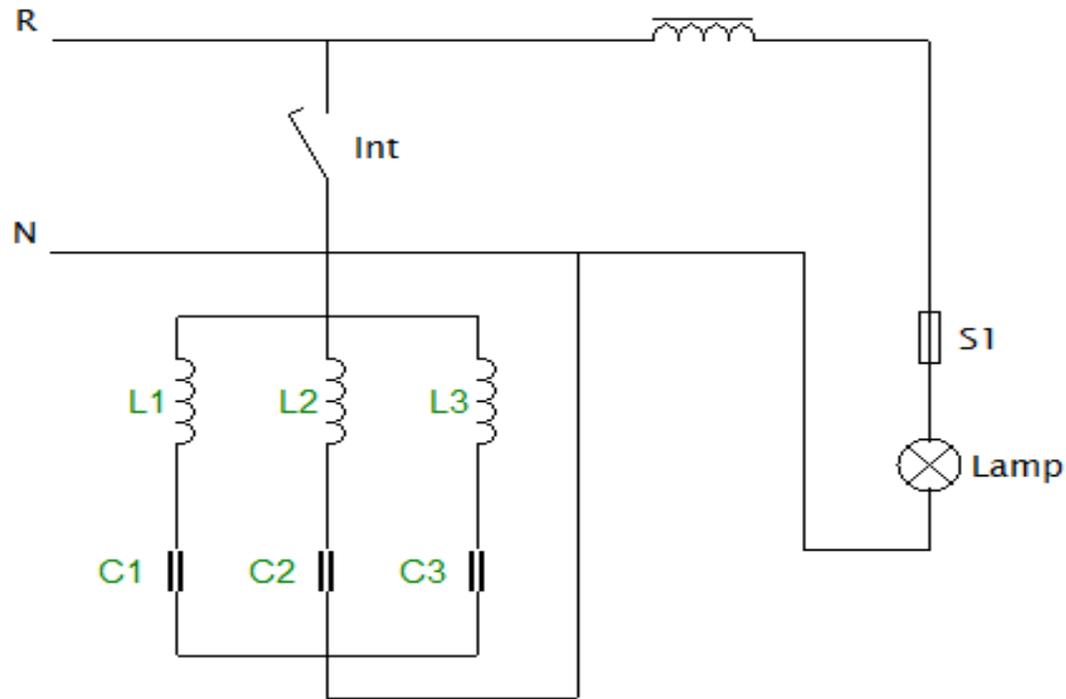
Lámpara 1		
C1	1.703	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.86	μH
L2	0.22	μH
L3	0.043	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 8	9.8
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



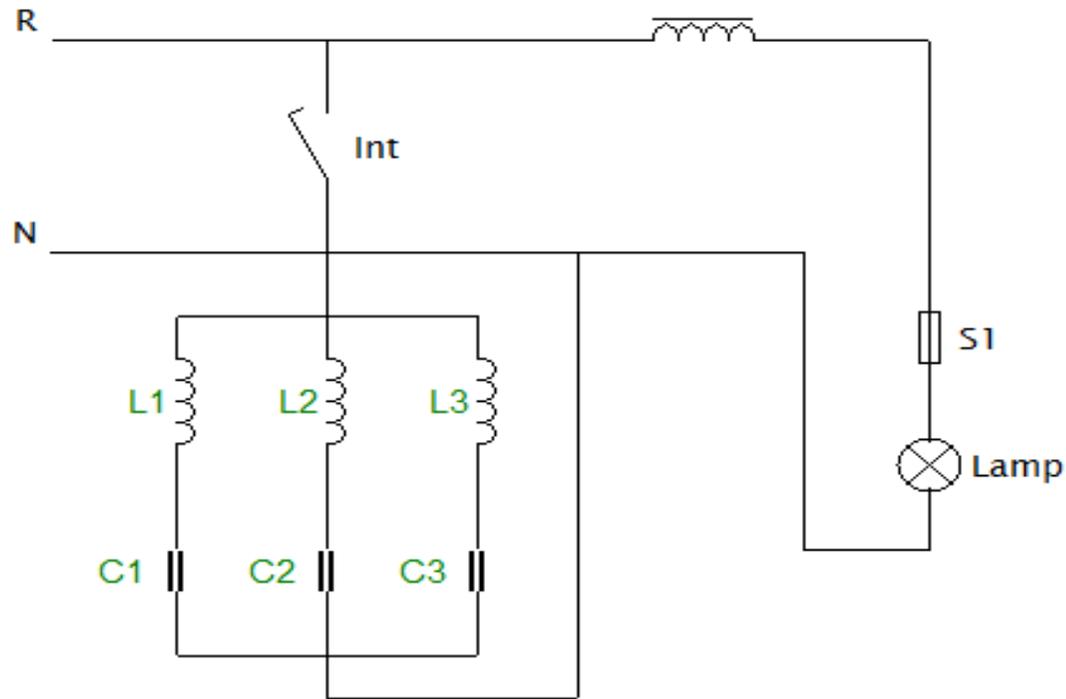
Lámpara 1		
C1	1.703	μF
C2	1.1	μF
C3	0.0804	μF
L1	0.787	μH
L2	0.205	μH
L3	0.038	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 9	9.9
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



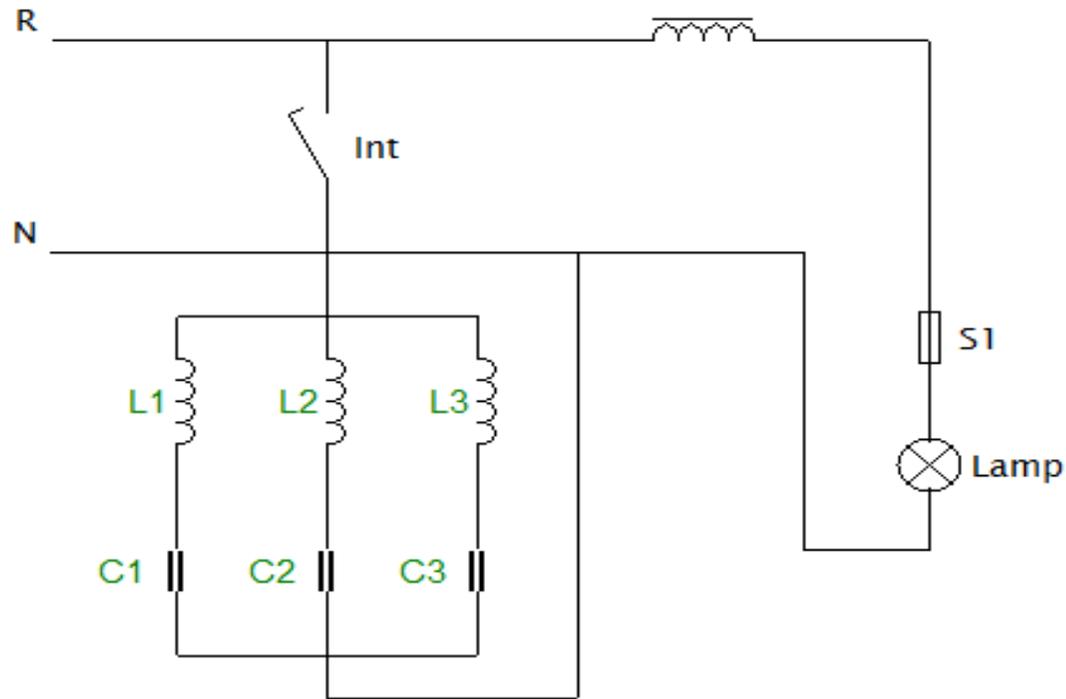
Lámpara 1		
C1	1.703	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.721	μH
L2	0.187	μH
L3	0.037	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 10	9.10
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



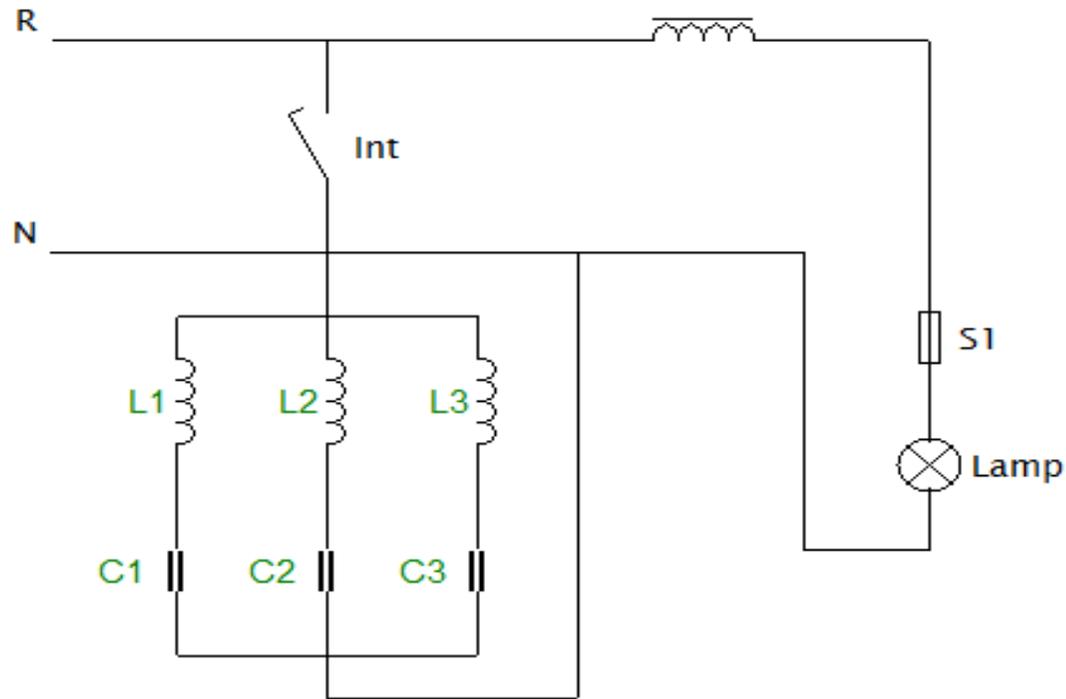
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.204	μH
L2	0.054	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 11	9.11
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



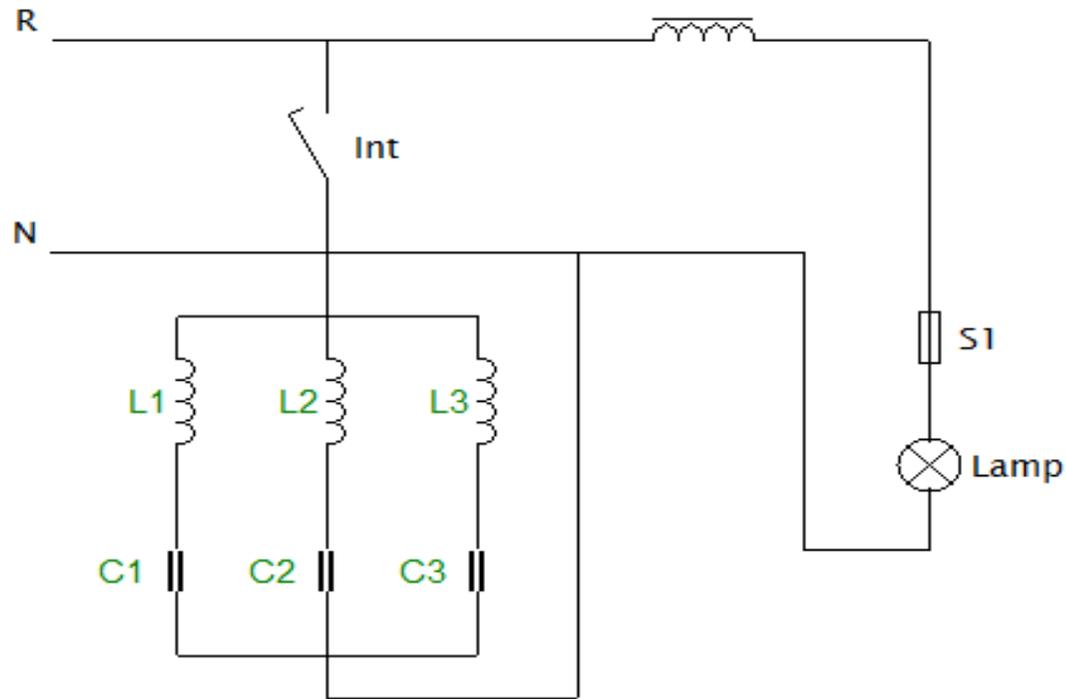
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.136	μH
L2	0.036	μH
L3	0.007	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 12	9.12
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



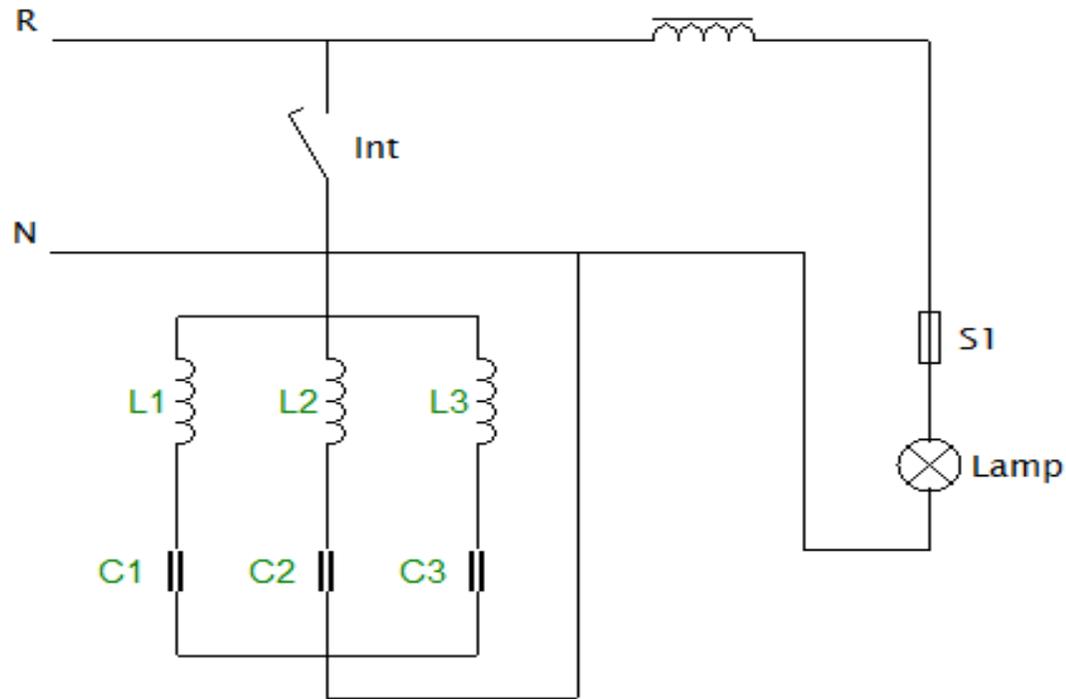
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.068	μH
L2	0.0172	μH
L3	0.0032	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 13	9.13
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



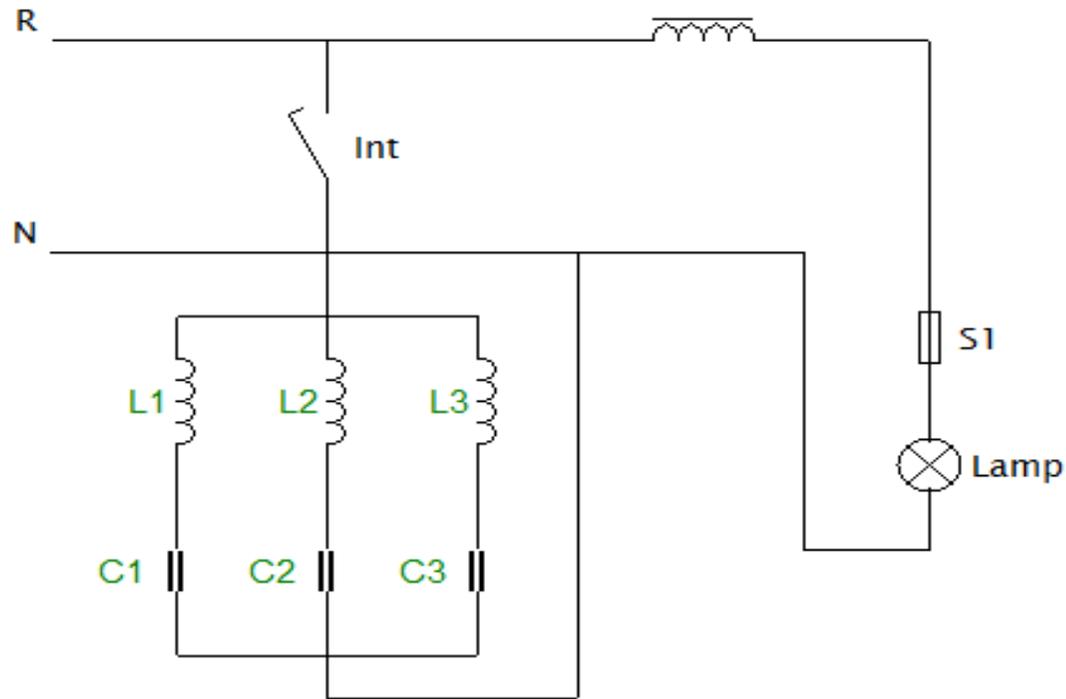
Lámpara 1		
C1	1.7	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	1	μH
L2	0.264	μH
L3	0.051	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 14	9.14
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



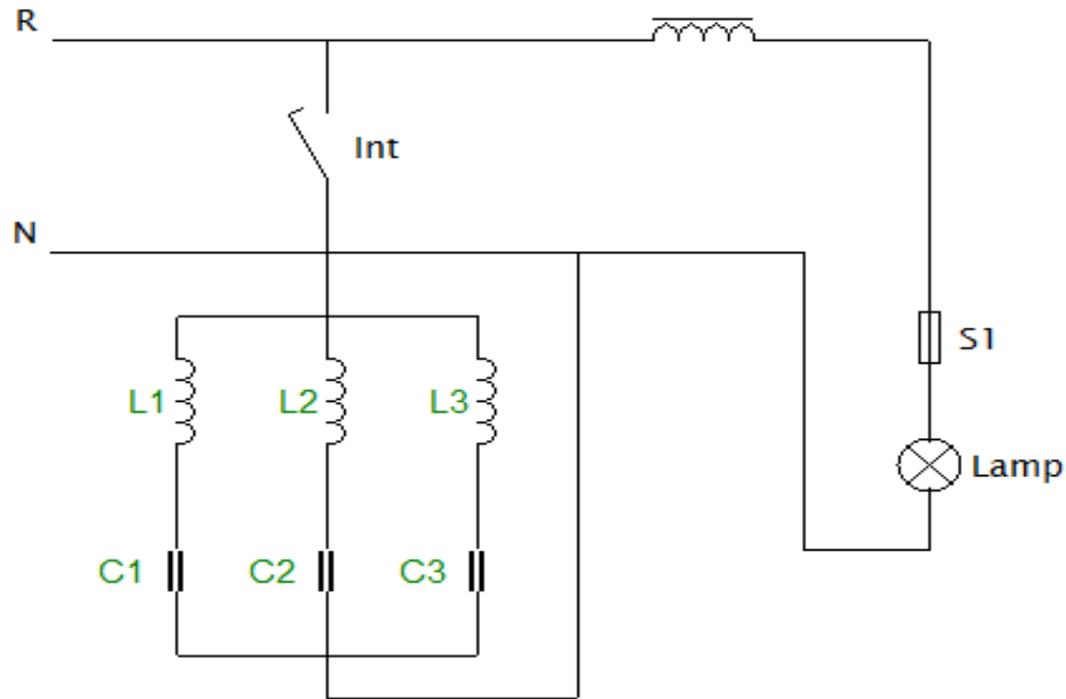
Lámpara 1		
C1	1.702	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.942	μH
L2	0.247	μH
L3	0.046	μH
S1	3	A
P1	125	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 15	9.15
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



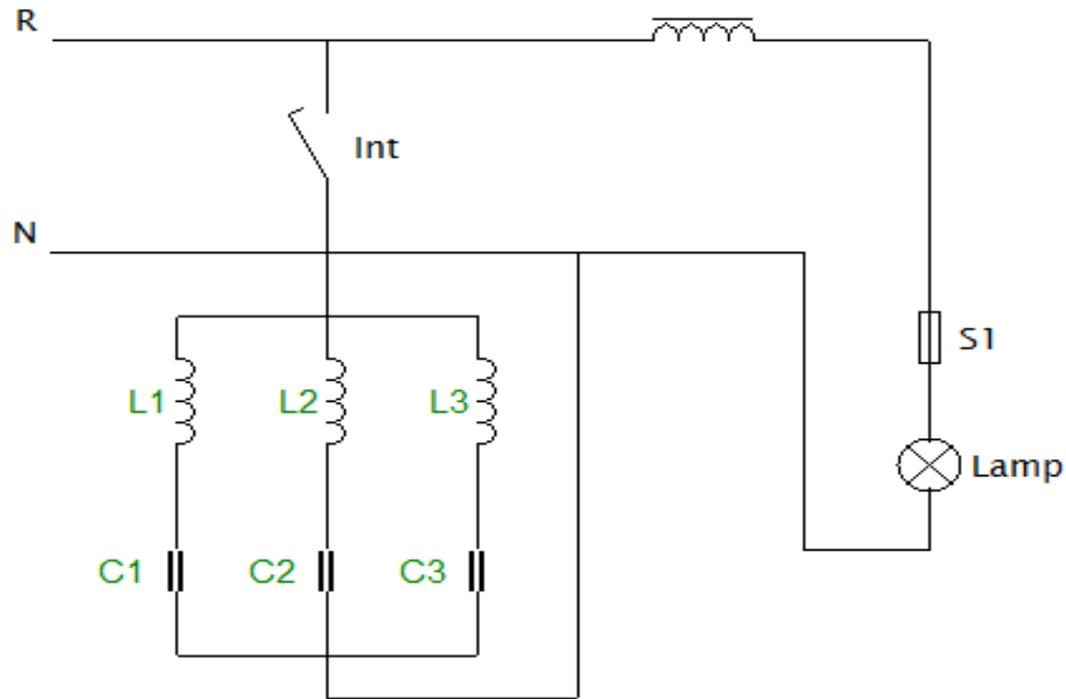
Lámpara 1		
C1	1.702	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.873	μH
L2	0.23	μH
L3	0.043	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 16	9.16
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



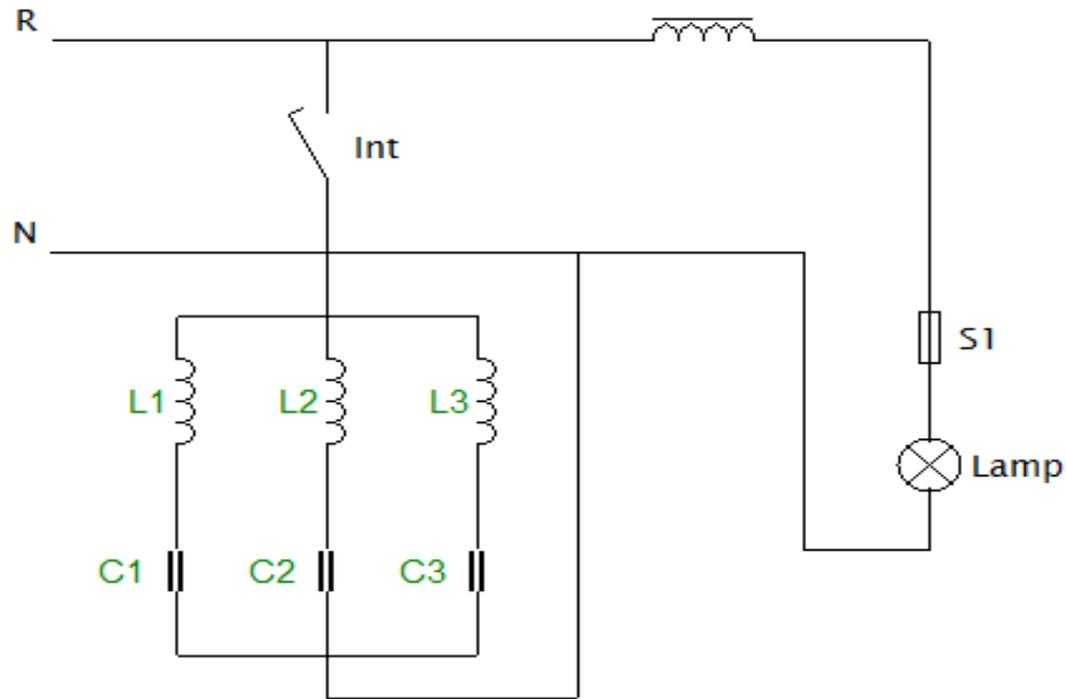
Lámpara 1		
C1	1.703	μF
C2	1.1	μF
C3	0.804	μF
L1	0.655	μH
L2	0.172	μH
L3	0.033	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 17	9.17
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



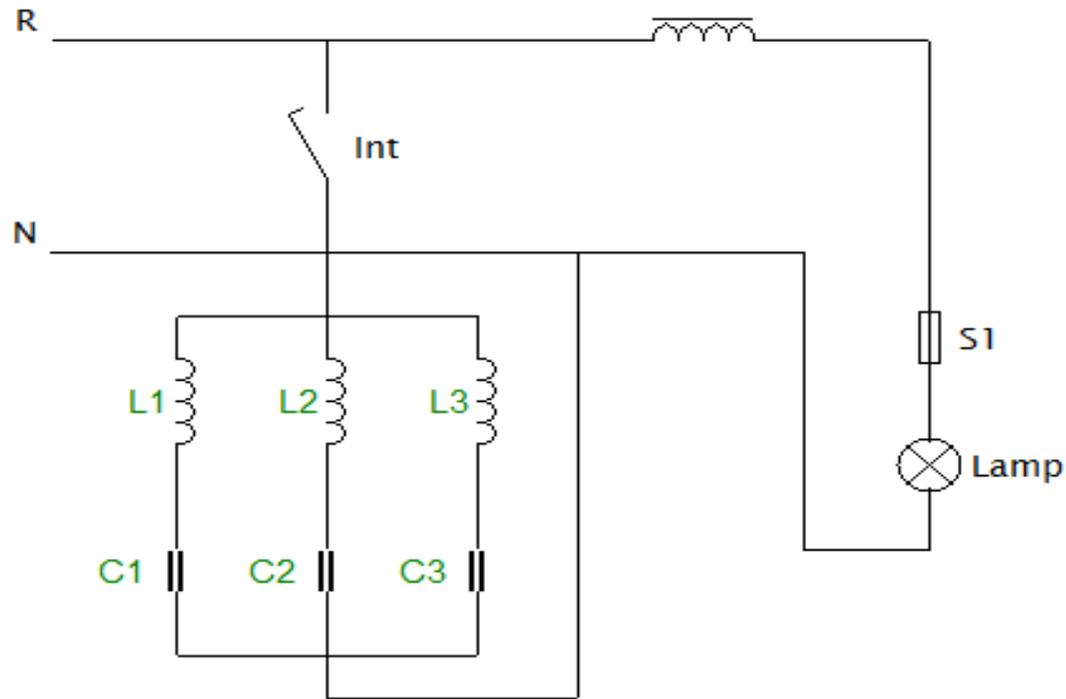
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.136	μH
L2	0.036	μH
L3	0.007	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 18	9.18
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



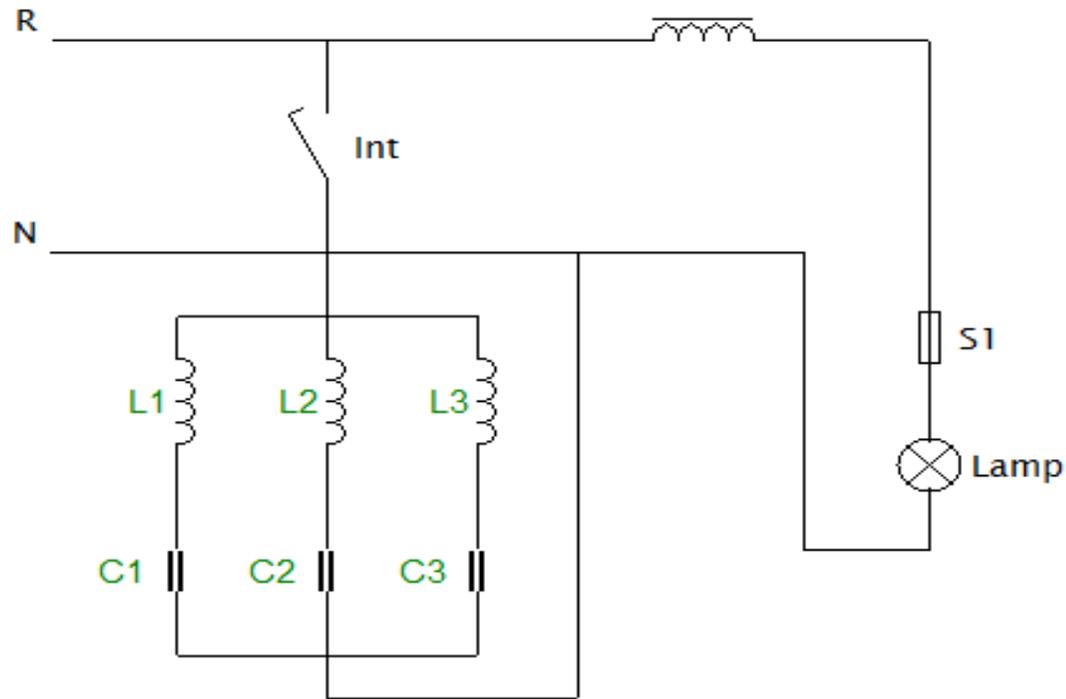
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.068	μH
L2	0.0172	μH
L3	0.0032	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 19	9.19
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



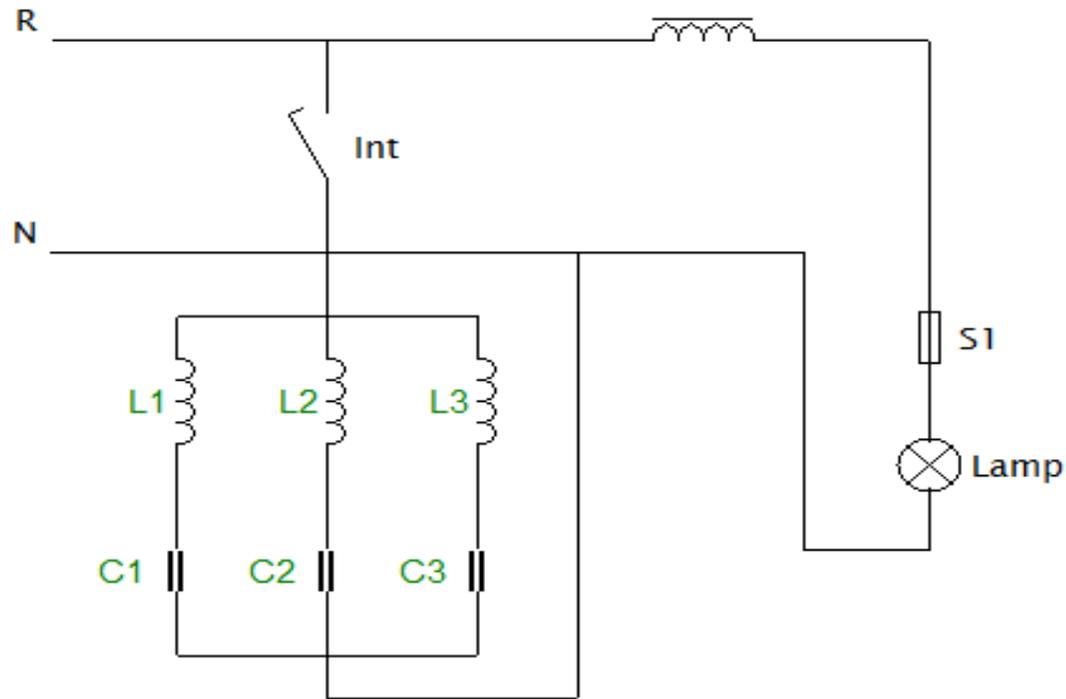
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.469	μH
L2	0.122	μH
L3	0.0233	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 1	10.1
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



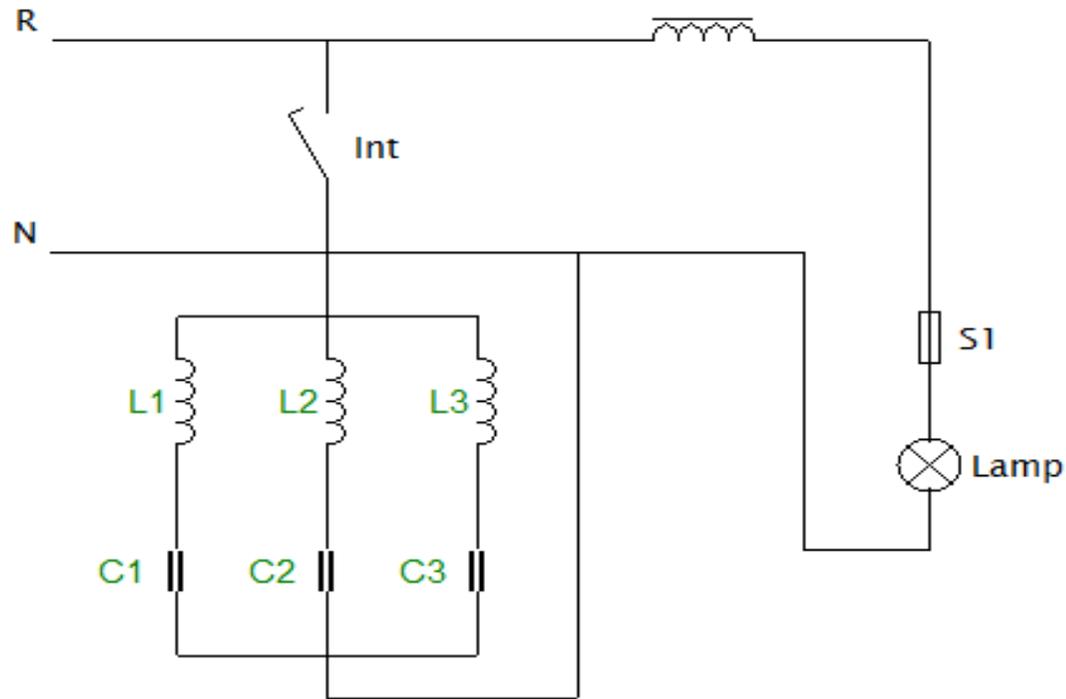
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.4	μH
L2	0.105	μH
L3	0.02	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 2	10.2
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



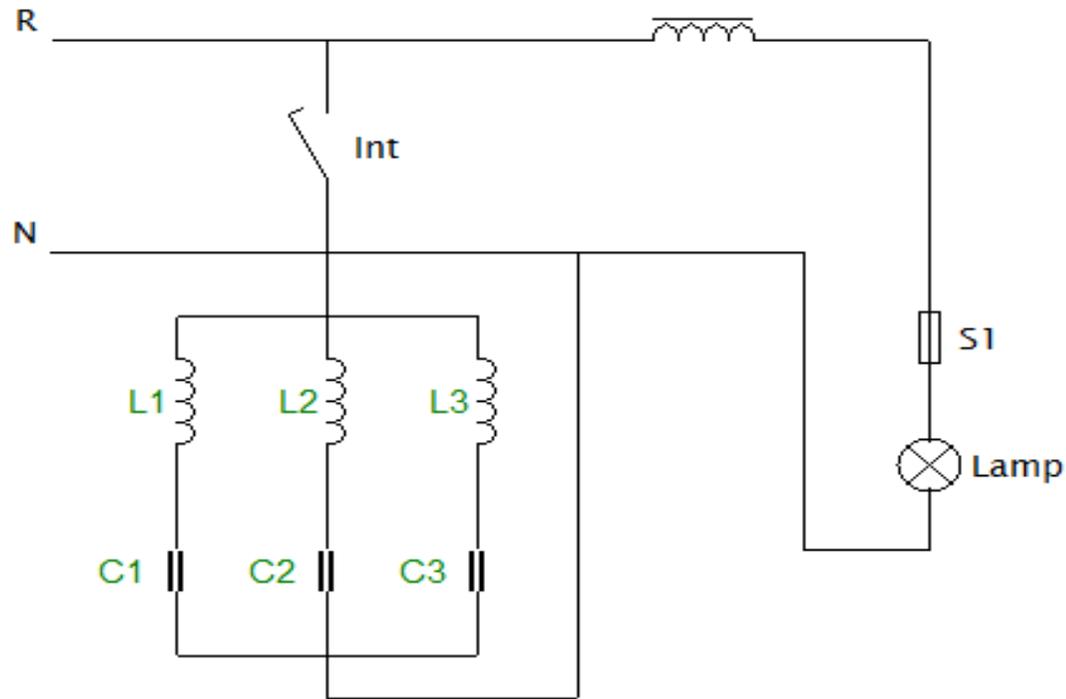
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.332	μH
L2	0.0873	μH
L3	0.016	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 3	10.3
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



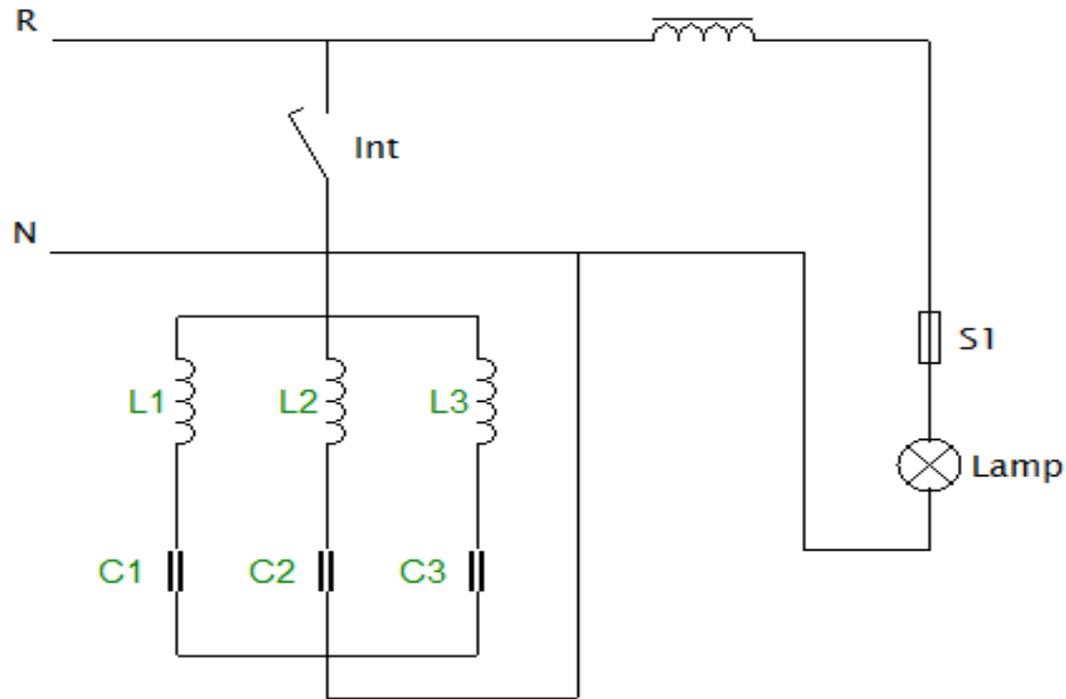
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.264	μH
L2	0.068	μH
L3	0.012	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 4	10.4
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



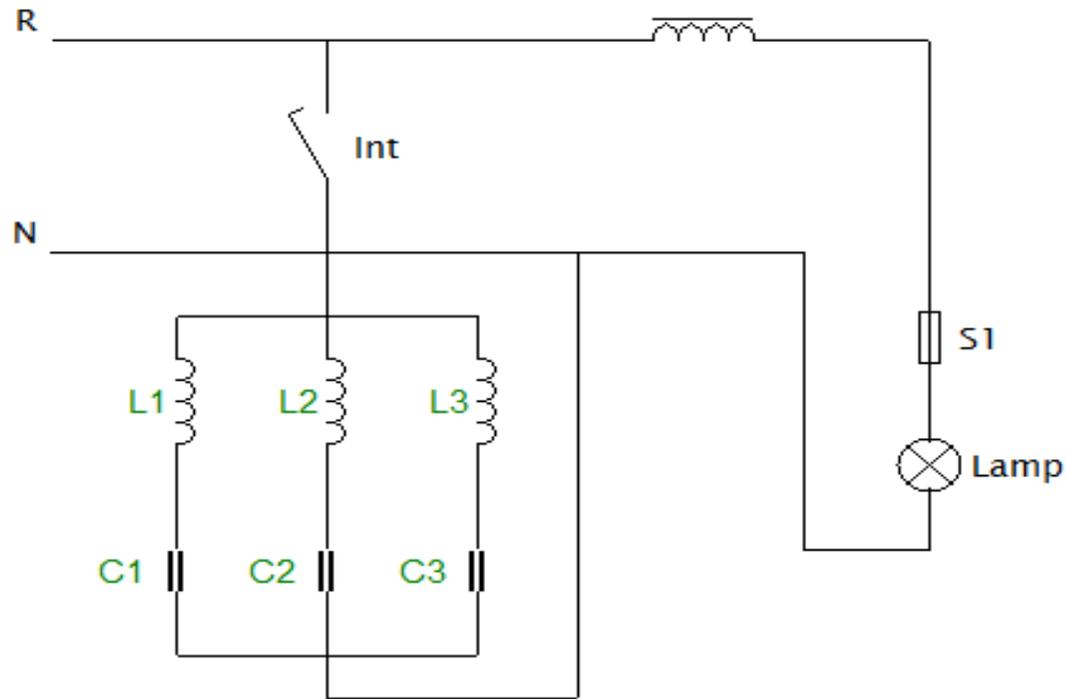
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.194	μH
L2	0.05	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 5	10.5
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



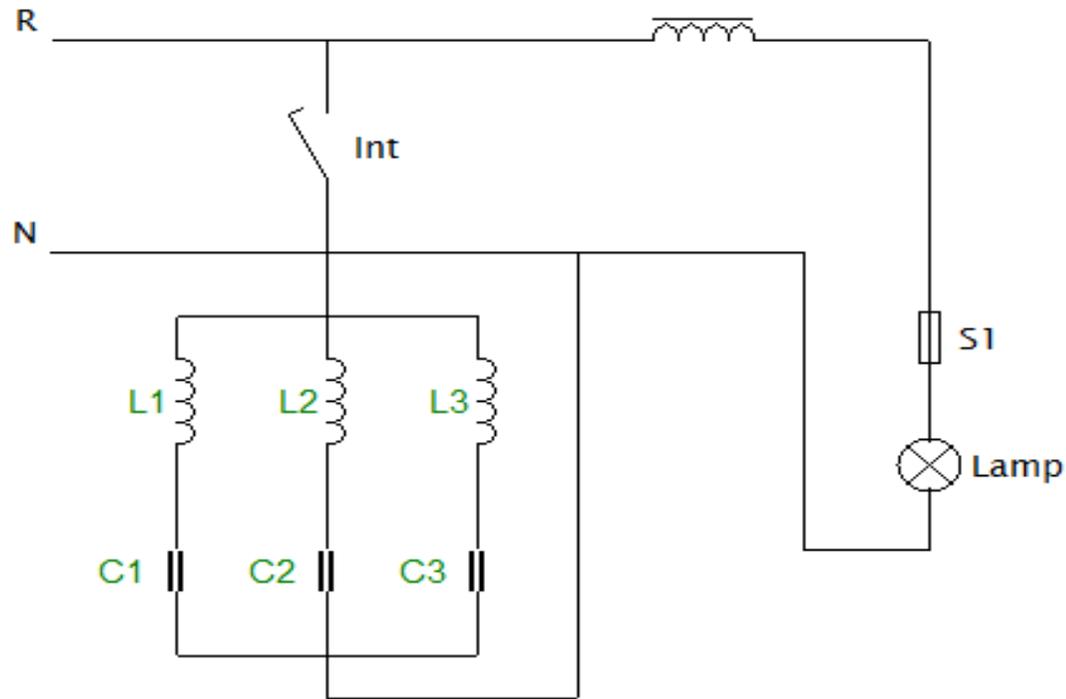
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.201	μH
L2	0.053	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 6	10.6
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



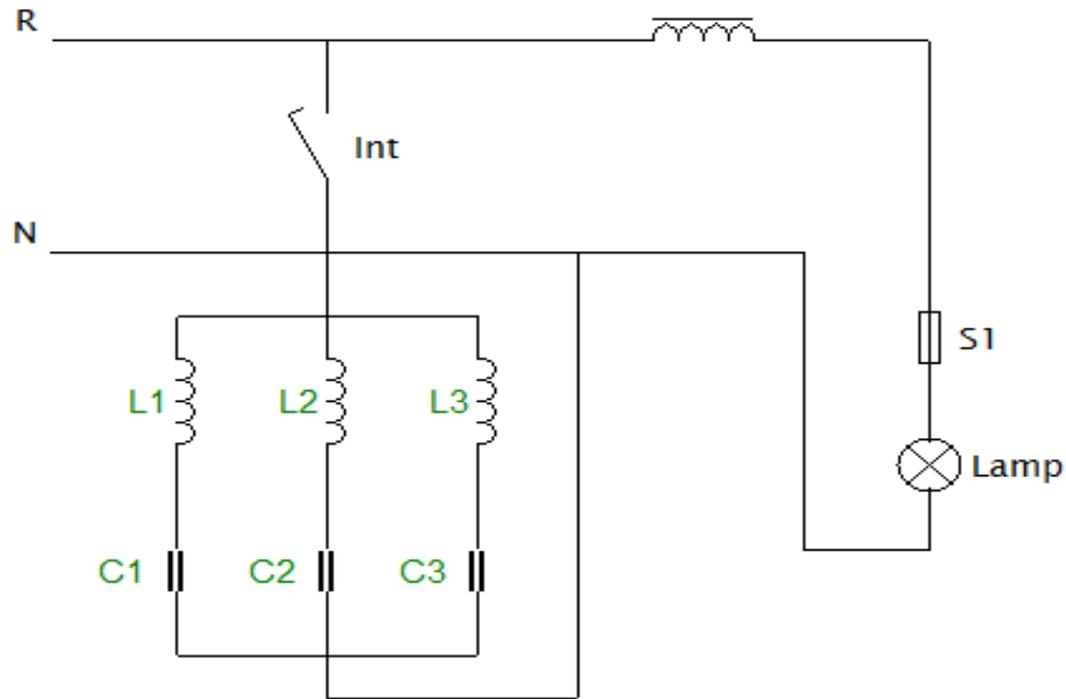
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.135	μH
L2	0.035	μH
L3	0.0064	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 7	10.7
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



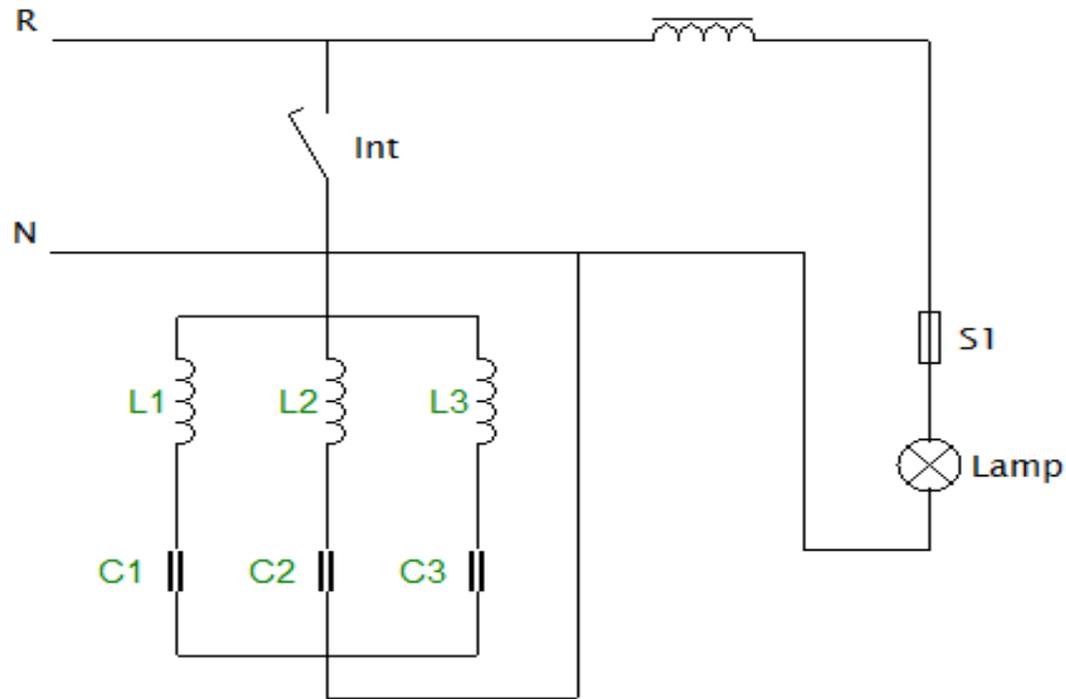
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.066	μH
L2	0.016	μH
L3	0.003	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 8	10.8
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



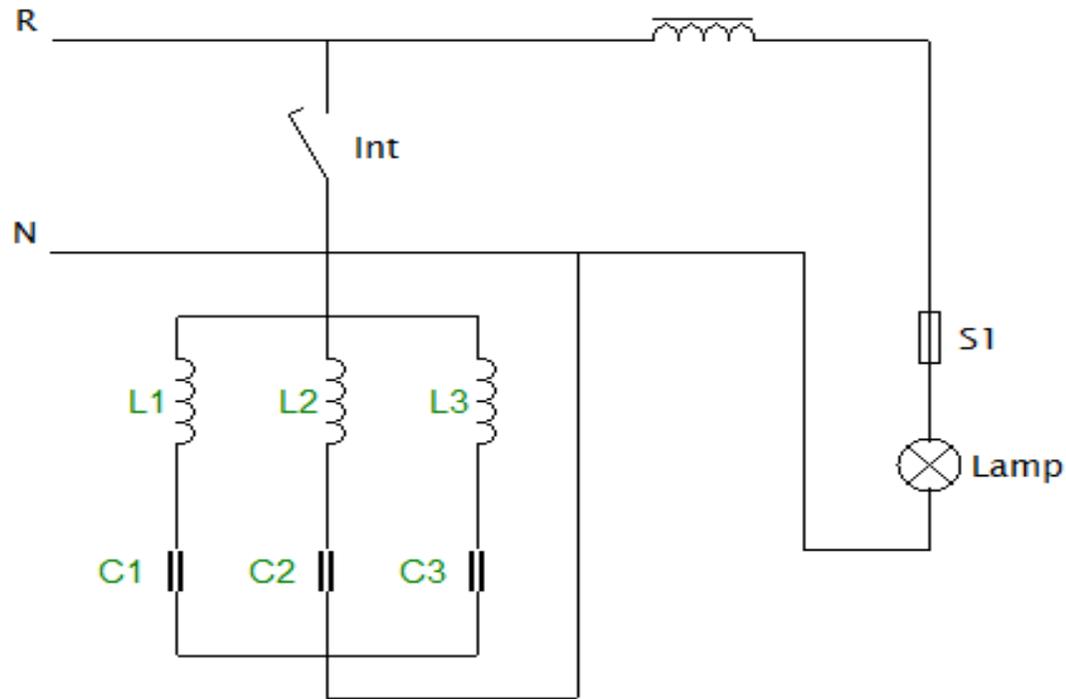
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.469	μH
L2	0.122	μH
L3	0.0233	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 9	10.9
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



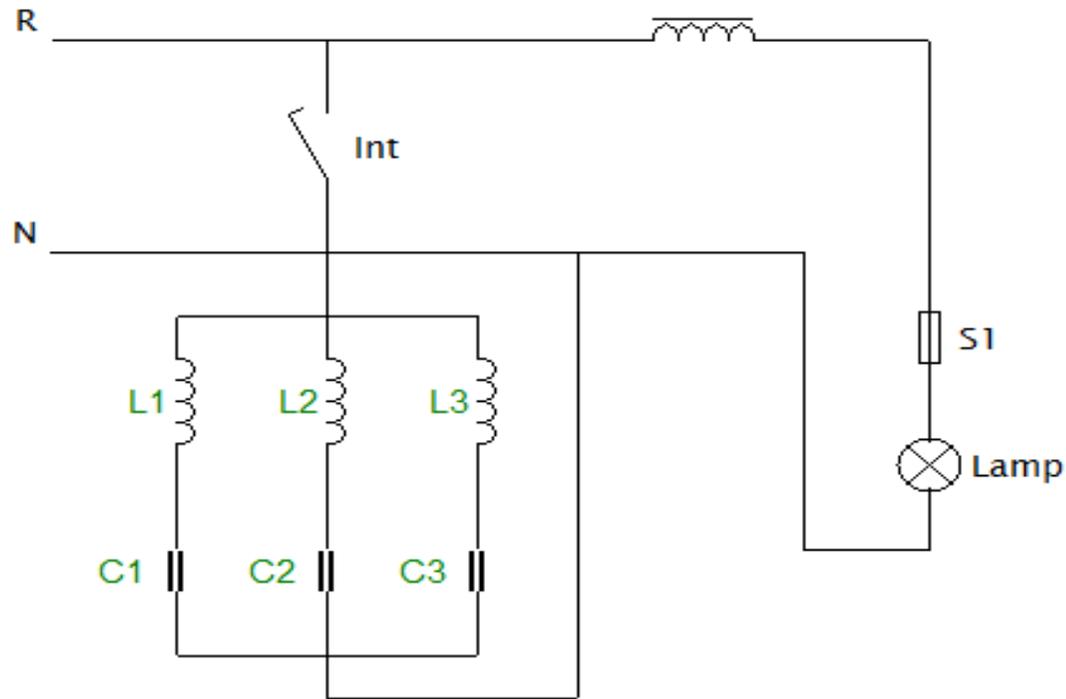
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.4	μH
L2	0.105	μH
L3	0.02	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 10	10.10
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



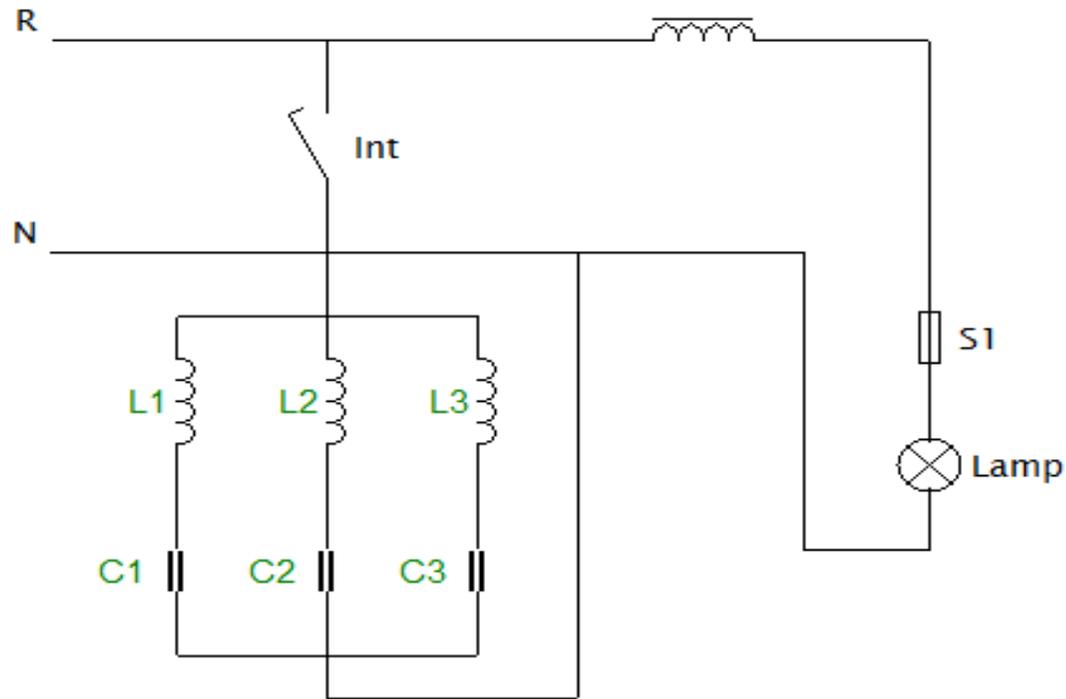
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.332	μH
L2	0.0873	μH
L3	0.016	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 11	10.11
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



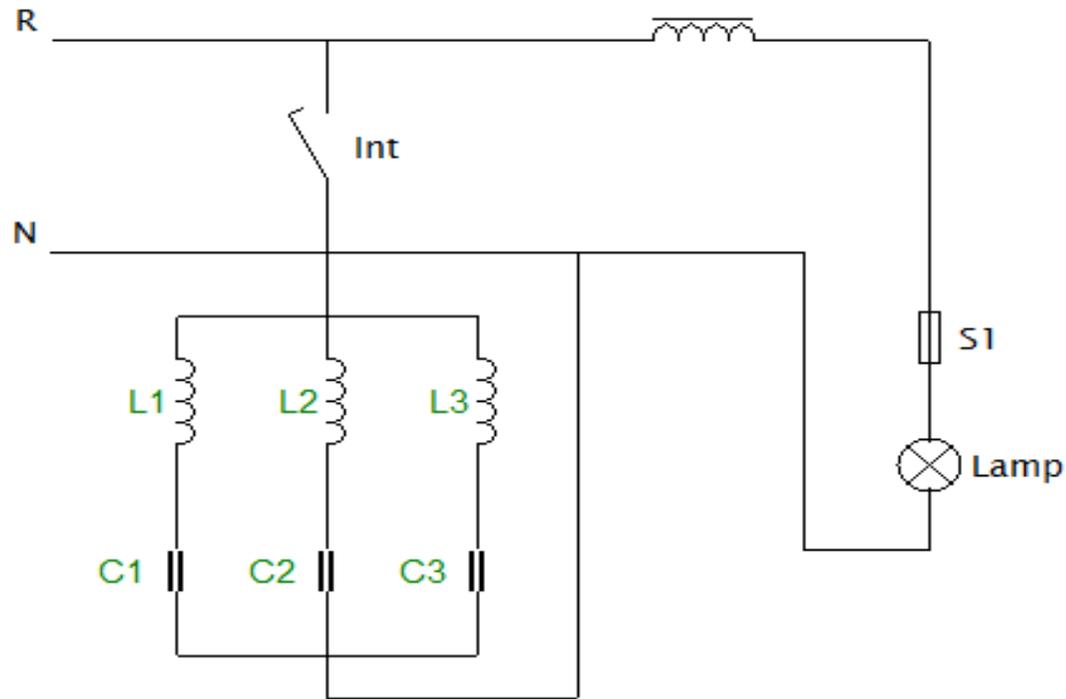
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.264	μH
L2	0.068	μH
L3	0.012	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 12	10.12
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



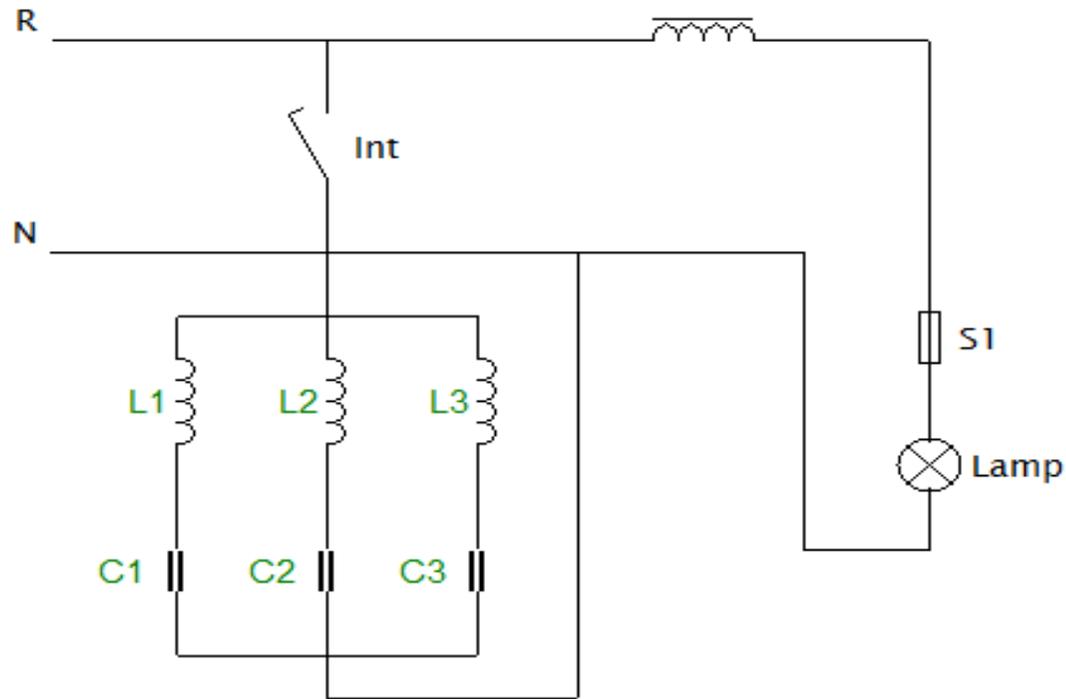
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.194	μH
L2	0.05	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 13	10.13
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



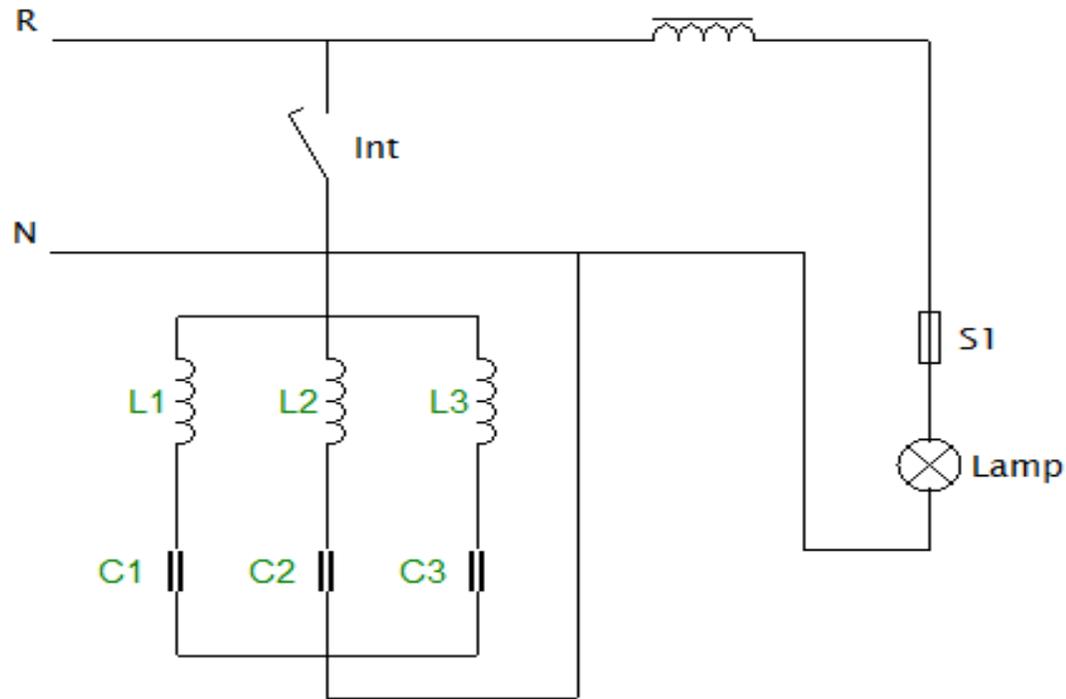
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.201	μH
L2	0.053	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 14	10.14
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



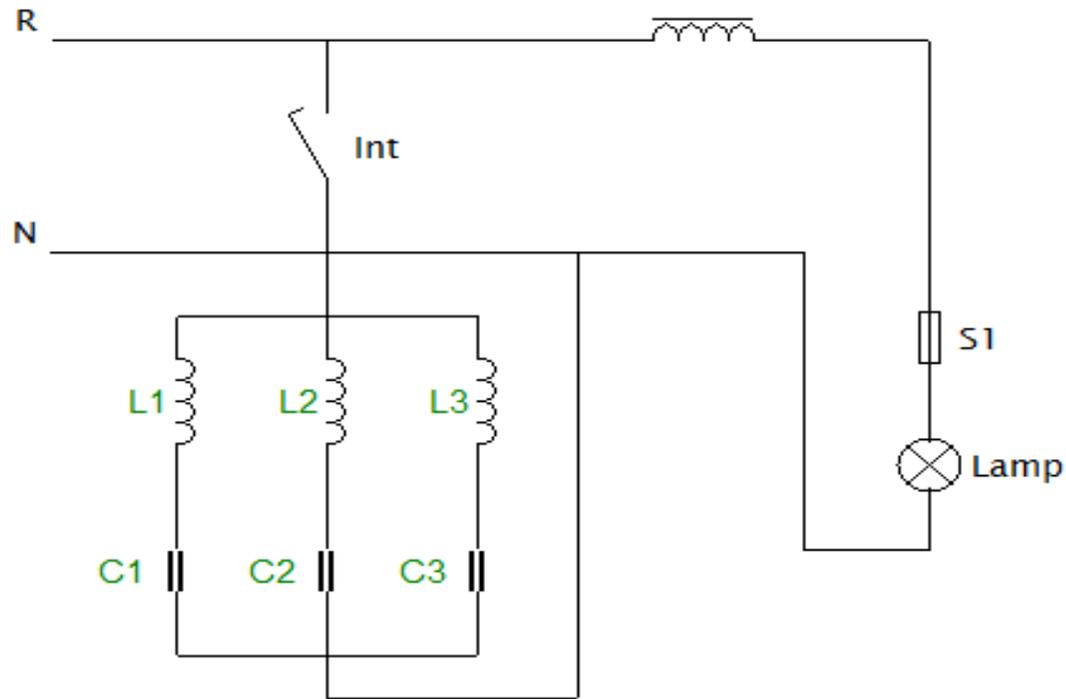
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.135	μH
L2	0.035	μH
L3	0.0064	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 15	10.15
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



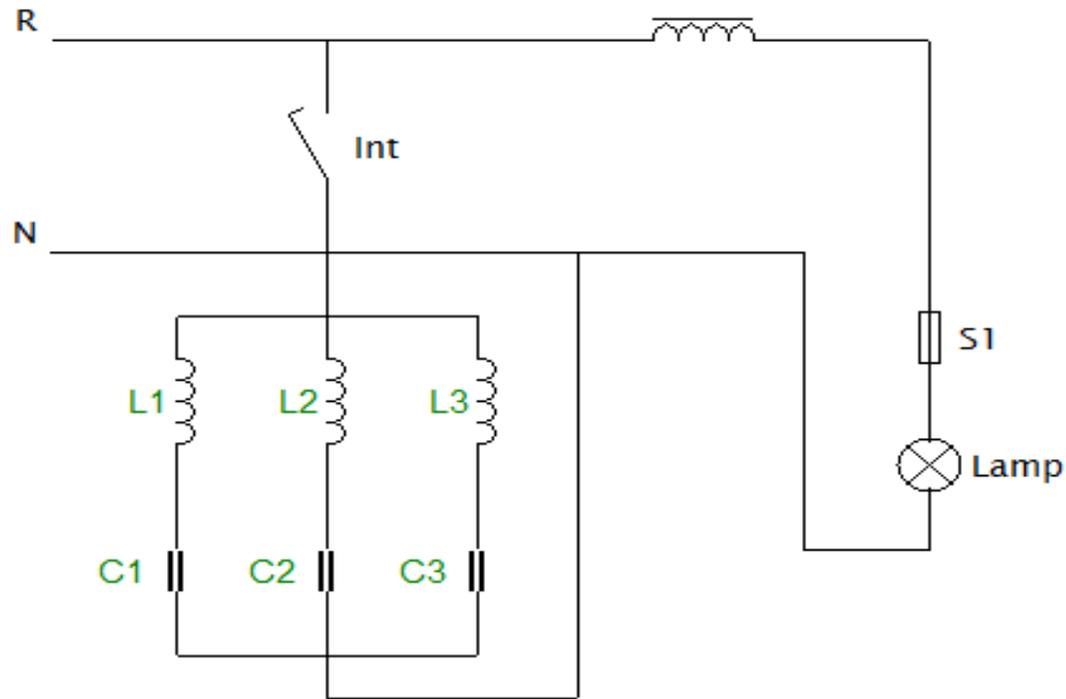
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.066	μH
L2	0.016	μH
L3	0.003	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 16	10.16
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



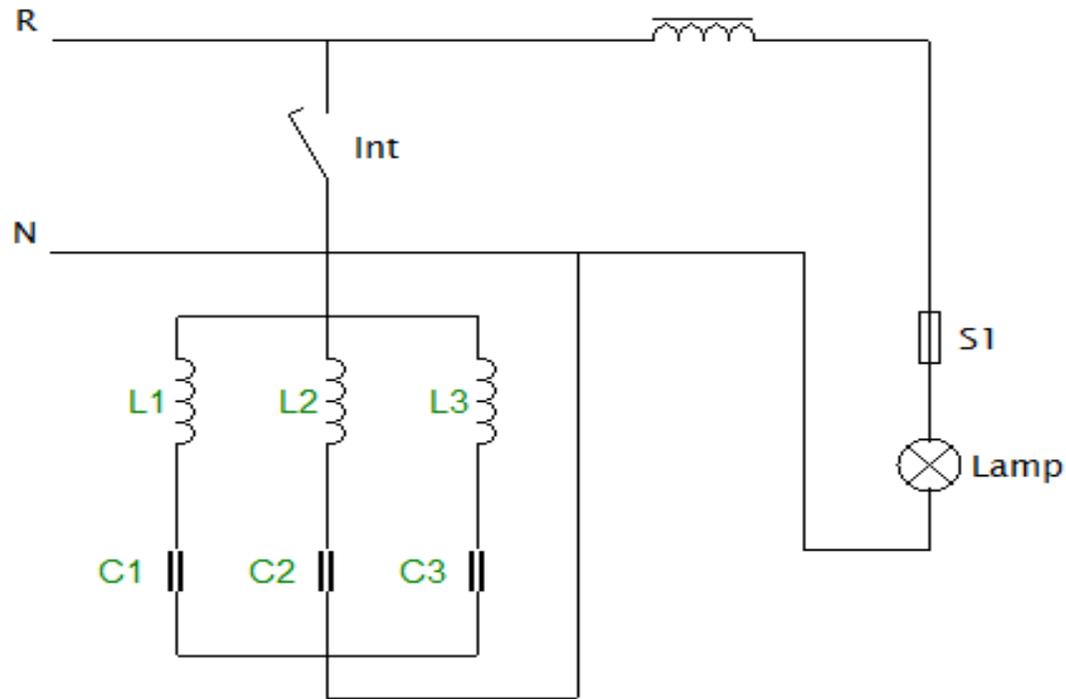
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.469	μH
L2	0.122	μH
L3	0.0233	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 17	10.17
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



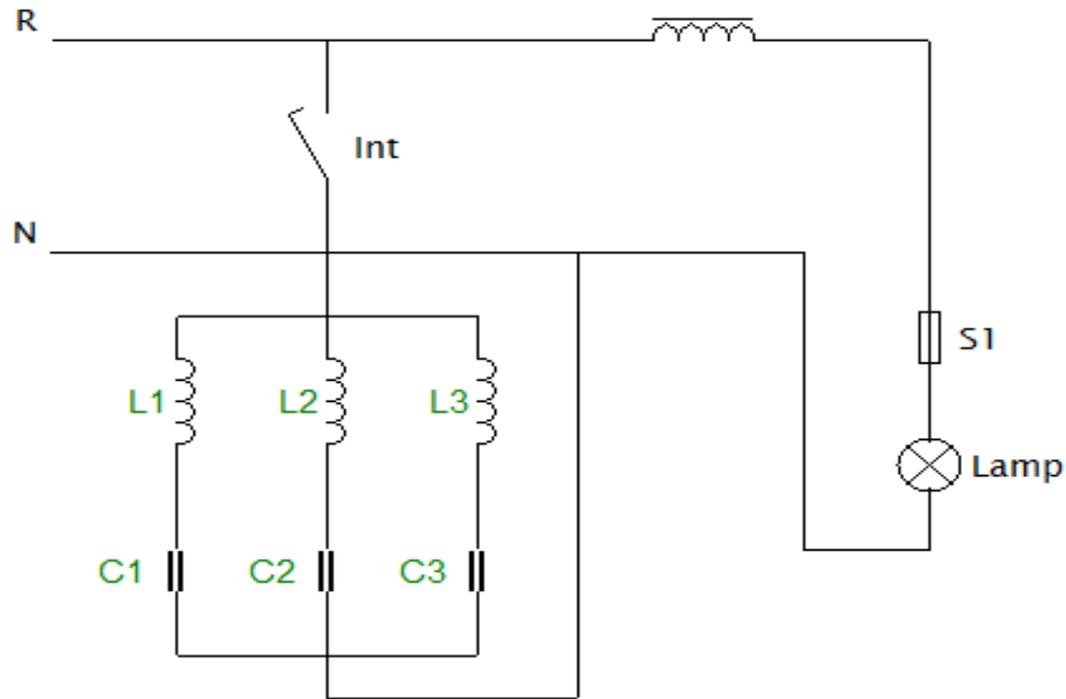
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.4	μH
L2	0.105	μH
L3	0.02	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 18	10.18
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



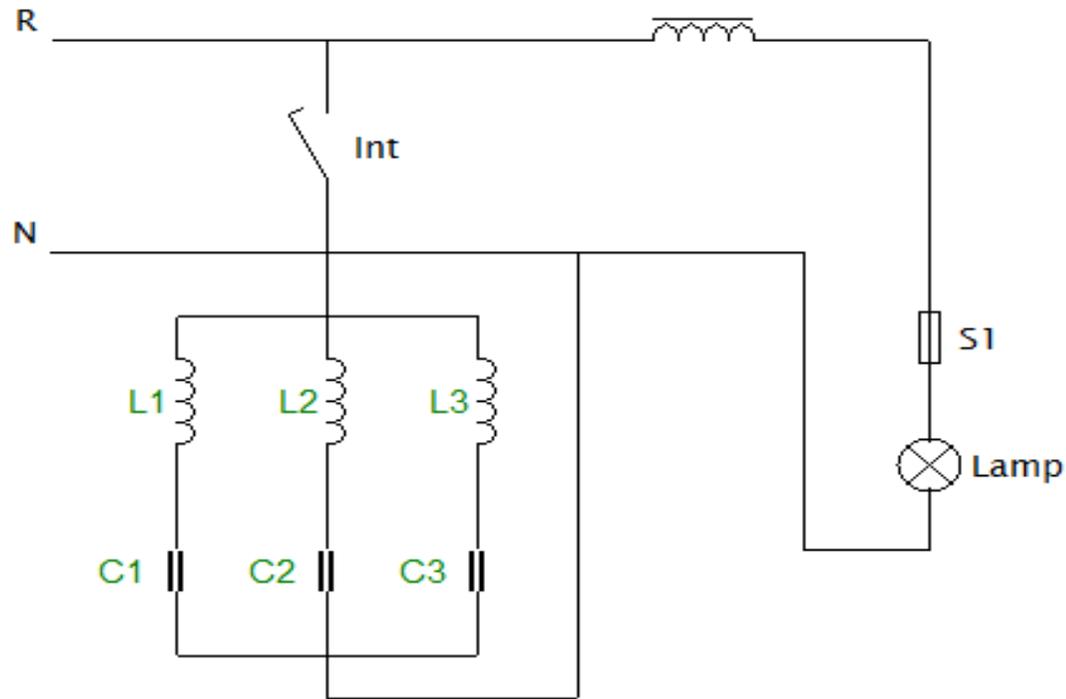
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.332	μH
L2	0.0873	μH
L3	0.016	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 19	10.19
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



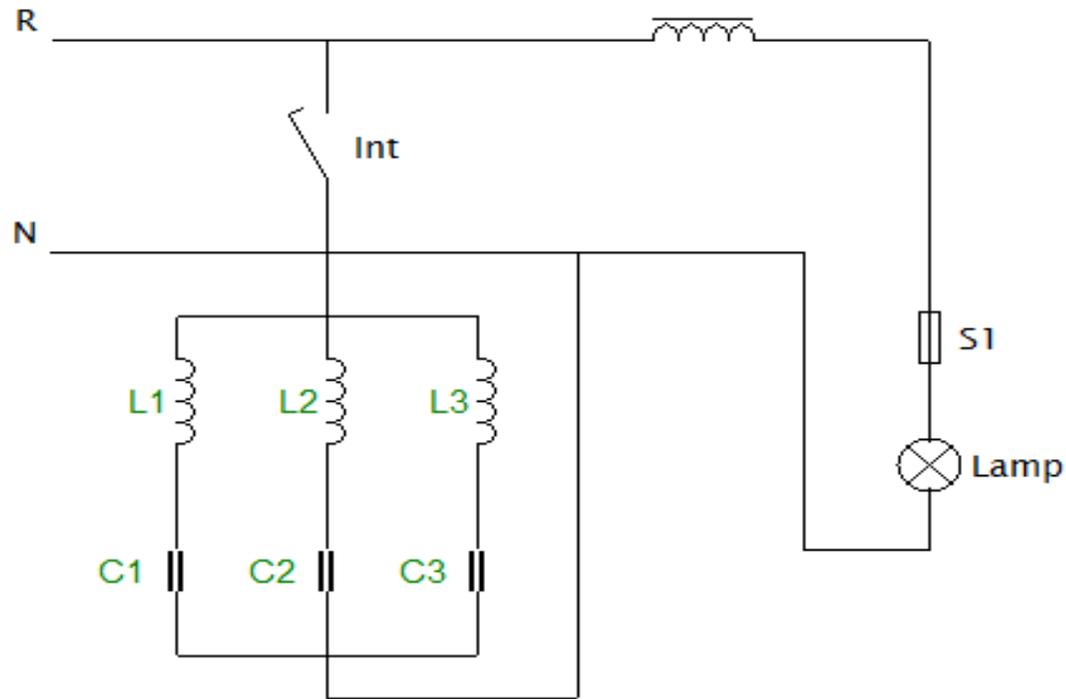
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.264	μH
L2	0.068	μH
L3	0.012	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 20	10.20
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



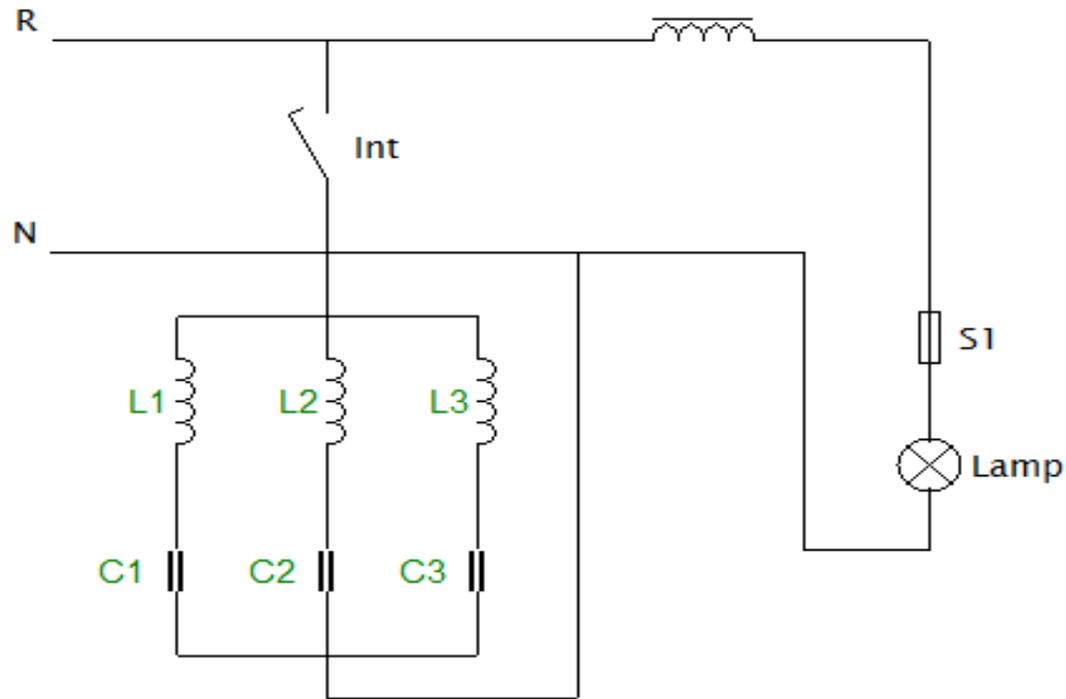
Lámpara 1		
C1	5.44	μF
C2	3.53	μF
C3	2.57	μF
L1	0.194	μH
L2	0.05	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	400	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 21	10.21
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



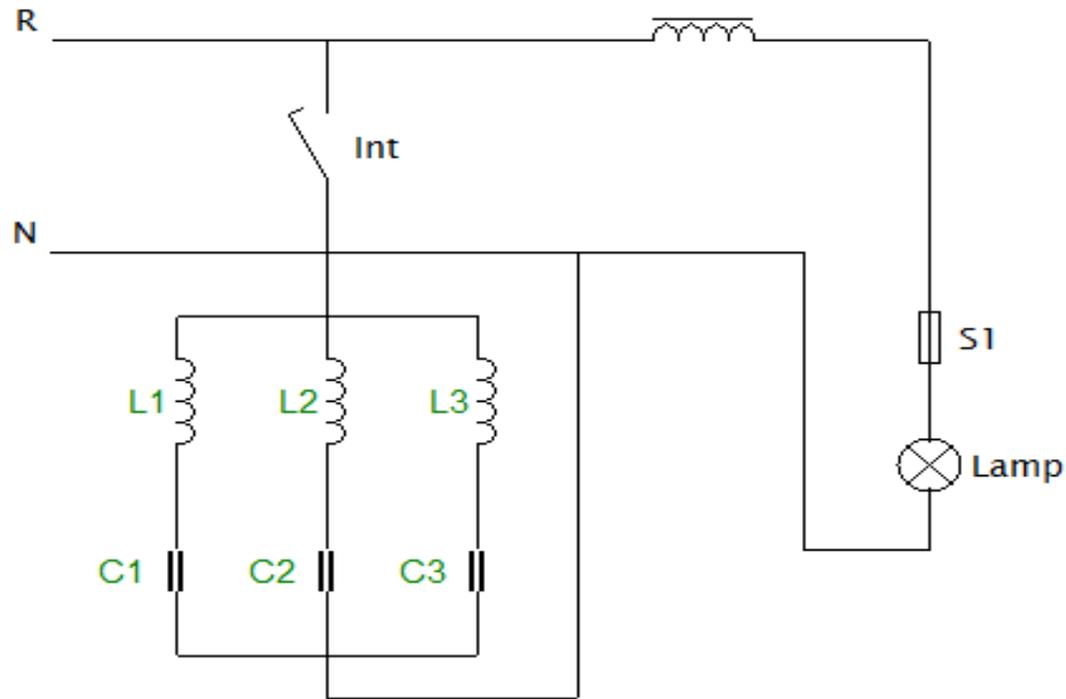
Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.201	μH
L2	0.053	μH
L3	0.01	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 22	10.22
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.135	μH
L2	0.035	μH
L3	0.0064	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 23	10.23
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		



Lámpara 1		
C1	3.4	μF
C2	2.2	μF
C3	1.6	μF
L1	0.066	μH
L2	0.016	μH
L3	0.003	μH
S1	3	A
P1	250	W

Proyecto: Mejora de la eficiencia de alumbrado público de la zona 7 de la UPV	Escala: S/N	Plano: Filtro lámpara 24	10.24
Autor: Christian Mo Jurado	Fecha: Julio 2016		