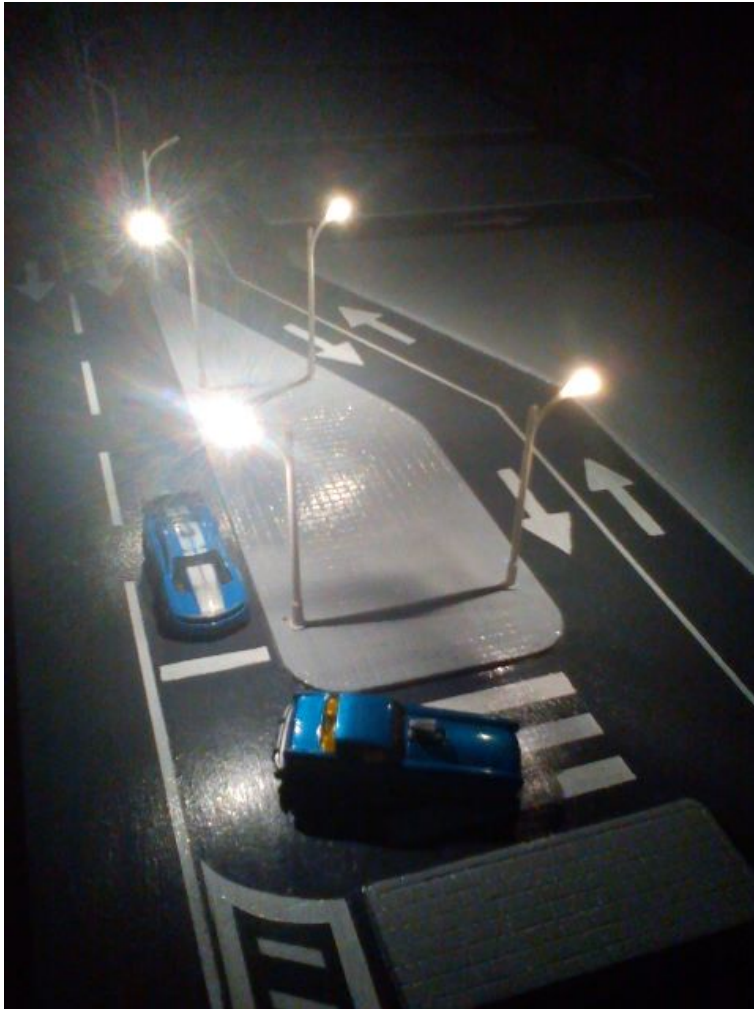




Toni Leanez  
[tleanez@gmail.com](mailto:tleanez@gmail.com)  
Barcelona, 11-10-12

## Tensión, Luces y Resistencias



Hace un par de semanas me llamó un ex compañero de trabajo lanzando un SOS (Save Our Soul).

Está construyendo una maqueta para coches con calles, plazas, semáforos, un aparcamiento etc., para que los críos (3, 5 y 39 años) puedan jugar en casa.

Para la iluminación de la maqueta, compró por muy pocos euros, vía internet y made in China, un motón de farolas.

Para no tener que andar con pilas, su reposición, etc., alimenta las farolas con un transformador que tenía por casa.

Su comentario: “Hacen un motón de luz, pero se funden en un “santiamén” y además se quema el plástico de arriba”.

¿Cuál es el problema? Me preguntó – La tensión del transformador no es la adecuada. Desmonta una farola,

saca la lámpara dime que pone y además dame los datos del transformador que utilizas - Le dije

- La referencia de las lámparas es 6V1W y el transformador pone 230/12-1Amp. Me dijo.
- Bien. Eso quiere decir que las lámparas son de 6 voltios y 1 vatio de potencia y las estás alimentando a 12 voltios, lo raro es que no hayan salido ardiendo. Pásate por casa, te regalaré un transformador de 6 voltios (tengo tres o cuatro) lo cambias y problema solucionado. Le comenté

Así lo hizo y como se dice “Oli en un llum”. Me comentó que está haciendo una maqueta navegable y piensa ponerle las lámparas de las farolas (le sobran muchas), pero para la alimentación del motor utiliza una batería de plomo de 12 voltios y como regulador uno de coche que está adaptado para alimentar el receptor y los servos.

- ¿Puedo sacar una conexión de la alimentación del receptor para las lámparas?, me preguntó.

- Mejor no lo hagas. Saca un cable del positivo de la batería y otro del negativo y en uno de ellos intercalas una resistencia, cuyo valor se calcula como te explicaré en un e-mail que te voy a enviar. Le dije

En general las lamparitas que podemos poner en una maqueta de barco, básicamente se limitan a dos tipos: incandescencia y Led (acrónimo inglés cuya traducción es Diodo emisor de luz) en ninguna maqueta pondremos luces de descarga, u otro tipo, por tanto todo lo que vamos a decir es válido para cualquiera de los dos tipos de lámparas.

Las características básicas de una corriente que circula por un circuito son:

La tensión, cuya medida son los voltios. Decimos, en casa tenemos una tensión de 230 voltios.

La intensidad, que medimos en amperios. Así decimos, el contador de mi casa es de 20 amperios.

La potencia, que medimos en vatios y es el producto de multiplicar la tensión por la intensidad. ( $230 \times 20 = 4.600$ ) y decimos que tenemos una potencia contratada de 4.600 vatios/hora o 4,6 Kilovatios/hora.

Y la resistencia, que no es propiamente una característica de la corriente sino la resistencia que encuentra la corriente para circular a través del hilo conductor y que depende del material (aluminio, cobre, plata, oro, etc.), de su diámetro y de la longitud.

La resistencia provoca una caída de tensión, quiere decir que si tenemos un conductor con un extremo conectado a 230 voltios, según sea el material, el diámetro y la longitud, en el otro extremo recogeremos los 230 voltios menos la resistencia. Por ejemplo, digamos que la línea tiene una resistencia que provoca una caída de tensión de 6 voltios, la tensión que recogeremos será de  $230 - 6 = 224$  voltios y a esa diferencia la llamamos resistencia o caída de tensión.

En nuestro caso no nos debe preocupar este hecho, ya que dadas las longitudes con que trabajamos en una maqueta, la resistencia que podamos tener en la línea de más longitud en la práctica es despreciable. Pero es conveniente saber que existe.

La resistencia puede ser la normal que puede provocar un tendido eléctrico determinado o la que podamos crear mediante unos componentes eléctricos llamados resistencias. Los hay de muchos valores y potencias, así que para nuestro propósito escogeremos, de la producción de valores estándar, el más próximo a nuestras necesidades.

El cálculo para hallar la resistencia que necesitamos es muy sencillo y es la simple aplicación de una de las ecuaciones de la ley de Ohm, que nos dice que la resistencia es igual a la tensión partido por la intensidad.

Expresado matemáticamente es así:

$$R = \frac{T}{I}$$

En el caso particular que nos ocupa, antes deberemos hacer una pequeña operación, siguiendo con el ejemplo de las farolas, hemos dicho que las lamparitas son de 6 voltios y 1 vatio, pero la fórmula nos pide la tensión, que sí tenemos (6 voltios) y la intensidad, que no tenemos, pero sí tenemos la potencia (1 vatio) y hemos dicho que la potencia es igual al

producto de multiplicar tensión por intensidad, así pues si dividimos la potencia por la tensión el resultado serán los amperios, es decir la intensidad que consume nuestra lamparita.

Generalmente los fabricantes marcan las vulgarmente llamadas “bombillas” con la tensión y la potencia. Por ejemplo una lámpara de 230 voltios y 60 vatios consume:

$$I = \frac{P}{T} = \frac{60}{230} = 0,2608695 \text{ amperios}$$

Si vamos a comprar una bombilla, pediremos una bombilla de 230voltios y 60 vatios. A nadie se le ocurre pedir una bombilla de 230 voltios y 0,2608695 amperios. La persona que nos atiende, es posible que no sea técnico, no sabrá de que hablamos y lo más seguro es que nos tome por tonto, pero técnicamente hablando es tan correcto decir una cosa como la otra, pero por la ley de usos y costumbres, se impuso la nomenclatura de tensión e intensidad, voltios y vatios.

¿Por qué? Posiblemente por una acción de marketing. ¿Por qué al referirse a las esloras, en general, se habla de pies y no de metros? Así decimos un yate de 40 pies o de 60 (afortunado el mortal que lo pueda poseer), pues porque es una cifra mayor y más fácil de recordar que si decimos 12,20 metros o 18,30. Si hablamos de esloras en metros no nos permite redondear al metro superior, se consideraría si no estafa si exageración o argumento no ético de venta. Pero si redondeamos en pies, el error es más pequeño y no escandaliza a nadie, además una cifra redonda, sin decimales, es más fácil de recordar. Piénsese sino en aquellos precios de 9,90 que mentalmente nos decimos, sí, bueno, vale 10, que no me tomen por tonto.

Volvamos a nuestro tema, tenemos los dos valores de las lamparitas de las farolas, tensión y potencia, pero necesitamos la intensidad, así pues, para saber la intensidad dividiremos como hicimos antes, la potencia por la tensión.

$$I = \frac{P}{T} = \frac{1}{6} = 0.167$$

Y tenemos también la tensión de la batería (12 voltios), entonces decimos, tenemos 12 voltios, pero necesitamos 6, así pues, nos sobran 6 y nos preguntamos ¿Qué resistencia hemos de poner para provocar la caída de tensión de esos 6 voltios que nos sobran? Y la respuesta es: Tensión de la batería, menos tensión de la lámpara, partido por la intensidad y operamos:

$$R = \frac{T_b - T_l}{I} = \frac{12 - 6}{0,167} = 35,92 \text{ ohmios}$$

Como seguramente (seguro) que este valor no lo vamos a encontrar pondremos una resistencia de 39 ohmios, cuyo valor sí es estándar.

¿Y ya está? No, por esta resistencia circula una energía (Potencia=Voltios x Amperios) y esta energía la hemos de disipar en forma de calor. Por tanto hemos de elegir una resistencia capaz de disipar el calor generado.

**“La energía ni se crea ni se destruye, únicamente se transforma”** Ley de la conservación de la energía de Albert Einstein.

En este tipo de montaje la resistencia siempre la pondremos en serie, es decir irá intercalada entre el cable conductor y la lamparita y la fórmula que nos permite calcular esta potencia que hemos de disipar es:

$$P_d = \frac{T^2}{R} = \frac{6 \cdot 6}{39} = 0,92 \text{ vatios}$$

Así, pues, la resistencia que necesitamos será de 35,92 ohmios y 0,92 vatios. Como estos valores no son estándar pondremos la del valor más próximo, así que una resistencia de 39 ohmios y 1 vatio de potencia nos solucionará el problema.

¿Y cuántas lámparas podemos conectar a la resistencia? Nos preguntaremos. Pues como el cálculo lo hemos hecho para una sola lámpara, sólo podemos conectar una lámpara.

¿Entonces he de poner una resistencia por lámpara? Sí. Si tenemos tres lámparas hemos de poner tres resistencias.

A este tipo de montaje en que ponemos una resistencia por lámpara lo llamamos **“circuito en paralelo”**.

En el **“circuito en serie”** podemos poner una sola resistencia para las tres lámparas, cuyo cálculo para las tres lámparas o el número de lámparas que queramos poner es como sigue.

$$R = \frac{T_b - T_l}{I_1 + I_2 + I_3} = \frac{12 - 6}{0,167 + 0,167 + 0,167} = \frac{6}{0,501} = 11,97 \text{ ohmios}$$

De hecho podríamos poner hasta 36 lámparas y no necesitaríamos ninguna resistencia.

Ahora nos falta calcular la potencia que debe disipar la resistencia:

$$P_d = \frac{I^2}{R} = \frac{6 \cdot 6}{11,97} = 3,00 \text{ vatios}$$

El valor estándar más próximo es de 12 ohmios. Así pues con una sola resistencia de 12 Ohmios y 3 vatios, también solucionamos el problema.

¿Y todas las lámparas han de ser iguales? No. Podemos mezclar lámparas de distinta potencia. Así podemos conectar lámparas de 1 vatio, 5 vatios o 32 vatios, por ejemplo, eso sí **TODAS LAS LÁMPARAS HAN DE SER DE LA MISMA TENSIÓN, ES DECIR DE LOS MISMOS VOLTIOS.**

Para hallar la resistencia sumariamos los amperios de cada lámpara, los tres valores de 0,167 que figuran en la fórmula de arriba quedarían sustituidos por 0,167 + 0,833 + 5,33, que son los amperios que consume una lámpara de 6 voltios y 1, 5 y 32 vatios de potencia. El resultado nos dará la resistencia total que hemos de poner en serie, es decir intercalada entre el cable de alimentación y las lámparas.



En las resistencias de pequeño tamaño y estas lo son, no hay espacio suficiente para marcar su valor, así pues los fabricantes han solucionado este problema pintando cuatro franjas de color - hay resistencias con cinco franjas, pero no nos interesan - y cada color representa una cifra,

decenas si ocupa la primera posición, unidades para la segunda. Por cuanto hay que multiplicar el valor hallado, si la franja de color ocupa la tercera posición y el tanto por ciento de tolerancia sobre el valor total de la resistencia para la cuarta posición.

La resistencia de la ilustración tiene un valor de 0 ohmios y una tolerancia de  $\pm 5\%$ .

Efectivamente, el color negro tiene un valor de 0, así pues la primera y segunda cifra son cero. La tercera franja nos indica por cuanto hemos de multiplicar el valor hallado y  $0 \times 1$  es igual a cero y finalmente la cuarta franja, de color oro, nos indica que es una resistencia con una tolerancia de más o menos 5%.

Todo ello se verá más claro examinando la tabla de colores de las resistencias.

Color	1era y 2da banda	3ra banda	4ta banda	
	1era y 2da cifra significativa	Factor multiplicador	Tolerancia	%
plata		0.01		+/- 10
oro		0.1		+/- 5
negro	0	$\times 1$	Sin color	+/- 20
marrón	1	$\times 10$	Plateado	+/- 1
rojo	2	$\times 100$	Dorado	+/- 2
naranja	3	$\times 1,000$		+/- 3
amarillo	4	$\times 10,000$		+/- 4
verde	5	$\times 100,000$		
azul	6	$\times 1,000,000$		
violeta	7			
gris	8	$\times 0.1$		
blanco	9	$\times 0.01$	<a href="http://www.unidrom.com">www.unidrom.com</a>	

Ahora vamos a buscar los colores de nuestra resistencia:

La primera franja será de color naranja que tiene un valor de 3 decenas, o sea 30.

La segunda franja será de color blanco que tiene un valor de 9 unidades, o sea 9.

La suma de  $30 + 9$  nos da un valor de 39.

La tercera franja será de color negro que nos indica que el valor hallado anteriormente lo hemos de multiplicar por 1, y  $39 \times 1$  es igual a 39.

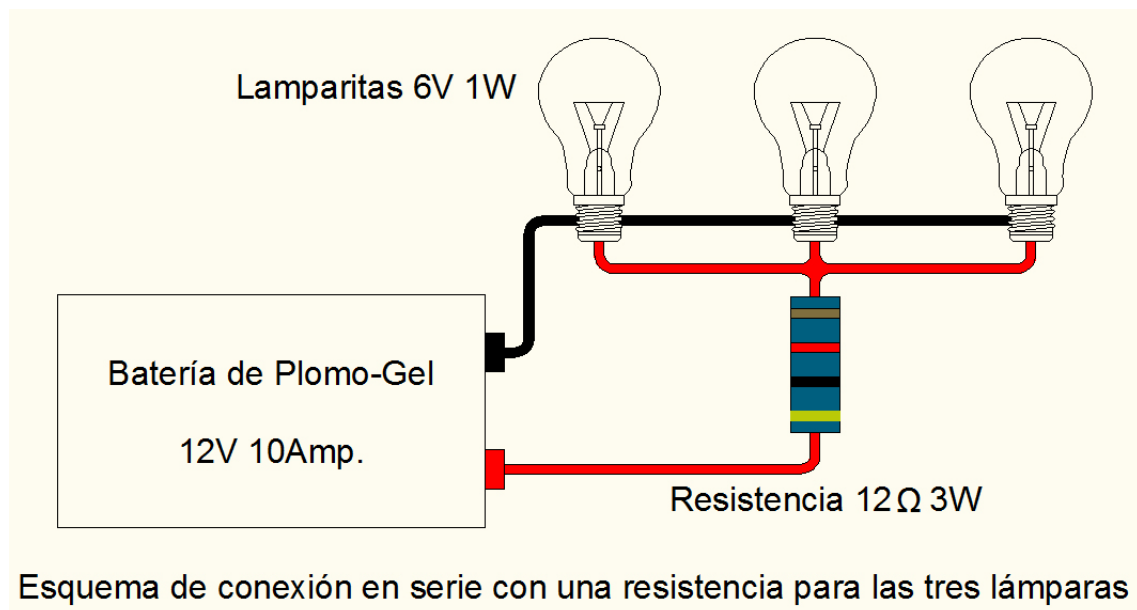
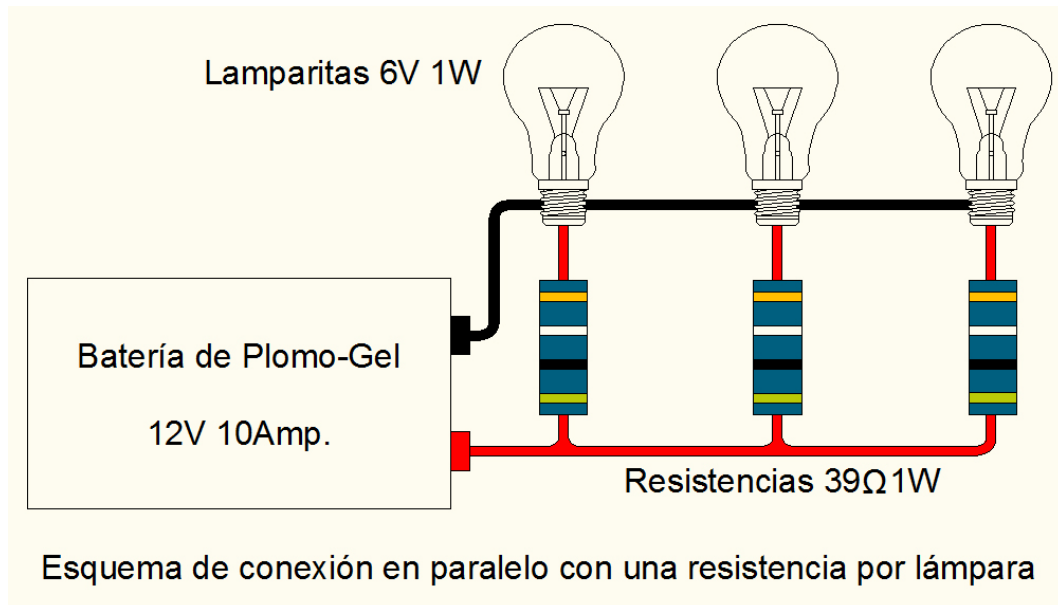
Y finalmente la cuarta franja será del color correspondiente a la tolerancia que queramos. Oro si deseamos  $\pm 5\%$  y Plata si la tolerancia que queremos es de  $\pm 10\%$ .

Si escogemos una tolerancia de  $\pm 5\%$ , nuestra resistencia de 39 ohmios puede valer desde  $37,05 \Omega$  hasta  $40,95 \Omega$ , resultado de restar y sumar 5% al valor de 39 ohmios.

¿Cuál es la diferencia? Aparte de la mayor precisión, el precio.

En nuestro caso escogeremos, siempre que sea posible, ORO, tolerancia del  $\pm 5\%$ , pues la diferencia en precio multiplicado por el número de resistencias de nuestras necesidades es,

en la práctica, despreciable. En la industria donde el consumo de resistencias se cuenta por millones unos pocos céntimos de ahorro representa mucho dinero, así que ellos son más precisos y donde pueden poner mayor tolerancia sin que perjudique la calidad del producto lo hacen por el ahorro considerable que ello representa.



Los dos esquemas de arriba representan los montajes en paralelo y en serie. El montaje en serie tiene la ventaja sobre el montaje en paralelo en que podemos colocar un solo elemento resistente en lugar de un elemento por lámpara, simplificando el montaje y el número de componentes.

Su gran inconveniente es que si falla una lámpara, la corriente que deja pasar la resistencia se reparte entre el resto, originando que las demás lámparas trabajen sobrevoltadas, es decir, con un exceso de voltaje, acortando la vida de las mismas o incluso llegando a fundirse, con lo cual se inicia un proceso en cascada, ya que a medida que van fallando

lámparas, cada una de las que quedan recibe más corriente, llegando a fallar toda la instalación.

Para obviar este problema, preferentemente, utilizaremos el montaje en paralelo, ya que en el caso de fallar una lámpara, las demás continuarán funcionando correctamente.

Siempre que sea posible, es recomendable poner lámparas tipo Led. Las lámparas de incandescencia son muy poco eficientes, quiere decir que de la potencia consumida tan sólo devuelven en forma de luz un 20% en el caso más favorable y el resto de potencia se disipa en forma de calor.

Este calor generado por la lámpara de incandescencia, de alguna forma lo hemos de expulsar. Si la lamparita está en un espacio amplio, una cabina, el calor se irá disipando en el aire circundante y no representará ningún problema. ¿Pero qué pasa si la lamparita es una luz de situación o de alcance?

Pues que el habitáculo donde va instalada la lamparita es muy pequeño y como además ha de ir protegido contra los rociones de agua, si no encontramos un medio de eliminar este calor al final se nos quemará el farol donde hemos ubicado la lámpara, máxime si este es de materia plástica.

Las lámparas Led son mucho más eficientes, pues sus valores se invierten, es decir que de la potencia consumida el 80% es en forma de luz y el 20% en forma de calor, pero el problema, que la industria trata de solucionar con inversiones cuantiosas en investigación, es el flujo luminoso, o sea, la cantidad de luz que puede emitir cada unidad.

A nivel de iluminación decorativa y doméstica una “solución” es fabricar un aparato de iluminación con muchos Leds, así la suma del flujo luminoso de todos los leds dan por resultado un flujo comparable a las “bombillas” tradicionales de nuestra vida cotidiana.

El problema es su reposición. Si se funde un solo led, hay que cambiar todo el aparato, pues, cambiar el led defectuoso, comercialmente, implica un coste superior al del aparato completo. Es el típico problema que hemos comentado anteriormente del montaje en serie.

Para terminar y para los curiosos del tema, hagamos el cálculo utilizando leds en lugar de lámparas de incandescencia, sabiendo que un led normal de baja intensidad tiene una tensión de 3,6 voltios y una intensidad de 0,02 amperios.

Saludos y como de costumbre a vuestra entera disposición.