

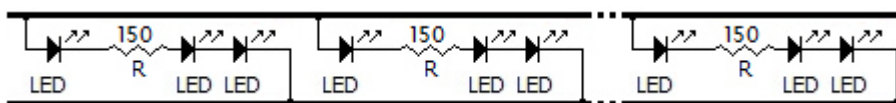
# ILUMINACIÓN DCC MEDIANTE TIRAS DE LEDS

El presente documento es fruto de mis experiencias como aficionado y no tiene más finalidad que el compartirlas con otros. Se pone a disposición libre de los aficionados siempre que se utilice sin ánimo de lucro, y mencionando su procedencia. Se ofrece sin ninguna garantía explícita o implícita. Si decide realizar alguno de sus circuitos, hágalo bajo su responsabilidad.

## TIRAS DE LEDS BLANCAS

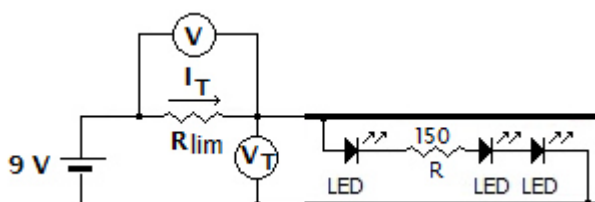
En todo el documento se supone que se emplean las tiras flexibles de LEDs de color blanco. Otros colores tienen otros parámetros eléctricos; el desarrollo sería similar.

Las tiras comerciales están formadas por secciones en paralelo de tres diodos LED conectados en serie con una resistencia limitadora de  $150\ \Omega$  y están previstas para ser alimentadas a 12 V.



A esa tensión nominal la corriente por los LEDs es de 20 mA (valor máximo típico) y la caída de tensión en cada uno de 3 V; y los 3 restantes en la resistencia de  $150\ \Omega$ .

En esas condiciones la intensidad luminosa que producen es totalmente irreal para iluminar un modelo reducido. Lo primero será averiguar el voltaje o corriente que produzca el nivel de iluminación deseado. Si no se dispone de otros medios, con una pila de 9 V o un alimentador que suministre de 9 a 12 V de tensión continua y distintas resistencias se puede ir probando hasta conseguir ese nivel:



Con el polímetro se mide la caída de tensión en la resistencia y ya se puede calcular la corriente que circula por los LEDs:  $I_T = V / R_{lim}$

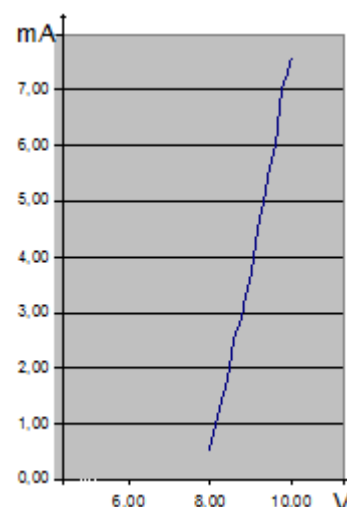
Si se mide también la tensión resultante en la tira  $V_T$  servirá para cálculos posteriores.

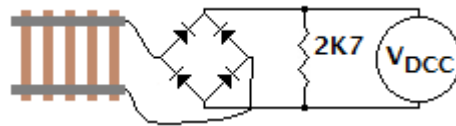
En la práctica, un valor muy adecuado es del orden de 1 mA, incluso algo menor. Para simplificar, en lo sucesivo se supondrá este valor en cada tramo de la tira. Se muestra una gráfica de distintos valores de tensión y corriente obtenidos en un tramo de una tira de LEDs.

La tensión que se aprecia en la tira es de unos 8'2 V cuando circula 1 mA, siendo, por tanto, la caída en cada LED de unos 2'7 V.

Ahora habrá que tener en cuenta la tensión que aplica a la vía cada central en particular, el número de elementos necesarios (grupos de tres LEDs) para iluminar el vehículo de que se trate, y ya se puede calcular la resistencia limitadora necesaria para la instalación.

La tensión  $V_{DCC}$  en la vía puede leerse de manera aproximada con un puente de diodos en un polímetro:

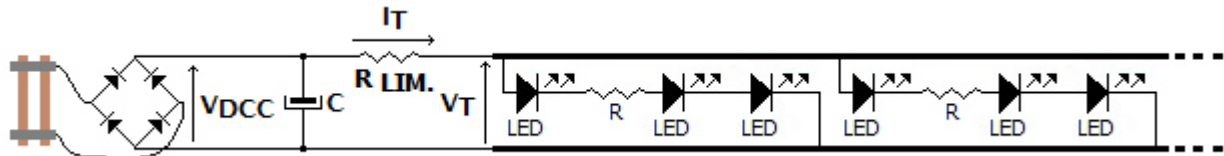




Para evitar los parpadeos que se producen debido a los fallos en los contactos rueda-carril, se emplean condensadores electrolíticos en todas las propuestas sucesivas.

## OPCIÓN BÁSICA

Lo más frecuente es emplear un puente de diodos con una resistencia limitadora de corriente y un condensador electrolítico de la mayor capacidad posible:



La resistencia se calcula con los parámetros obtenidos anteriormente:

$I_T$  es la corriente que consumirán los LEDs dependiendo del número de secciones.

$V_{DCC}$  es la tensión que aplica la central.

$V_T$  es la tensión en los terminales de las tiras.

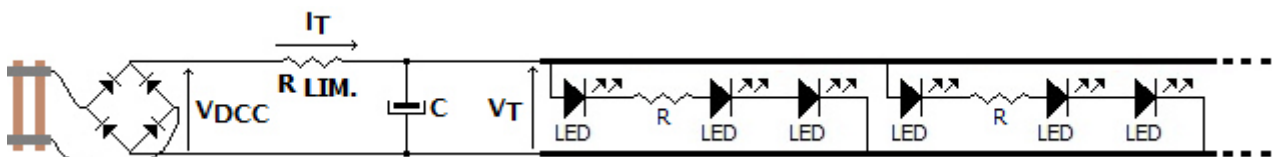
$$R_{LIM} = (V_{DCC} - V_T) / I_T$$

A pesar de lo repetido de este circuito, se pueden hacer algunas consideraciones:

- En primer lugar, cuando haya varios vehículos iluminados, como sin duda será el caso, los condensadores descargados pueden ser considerados como cortocircuitos por la central en el momento de la conexión.
- En segundo lugar, los condensadores deben tener una tensión de trabajo de 25 V dado que la tensión DCC puede alcanzar picos de  $\pm 22$  V y por tanto su volumen es más elevado que si su tensión de trabajo fuera inferior.
- Generalmente las conexiones a las ruedas estarán en los extremos y habrá que llevar cables hasta el puente de diodos.

### Variante a):

El circuito inicial se mejora sensiblemente si la resistencia limitadora se antepone a la conexión del condensador (antes o después del puente de diodos):



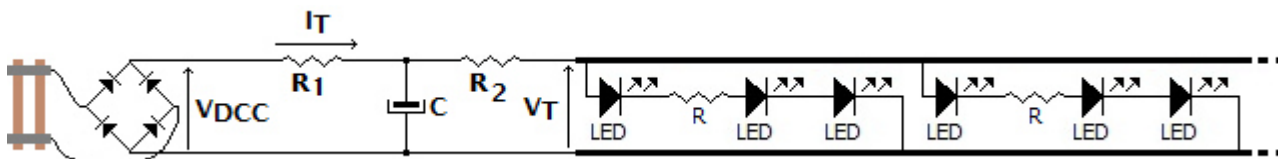
Ahora el voltaje del condensador será el mismo de la tira, que, al ser sensiblemente menor permite emplear una mayor capacidad para el mismo tamaño.

**Nota:** Es muy importante tener en cuenta que esta solución exige tener asegurada por completo la conexión de la tira al condensador. De lo contrario, el condensador se vería conectado al  $V_{DCC}$  a través de  $R_{lim}$ , y al ser  $V_{DCC}$  superior a su tensión de trabajo, podría incluso explotar.

Como el condensador se carga a la tensión de la tira, cuando se empiece a descargar por un falso contacto, pronto bajará su tensión por debajo de la mínima que mantiene encendidos los LEDs.

### Variante b):

Sobre el razonamiento anterior, puede descomponerse la resistencia limitadora en dos en serie para que la tensión del condensador sea mayor que en el caso de la variante a):

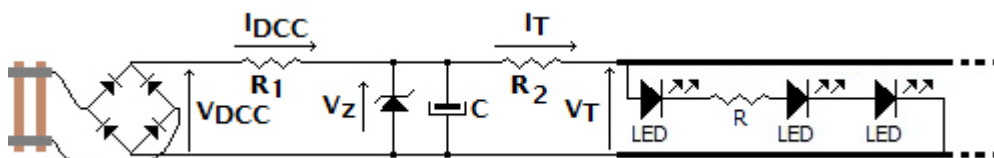


Ahora pueden calcularse R1 y R2 para que la tensión en el condensador no supere un valor determinado presentando las ventajas de mayor capacidad y con voltaje superior al de la tira de LEDs, que los mantendría algún tiempo más con cierta iluminación.

No obstante, si R1 y R2 se calculan para una tensión  $V_{DCC}$  de la central y luego se produce un aumento de la misma (cambio de central, de maqueta, etc.) se corre el riesgo de sobrepasar la tensión de trabajo del condensador; hay que tenerlo en cuenta al hacer el cálculo.

### Variante c):

Añadiendo un diodo zéner en paralelo con el condensador se elimina el riesgo mencionado en el párrafo anterior:



**Ejemplo de cálculo:** supongamos una tira formada por cinco tramos ( $I_T = 5 \text{ mA}$  manteniendo  $V_T = 8'2 \text{ V}$ ) con un diodo zéner de  $V_Z = 10 \text{ V}$ , siendo  $V_{DCC} = 16 \text{ V}$  (después del puente rectificador, como en el esquema). Las resistencias deberían tener un valor:

$$R2 = (V_Z - V_T) / I_T = (10 - 8'2) / 5 = 0'36 \text{ K}\Omega$$

$$R1 = (V_{DCC} - V_Z) / I_{DCC} = (16 - 10) / 5 = 1'2 \text{ K}\Omega$$

Empleando 330 ó 390  $\Omega$  para R2 no habrá mucha diferencia en los cálculos y con los valores supuestos no sería necesario el zéner. Pero si este circuito se alimenta de una central que dé una salida  $V_{DCC} = 20 \text{ V}$ , por ejemplo, entonces  $I_{DCC}$  sería:

$$I_{DCC} = (V_{DCC} - V_Z) / R1 = (20 - 10) / 1'2 = 8'33 \text{ mA}$$

De los cuales 5 circularían hacia los LEDs y los otros 3'3 mA circularían a través del diodo zéner y no habría problema en utilizar un condensador de tensión de trabajo de 10 V.

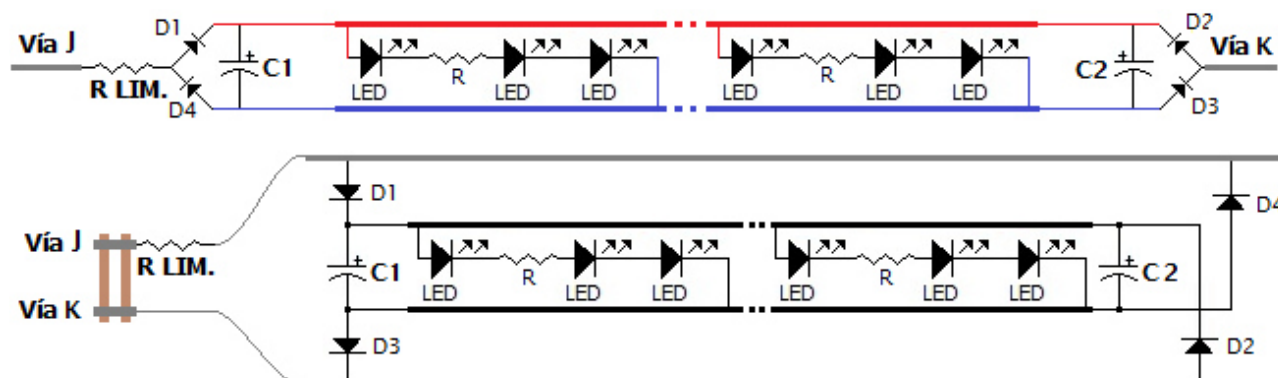
El zéner tendría que disipar una potencia de  $V_Z \times I_Z = 10 \times 3'3 = 33 \text{ mW}$  muy inferior a la habitual de 400 mW característica de los zéner básicos.

Con este circuito podrían emplearse, por ejemplo, dos supercondensadores de 5'5 V conectados en serie, aunque la diferencia de precio en relación con la función que realizan posiblemente lo desaconseje.

Puede calcularse cualquier otra combinación. Por ejemplo emplear condensadores de 16 V para tener un buen margen de seguridad, con diodos zéner de 12 V; así el condensador estaría a un voltaje de casi 4 V superior al de la tira.

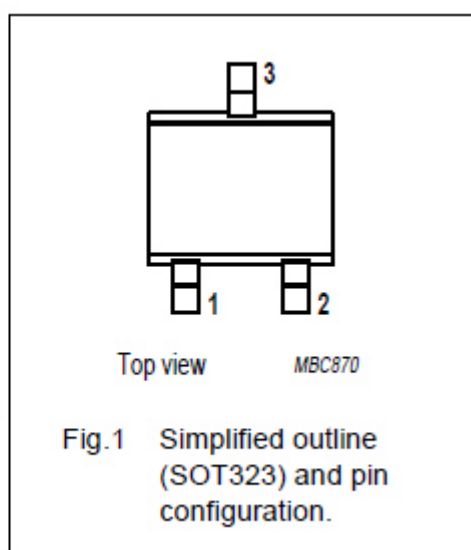
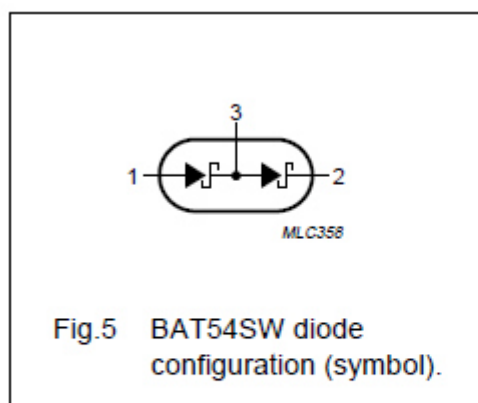
## SEGUNDA OPCIÓN

Vuelve a ser la misma anterior pero con otra distribución en el montaje de los componentes; es decir, se trata de poner dos “medios puentes” de diodos, uno en cada extremo:



Esta opción sería adecuada para coches largos, con tomas de corriente de un carril en uno de los bogies y del otro carril en el otro bogie. Simplificaría el cableado porque los dos polos de la corriente de iluminación serían los propios de la tira de LEDs empleada. Los dos esquemas son el mismo circuito como puede comprobarse fácilmente.

Estos dobles diodos se presentan en formato smd, ahorrando espacio, y son muy económicos para las corrientes manejadas. Por ejemplo:

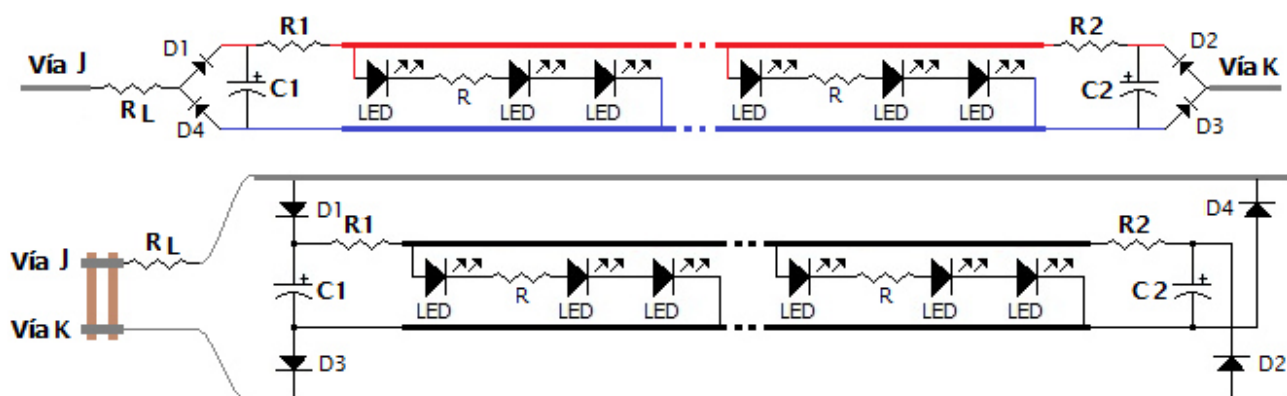


Por otra parte la disposición del circuito permite emplear dos condensadores (típicamente uno en cada aseo) resultando así doblada la capacidad. Y la resistencia limitadora puede situarse en cualquier punto del cableado en que quede conectada en serie con la alimentación global. Su valor podría probarse (si se quiere prescindir del cálculo) entre 1K2 y 2K2.

### Variante a):

Por la misma razón del caso anterior conviene descomponer la resistencia limitadora en dos en serie.

Y su cálculo se puede hacer de forma similar a la primera opción, o bien dividir la  $R_L$  anterior en dos partes aproximadamente iguales, siempre empleando condensadores de un mínimo de 16 V. Y no sería necesario el diodo zéner.

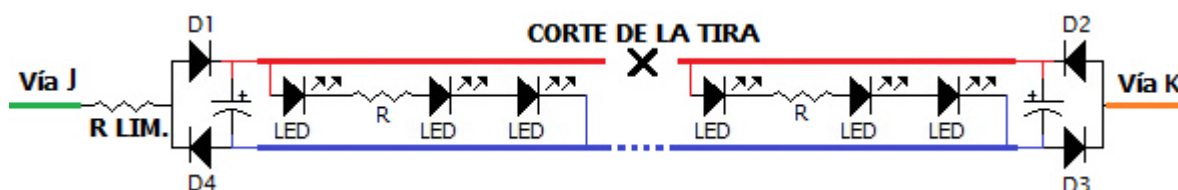


Una particularidad de este circuito es que cada condensador se carga principalmente en uno de los semiciclos; por ejemplo, cuando **Vía J** es positiva respecto a **Vía K** (conducen D1 y D3) se carga directamente C1 (y C2 a través de R1+R2) y en el semiciclo contrario (conducen D2 y D4) se carga directamente C2 (y C1 a través de R1+R2). Y en los fallos de contacto se descargan simultáneamente, cada uno a través de su resistencia R1 o R2.

También se podría conectar un diodo zéner en paralelo con cada condensador.

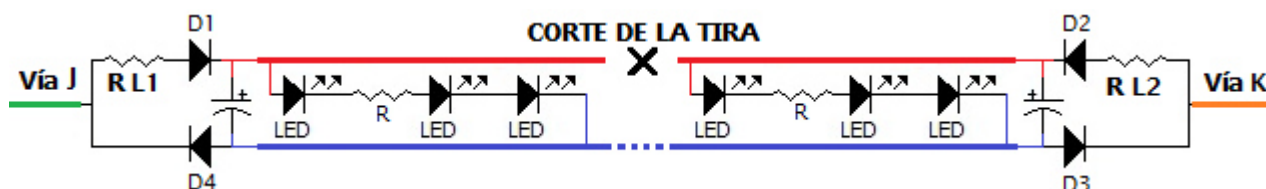
### TERCERA OPCIÓN

Una ligera modificación del circuito anterior produce una variación que puede ser interesante: cortando una de las pistas de la tira por un punto intermedio se separa en dos partes, cada una de las cuales estará reforzada por su condensador:



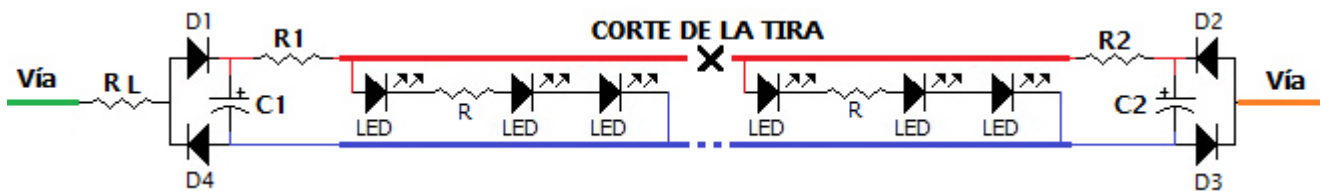
La particularidad de este circuito es que sólo una parte está alimentada en cada semiciclo. Cuando **Vía J** sea positiva frente a **Vía K**, la corriente circulará a través del diodo D1, la sección izquierda y el diodo D3, mientras que en el semiciclo contrario la corriente circula a través del diodo D2, la sección derecha y D4. Esta particularidad hace que la corriente consumida en los dos semiciclos sea menor que en las opciones anteriores.

Si el número de secciones de tres LEDs no es el mismo en cada parte, la resistencia limitadora única haría que una de ellas luciera algo más que la otra. Más que un inconveniente, puede ser interesante para algunos casos, como, por ejemplo, coches mixtos cafetería-departamentos donde la cafetería pueda tener un nivel de iluminación superior. O bien pueden emplearse dos resistencias limitadoras: una en la rama del diodo D1 y otra en la del opuesto D2, calculadas cada una de ellas en función de la corriente necesaria.



#### Variante a):

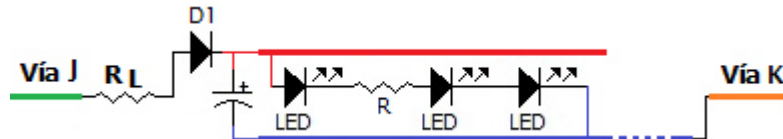
De manera similar a los casos anteriores pueden cargarse los condensadores a una tensión superior a la de la tira conectando en serie con cada parte otra resistencia, R1 o R2.



Estas resistencias se calculan como se hizo en el ejemplo primero o se tantean con un margen de seguridad como en el caso anterior

## OTRAS OPCIONES

Aún puede mejorarse el rendimiento con una instalación sencilla y simplificada, si se emplea un solo diodo rectificador en lugar del puente de diodos supuesto hasta ahora:

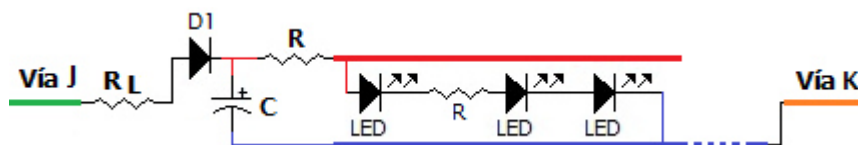


El diodo puede ser del tipo 1N4148 o similar, dado que la corriente que se maneja tiene un valor muy bajo. La resistencia limitadora de corriente de los LEDs, además, le protege.

Como este circuito consume corriente de uno solo de los semiciclos de la tensión DCC es preferible alternarlo en el conjunto de todos los vehículos iluminados de este modo. No obstante su reducido consumo no presentará problemas a la central (suponiendo que no se producen desequilibrios extremos).

### Variante a):

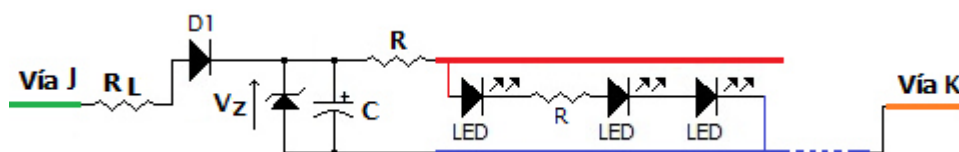
Como en casos anteriores puede conectarse otra resistencia como se indica en el esquema para que la tensión a que se cargue el condensador sea algo superior a la de la tira.



Su valor se puede hallar por cálculo matemático o prueba experimental del modo que se indicó. Ahora el voltaje en el condensador será algo inferior al del caso del puente de diodos. De modo experimental, lo mejor es medir la tensión en el condensador para asegurarse de que no se alcance en ningún caso la indicada para él, y ajustar las resistencias para el nivel de iluminación deseado. Siempre asegurándose de que en todo caso el condensador esté conectado a las tiras de diodos como ya se indicó.

### Variante b):

También se puede conectar el diodo zéner en paralelo con el condensador para garantizar que no se supere la tensión del trabajo de éste.



El cálculo de las resistencias se hace como se indicó.