

## INDICADOR BASADO EN LEDS CON CIRCUITO DE PROTECCIÓN BASADO EN ZENERS

### Apartado a

Cuando se establece una tensión  $V_i$  positiva, los diodos LED que pueden conducir son  $L_1$  y  $L_2$ . Además,  $L_2$  entrará en conducción si cae un voltaje en  $R_2$ , por lo que  $L_1$  tendrá que estar conduciendo previamente. Por lo tanto, si solo hay un LED encendido, la suposición correcta es que sea  $L_1$ , obteniendo la siguiente ecuación para la malla:

$$V_i = I_{opt}R_1 + I_{opt}R_1 + V_{\gamma 1} + I_{opt}R_2$$

Para  $V_i$  negativas, el único LED que puede conducir es el  $L_3$ . La ecuación de la malla correspondiente es:

$$V_i = -I_{opt}R_1 - I_{opt}R_1 - V_{\gamma 3}$$

De las dos ecuaciones anteriores se pueden determinar los valores de las resistencias  $R_1$  y  $R_2$ , obteniendo como solución 135  $\Omega$  y 210  $\Omega$ , respectivamente.

### Apartado b

Para  $V_i$  positivos se pueden encender dos diodos LED,  $L_1$  y  $L_2$ . La condición límite para el encendido de  $L_2$  es, que la corriente que circule en la malla estudiada anteriormente ( $L_1$  ON), alcance un valor igual a:

$$IR_2 = V_{\gamma 2}$$

Y así podemos calcular la tensión  $V_i$  que alcanza dicho valor para la corriente:

$$V_i = IR_1 + IR_1 + V_{\gamma 1} + IR_2 = 9.4 V$$

### Apartado c

Cuando  $V_i$  toma valores positivos, puede circular corriente por  $L_1$  y  $L_2$ , pero siempre circulará más corriente por  $L_1$ , ya que parte circula por  $R_2$ . Por tanto,  $L_1$  es el diodo que limita por intensidad máxima. Del resultado del apartado anterior, se deduce que ambos diodos LED están en ON cuando por el diodo  $L_1$  circula un 80% de su intensidad máxima. Justo para esta condición se debe de alcanzar el punto límite para la conducción del zener  $Z_2$  en zona de ruptura y  $Z_1$  en directa. La ecuación es:

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Cuando  $V_i$  toma valores negativos y llega a circular un 80% de la intensidad máxima por el diodo  $L_3$ , el diodo zener  $Z_1$  tiene que entrar en zona de ruptura y el  $Z_2$  en directa. La ecuación es:

$$-V_Y - V_{Z1} = -0.8I_{MAX}R_1 - V_{Y3} \rightarrow V_{Z1} = 5.74V$$

Esto ocurre para una tensión  $V_i$  que se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$V_i = -0.8I_{MAX}R_1 - 0.8I_{MAX}R_1 - V_{Y3}$$

#### Apartado d

Para tensiones  $V_i$  superiores a la que marca la conducción de los diodos zener  $Z_1$  en directa y  $Z_2$  en ruptura, la corriente que circula por los LED es fija. El exceso de corriente que introduce  $V_i$  al tomar valores superiores, circula por los diodos zener. Calculamos la corriente máxima que puede circular a través del diodo zener en ruptura ( $Z_2$ ):

$$I_{Z,MAX} = \frac{P_{MAX}}{V_{Z2}}$$

Comparamos este valor con la corriente máxima admitida en directa (límite para  $Z_1$ ) y nos quedamos con el valor más restrictivo.

Calculamos la corriente  $I$  que circula por la resistencia que aparece entre la fuente  $V_i$  y los zeners, como la corriente máxima que puede circular a través de los zeners más la corriente que circula por  $L_1$ , que hemos limitado al 80% de su valor máximo. A partir del dato de esa corriente, calculamos el voltaje  $V_i$  mediante:

$$V_i = IR_1 + V_Y + V_{Z2} = 16.87V$$

Alternativamente, para  $V_i$  inferiores a la que marca la conducción de los diodos zener  $Z_1$  en ruptura y  $Z_2$  en directa, calculamos la corriente máxima admitida por  $Z_1$  en ruptura:

$$I_{Z,MAX} = \frac{P_{MAX}}{V_{Z1}}$$

Comparamos este valor con la corriente máxima admitida en directa (límite para  $Z_2$ ) y nos quedamos con el valor más restrictivo.

Calculamos la corriente  $I$  que circula por la resistencia que aparece entre la fuente  $V_i$  y los zeners, como la corriente máxima que puede circular a través de los zeners más la corriente que circula por  $L_3$ , que hemos limitado al 80% de su valor máximo. A partir del dato de esa corriente, calculamos el voltaje  $V_i$  mediante:

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

Para  $V_i$  positivas, la tensión que soporta  $L_3$  va creciendo hasta que se encienden ambos LED ( $L_1$  y  $L_2$ ). Para esa condición tenemos:

$$V_{D,L3} = -V_{\gamma1} - V_{\gamma2}$$

Este valor no alcanza la tensión de ruptura del diodo  $L_3$ .

Para  $V_i$  negativas, no hay circulación de corriente por  $R_2$  por lo que para el diodo  $L_2$ :

$$V_{D,L2} = 0$$

La tensión que soporta el diodo  $L_1$  va creciendo, hasta que se enciende el diodo  $L_3$ . Para esa condición tenemos:

$$V_{D,L1} = -V_{\gamma3}$$

Por lo tanto, para ninguno de los dos diodos se alcanza el valor de la tensión de ruptura.

The logo for 'Cartagena99' features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a white arrow pointing to the right, and a yellow arrow pointing to the left, both partially overlapping the text.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**