

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE

SENA

CENTRO METALMECANICO



MATERIAL DE APOYO

DIODOS PARA APLICACIONES ESPECIALES

TEMA 4 MATERIAL DE APOYO

DIODOS PARA APLICACIONES ESPECIALES

DIODO ZENER

Los objetivos de este tema serán los siguientes:

Saber utilizar el diodo Zener y calcular algunos valores relacionados con su uso.

Enumerar algunos dispositivos optoelectrónicos y describir su comportamiento.

Describir dos ventajas de los diodos Schottky en comparación con los demás diodos.

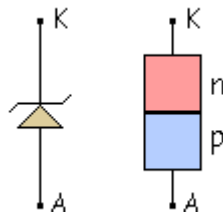
Explicar el funcionamiento de un varicap.

Enumerar cuatro parámetros de interés en la hoja de características de un diodo Zener

Característica

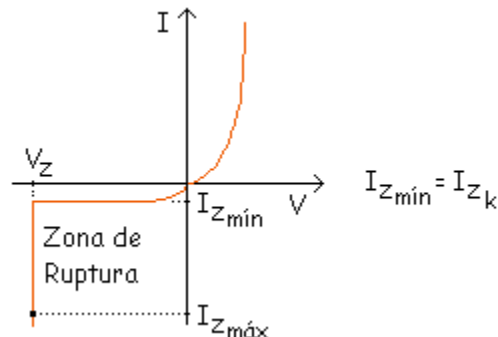
La aplicación de estos diodos se ve en los Reguladores de Tensión y actúa como dispositivo de tensión constante (como una pila).

Símbolo:



Característica

Su gráfica es de la siguiente forma:



Un diodo normal también tiene una zona de ruptura, pero no puede funcionar en él, con el Zener si se puede trabajar en esa zona.

V_Z = Tensión (de Ruptura) Zener

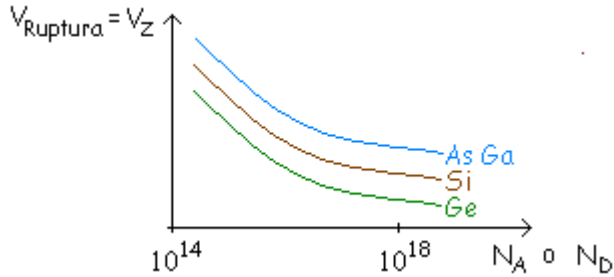
La potencia máxima que resiste en la "Zona de Ruptura" ("Zona Zener"):

$$P_{Z\text{máx}} = V_Z \cdot I_{Z\text{máx}}$$

$I_{Z\text{mín}} \Rightarrow$ de CATÁLOGO

$I_{Z\text{máx}} \Rightarrow$ de CATÁLOGO

En la zona de ruptura se produce el "Efecto Avalancha" ó "Efecto Zener", esto es, la corriente aumenta bruscamente. Para fabricar diodos con un valor determinado de tensión de ruptura (V_Z) hay que ver la impurificación porque V_Z es función de la impurificación (N_A ó N_D), depende de las impurezas.



La zona de ruptura no es una vertical, realmente tiene una inclinación debida a R_Z :

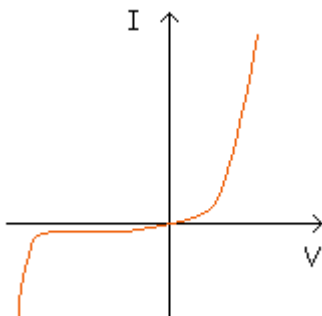
$R_Z =$ Resistencia en la zona zener o zona de ruptura

Antes:
 $r_p = \rho \cdot \frac{L}{A}$

$r_B = r_p + r_n$

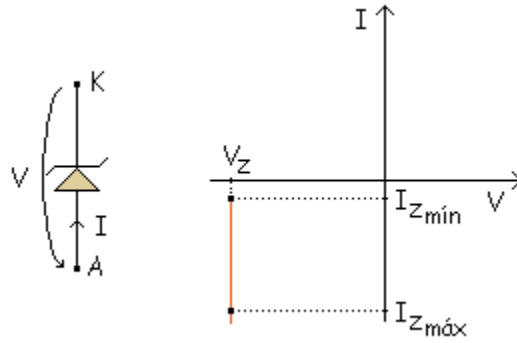
Ahora:
 $r_B = R_Z$

En un "Diodo Zener Real" todos son curvas, pero para facilitar los cálculos se aproxima siempre.

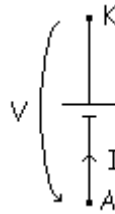


Las aproximaciones para el zener son estas:

Modelo ideal (1ª aproximación)

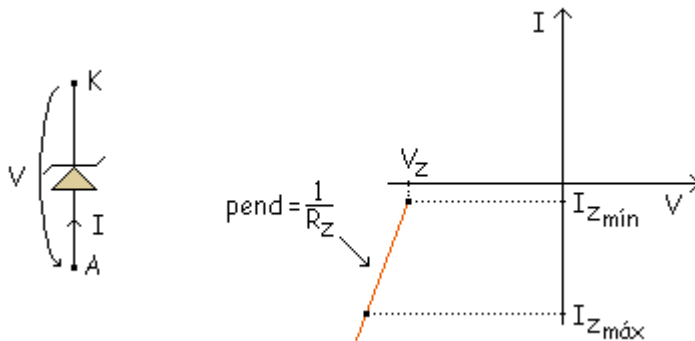


Si buscamos su equivalente veremos que es una pila con la tensión V_Z .

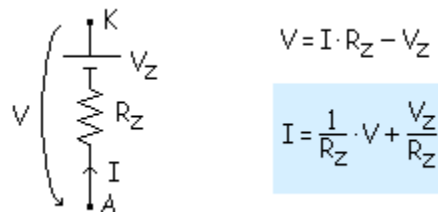


Esto solo es válido entre I_{Zmin} y I_{Zmax} .

2ª aproximación



Como en el caso anterior lo sustituimos por un modelo equivalente:

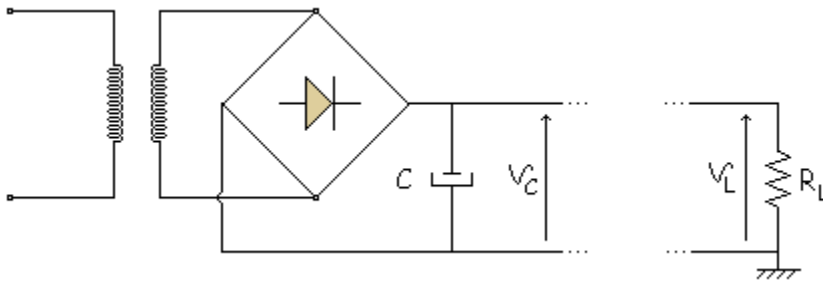


El Regulador Zener

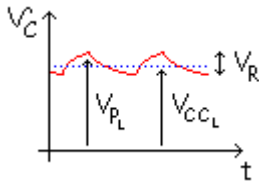
Regulador de tensión en vacío (sin carga)

Regulador de tensión con carga

Anteriormente habíamos visto este circuito:



Primeramente supondremos que están conectados directamente, por lo tanto $v_C = v_L$ entonces:

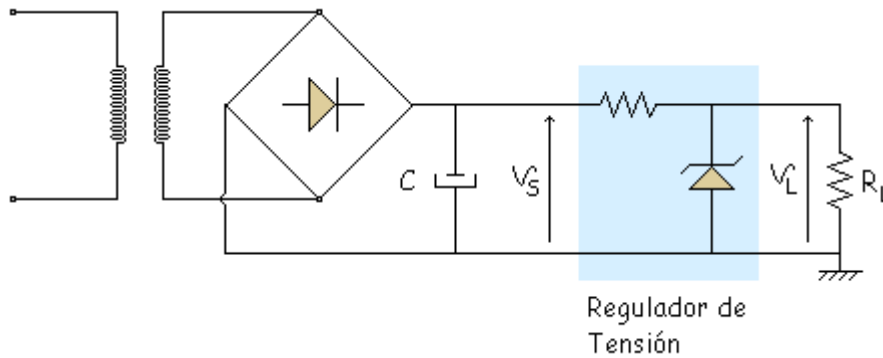


Problemas que podemos tener:

R_L variable (variaciones de carga).

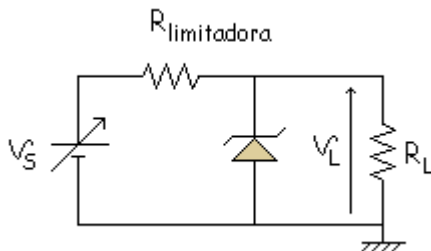
Variaciones de tensión de red (variaciones de red).

Debido a estos dos problemas la onda de salida de ese circuito puede variar entre dos valores y como nuestro objetivo es obtener una tensión constante a la salida tendremos que hacer algo. Para resolver este problema ponemos un regulador de tensión basado en el diodo zener.



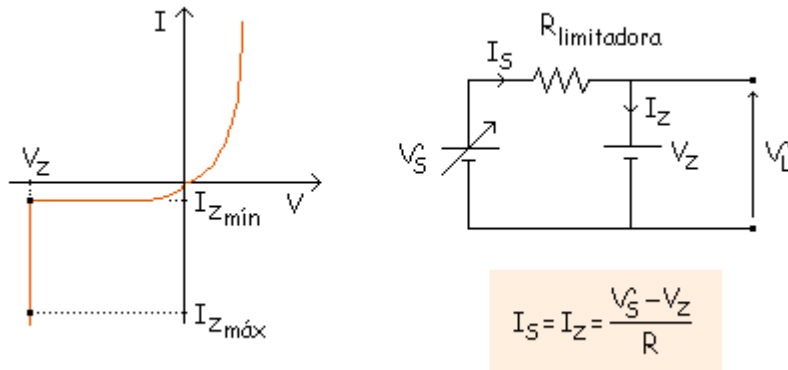
Ahora vamos a analizar este regulador de tensión.

Regulador de tensión en vacío (sin carga)



v_S estará entre un mínimo y un máximo, y el regulador tiene que funcionar bien entre esos 2 valores ($v_{S\text{máx}}$ y $v_{S\text{mín}}$). En este caso v_S lo pondremos como una pila variable.

Además para que funcione correctamente el zener tiene que trabajar en la zona de ruptura.



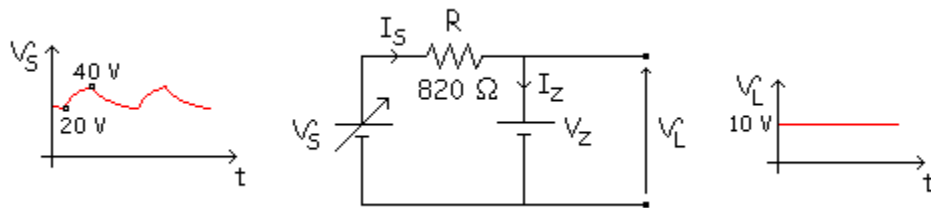
Para que esté en ruptura se tiene que cumplir:

$$V_S > V_Z \Rightarrow \text{RUPTURA}$$

$$I_{Z\text{mín}} < I_Z < I_{Z\text{máx}}$$

$$\text{Si } V_S < V_Z \Rightarrow \text{INVERSA}$$

EJEMPLO: Comprobar si funciona bien el siguiente circuito:

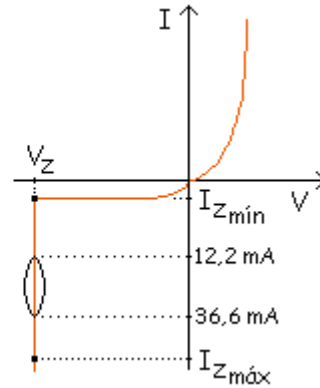


Hay que ver si en la característica los valores se encuentran entre $I_{Z\text{mín}}$ y $I_{Z\text{máx}}$ para comprobar si funciona bien.

$$V_S > V_Z \Rightarrow \text{Cumple}$$

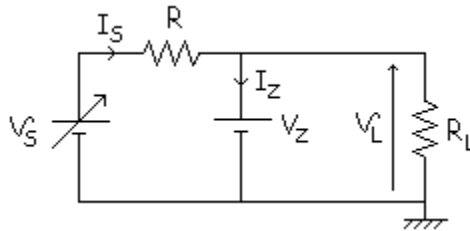
$$I_{S\text{mín}} = I_{Z\text{mín}} = \frac{20-10}{0,820} = 12,2 \text{ mA}$$

$$I_{S\text{máx}} = I_{Z\text{máx}} = \frac{40-10}{0,820} = 36,6 \text{ mA}$$

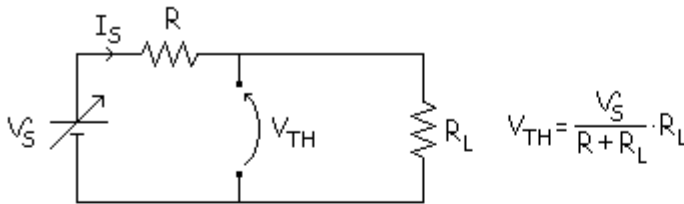


Funciona bien porque se encuentra entre los dos valores (máximo y mínimo). La salida es constante, lo que absorbe la tensión que sobra es la R (que es la resistencia limitadora).

Regulador de tensión con carga

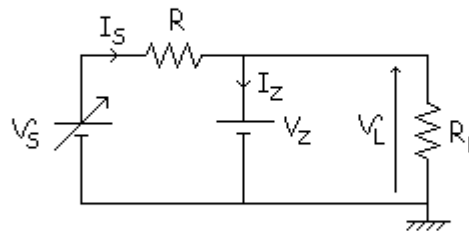


Para comprobar que estamos en ruptura calculamos el equivalente de Thevenin desde las terminales de la tensión V_Z :



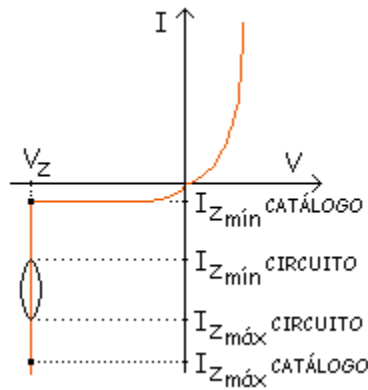
$$\text{Si } V_{TH} > V_Z \Rightarrow \text{RUPTURA}$$

$$\text{Si } V_{TH} < V_Z \Rightarrow \text{INVERSA}$$

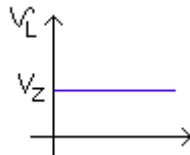


$$\left\{ \begin{array}{l} I_S = I_Z + I_L \\ I_S = I_Z = \frac{V_S - V_Z}{R} \end{array} \right\} \text{ Como } \left\{ \begin{array}{l} I_L < I_{L\text{mín}} \\ I_L < I_{L\text{máx}} \\ V_S < V_{S\text{mín}} \\ V_S < V_{S\text{máx}} \end{array} \right\} \Rightarrow I_Z = I_S - I_L = \left\{ \begin{array}{l} I_{Z\text{mín}} \\ I_{Z\text{máx}} \end{array} \right\} \text{ 4 valores para } I_Z$$

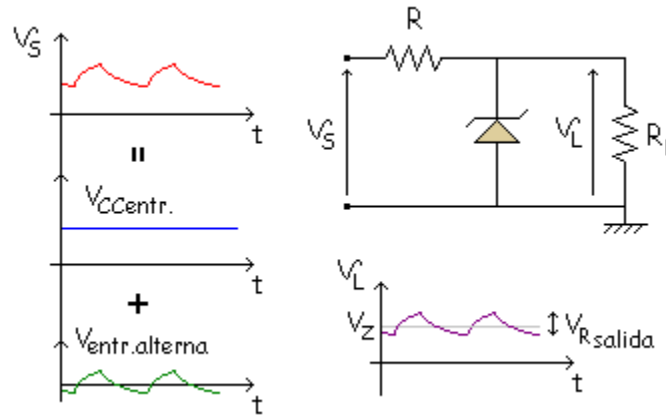
Como en el anterior caso los valores del circuito tienen que estar entre un máximo y un mínimo:



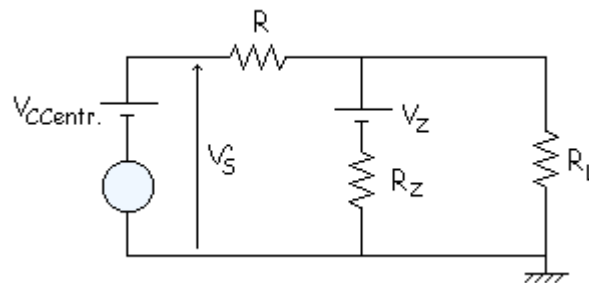
El zener absorbe la corriente sobrante (I_Z variable) y la resistencia (R) la tensión sobrante. Entonces a la salida la forma de la onda es la siguiente:



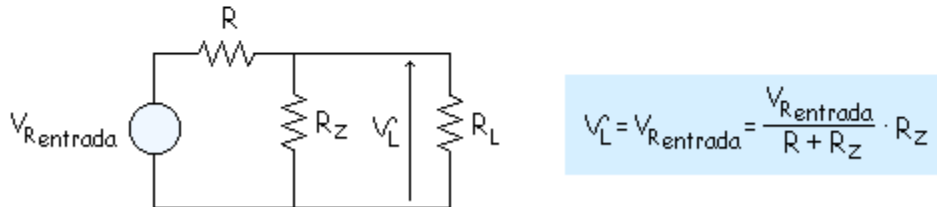
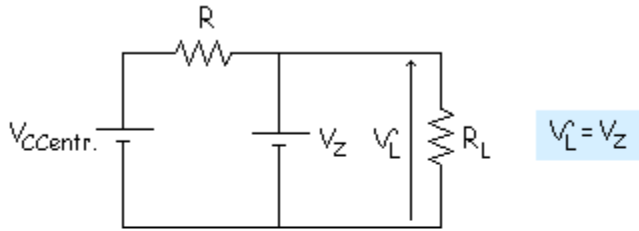
2ª aproximación



El circuito equivalente sería de la siguiente forma:



A ese circuito se le aplica la superposición:

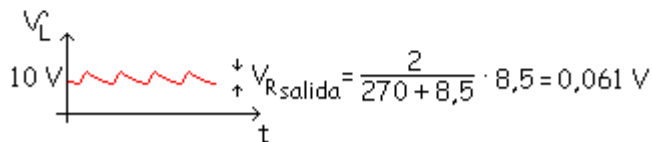
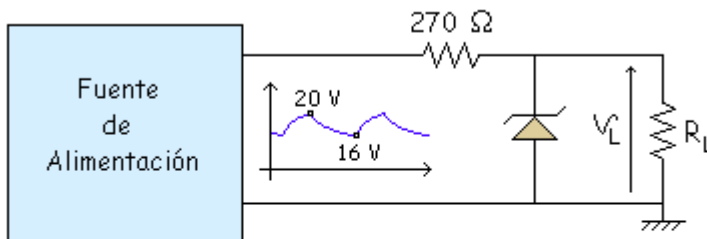


Como la superposición es la suma de estos 2 circuitos la solución será esta:

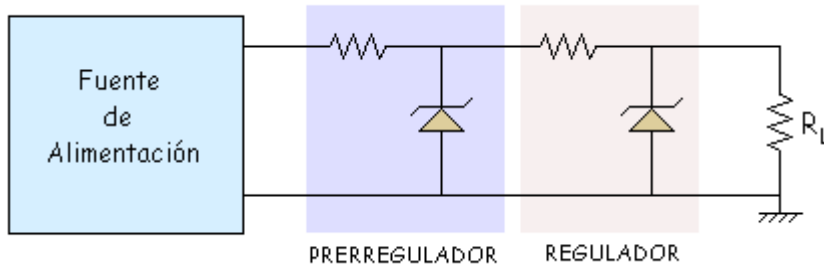
$$V_L = V_Z + \frac{V_{Rentrada}}{R + R_Z} \cdot R_Z$$

Con esto se ve que lo que hace el zener es "Amortiguar el rizado". Veamos cuanto disminuye el rizado:

EJEMPLO:1N961 $V_Z = 10 \text{ V}$ $R_Z = 8,5 \text{ V}$ $V_{Rentr.} = 2 \text{ V}$



Si quiero disminuir más el rizado pondría otro regulador que disminuiría más el rizado pico a pico:

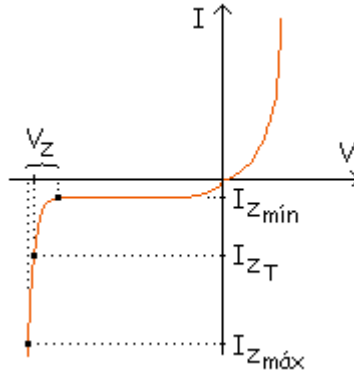


Hoja de características de un zener

Vamos a ver el calculo de los valores a partir de la hoja de características con un ejemplo.

EJEMPLO: 1N759 $V_Z = 12\text{ V}$ $I_{ZT} = 20\text{ mA}$

El fabricante suele dar un valor intermedio de V_Z y I_{ZT} . (corriente de prueba, valor al que el fabricante a hecho esa prueba).



Al ser una curva, su pendiente varía y su R_Z también, entonces el fabricante suele dar el valor en ese punto:

$R_Z = Z_{ZT} = 30\text{ W a } I_{ZT} = 20\text{ mA}$

$I_{Z\text{máx}} = 30 \div 35\text{ mA}$ (esta variación entre diodos iguales es debida a la tolerancia).

Haciendo algunos cálculos:

$$P_Z = \frac{V_Z \cdot I_Z}{12 \cdot 30} = 360\text{ mW}$$

$$= 12 \cdot 35 = 420\text{ mW}$$

Tolerancia: En cuanto a la tensión zener (V_Z):

Serie 1N746 (1N746 al 1N759) $\pm 10\%$

Serie 1N746A (1N746A al 1N759A) $\pm 5\%$

EJEMPLO: 1N759 $V_Z = 12\text{ V} \pm 10\%$ (13,2 V y 10,8 V)

1N759A $V_Z = 12\text{ V} \pm 5\%$ (12,6 V y 11,4 V)

Dispositivos Optoelectrónicos

Son los dispositivos que están relacionados con la luz:

Diodo LED.

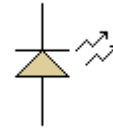
Fotodiodo.

Display de 7 segmentos.

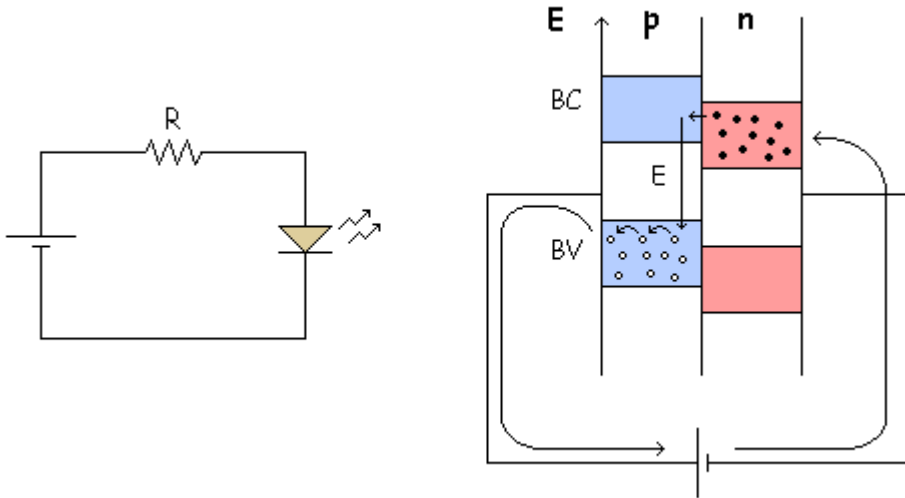
Optoacoplador.

diodo led

Es un diodo emisor de luz. Símbolo:



Se basa en:



El negativo de la pila repele a los electrones que pasan de n a p, se encuentran en p con un hueco, se recombina con él y ya no es electrón libre, al bajar de BC a BV pierde una energía E que se desprende en forma de luz (fotón de luz).

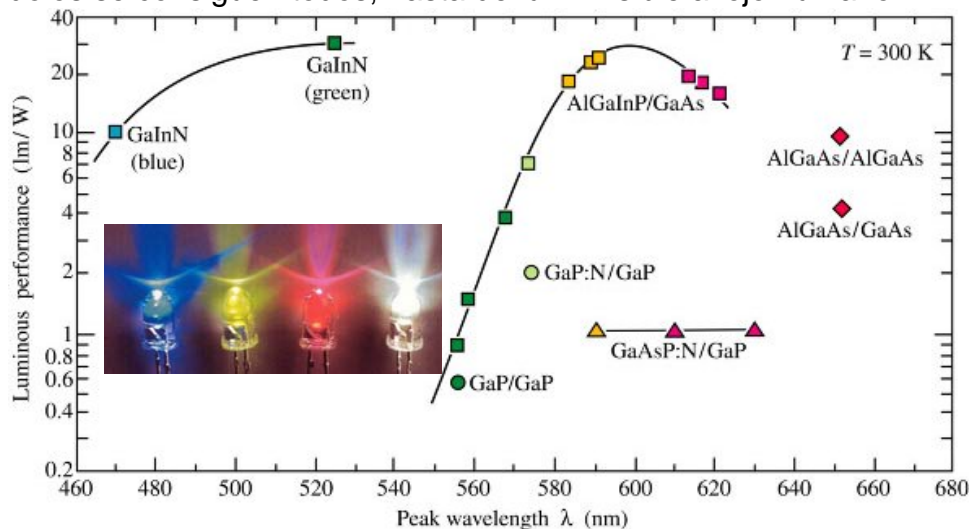
Diferencias entre un diodo normal y un LED:

Diodo normal, E en forma de calor.

Diodo LED, E en forma de fotón. ($E = h \cdot f$, $h =$ cte de Planck, $f =$ frecuencia que da color a esa luz).

Diodo normal hecho de silicio.

Diodo LED hecho de As, P, Ga y aleaciones entre ellas. Para cada material de estos la distancia de BC y BV es distinta y así hay distintos colores, y mezclándolos se consiguen todos, hasta de luz invisible al ojo humano.



Aplicación:

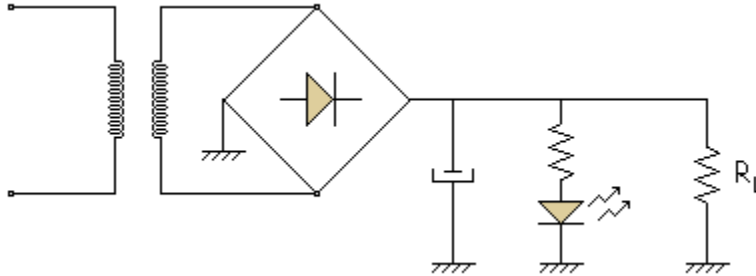
Lámparas de señalización.

Alarmas (fotones no visibles).

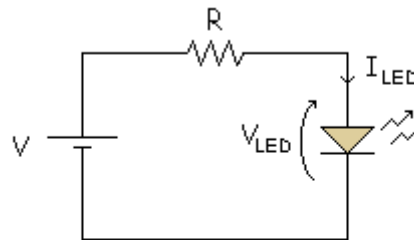
Etc...

El diodo LED siempre polarizado en directa, y emitirá luz.

Podemos usar esto en una fuente de alimentación que hemos dado.

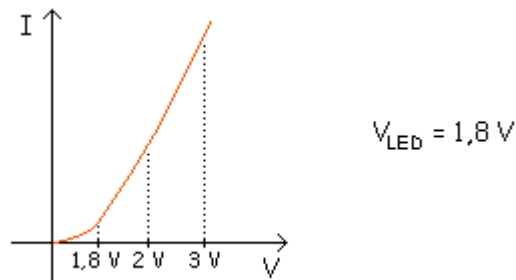


La intensidad del LED:

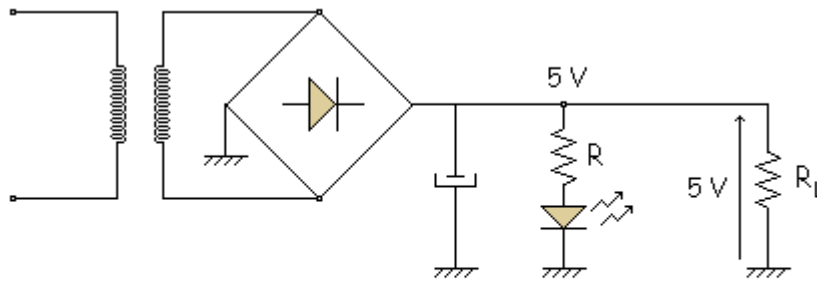


$$I_{LED} = \frac{V - V_{LED}}{R}$$

Normalmente para el valor de 10 mA se suelen encender (ver en el catálogo). La tensión en el LED:



Diferencia con el silicio, la tensión es mayor. Cuando no dice nada se coge $V_{LED} = 2 \text{ V}$.



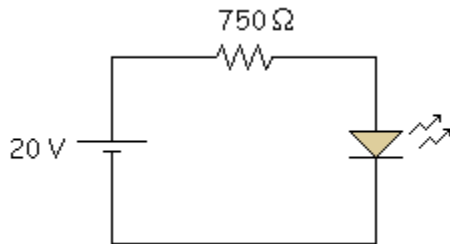
$$I_{LED} = \frac{5 - V_{LED}}{R}$$

Aquí el diodo LED es un indicador que nos dice si la fuente de alimentación está encendida o apagada.

EJEMPLO: TIL 222 LED verde

$$V_{LED} = 1,8 : 3 \text{ V}$$

Hay que ver que luz da, si funciona bien en ese rango de valores. Se sacan las intensidades para los 2 extremos:

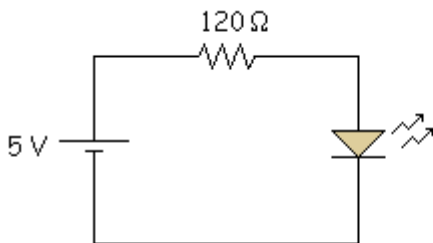


$$I_{LED} = \frac{20 - 1,8}{750} = 22,7 \text{ mA}$$

$$I_{LED} = \frac{20 - 3}{750} = 24,3 \text{ mA}$$

La corriente varía muy poco, lo que implica que la iluminación varía muy poco, está muy bien diseñado.

EJEMPLO:



$$I_{LED} = \frac{5 - 1,8}{750} = 26,7 \text{ mA}$$

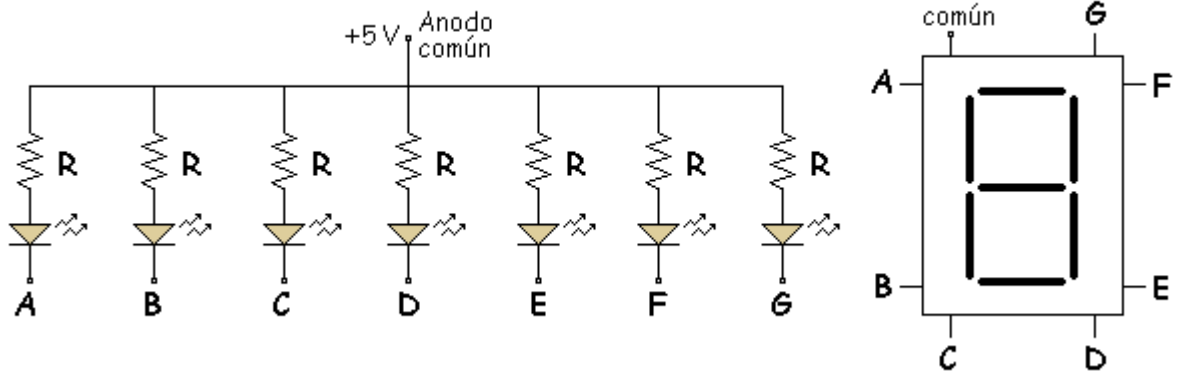
$$I_{LED} = \frac{5 - 3}{120} = 16,7 \text{ mA}$$

No es muy buen diseño porque la intensidad varía bastante, y la iluminación varía mucho.

Conclusión: Los circuitos con tensiones grandes y resistencias grandes funcionan bien, por lo tanto, si se pueden tomar valores grandes.

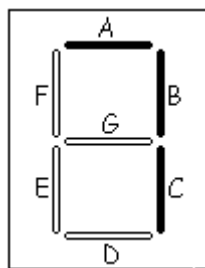
Display de 7 segmentos

Son 7 diodos LED:



Se utiliza en electrónica digital con + 5 V y 0 V.

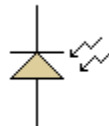
EJEMPLO: El 7:



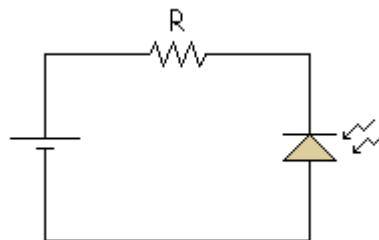
En este ejemplo se han encendido los LED A, B y C.

El Fotodiodo

Recibe luz, al contrario que el led:

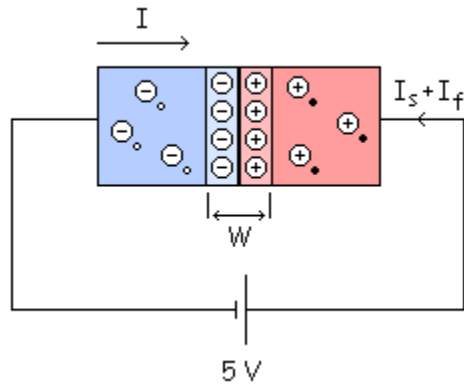


Se usa en polarización Inversa. Diodo normal en inversa:



Cuando se coloca una pila en inversa, el negativo atrae a los huecos y los saca de la unión con el ión (lo mismo con el positivo y los electrones). Pero se llega a un equilibrio, un equilibrio con una W (anchura de z.c.e.) concreta.

Y no tenemos ni huecos ni electrones en la z.c.e. (W) y esa unión me la pueden pasar los portadores (h y e) (solo quedan los iones en la W).



Hay una pequeña generación térmica y los pares h-e que se crean se recombinan antes de llegar a W... No sirve para nada, se recombinan pero los que se generan cerca de la unión pueden cruzar y los minoritarios sirven para cruzar y tenemos e hacia la izquierda y h hacia la derecha. Tenemos así una corriente inversa de saturación que es muy pequeña. Otra corriente que tenemos es la I_f que es también pequeña.

Se suele coger la corriente de p hacia n, en la realidad es al revés, por eso $I = -I_s - I_f$, es negativa.

En un fotodiodo además de la generación térmica se le suma la "Generación por energía luminosa", que la crean los fotones que atacan cerca de la unión formando más pares h-e y por lo tanto más corriente. Entonces tenemos:

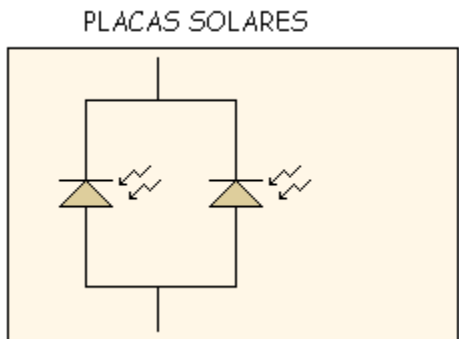
$$I = -I_s - I_f - I_{luz}$$

Y la corriente es mayor:

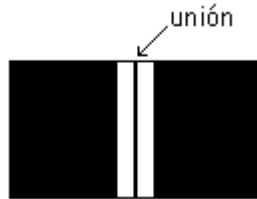
$$\text{iluminación} \uparrow \Rightarrow \text{fotones} \uparrow \Rightarrow |I| \uparrow$$

Aumenta en valor absoluto. Es para convertir energía luminosa en energía eléctrica.

Aplicación: Las placas solares están basadas en los fotodiodos. Si los pongo en paralelo es el doble, por eso se ponen muchos.

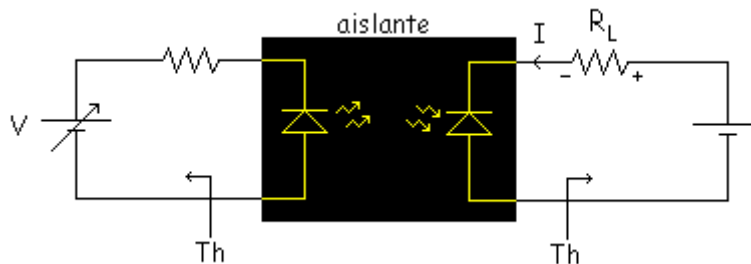


Pero el rendimiento es pequeño todavía. En fotodiodos interesa que la luz se de cerca de la unión por eso están pintadas de negro en todo excepto cerca de la unión.

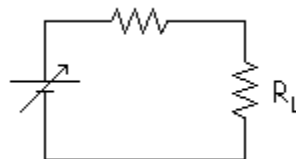


el optoacoplador

Es un encapsulado con 4 patillas, también de negro, para que no salga luz de dentro hacia fuera.

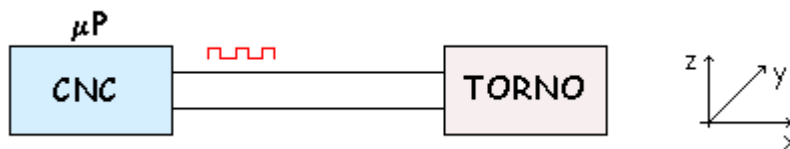


Si vario la pila varía I_{LED} , varía la iluminación que recibe el fotodiodo, varía su corriente I . Esta variación de V afecta a la I y esta a la tensión en R_L . En realidad ese circuito es como:

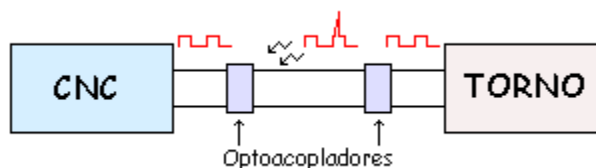


Pero el fotodiodo sirve para aislar, puede dar problemas conectar directamente a la carga.

EJEMPLO: Conectar un torno, le tengo que pasar información con un control numérico.



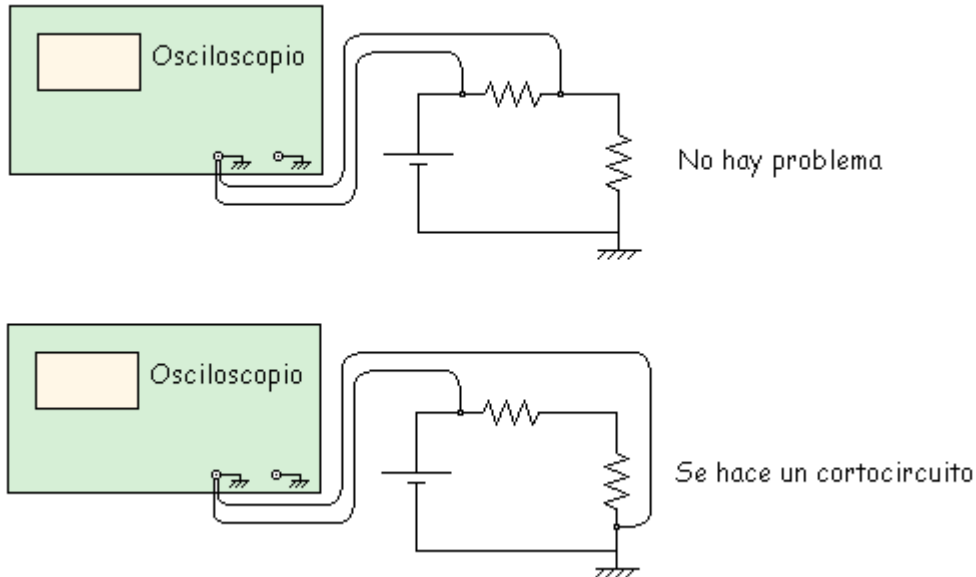
Le mando información en 5 V y 0 V y como es un ambiente malo puede haber información que varía, picos problemas (o vuelven del torno picos). Hay que aislar un circuito de control (CNC) de la máquina que voy a controlar.



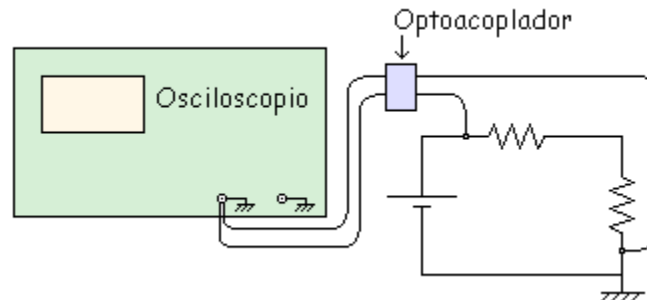
El optoacoplador suele quitar los picos, amortigua los parásitos, no reacciona tan bruscamente a la luz y se reducen esos picos problemáticos.

Aplicación: Osciloscopio

Tiene problemas de tierra. Se puede hacer un cortocircuito entre las 2 tierras



Solución poner un Optoacoplador para medir lo que se quiera.



Ahora si se puede y no tenemos el cortocircuito que teníamos anteriormente.

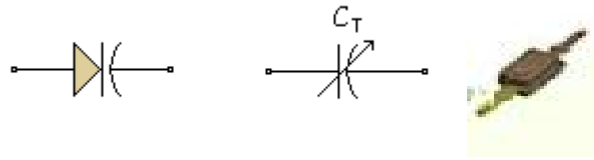
El diodo Schottky

A frecuencias bajas un diodo normal puede conmutar fácilmente cuando la polarización cambia de directa a inversa, pero a medida que aumenta la frecuencia el tiempo de conmutación puede llegar a ser muy alto, poniendo en peligro el dispositivo.

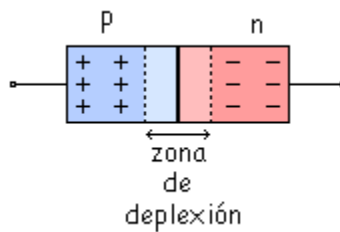
El diodo Schottky es la solución ya que puede conmutar más rápido que un diodo normal. El diodo Schottky con polarización directa tiene 0,25 V de barrera de potencial frente a los 0,7 V de un diodo normal. Puede rectificar con facilidad a frecuencias superiores a 300 MHz.

El Varicap

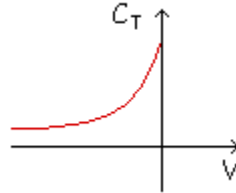
El Varicap (Epicap, capacidad controlada por tensión o diodo de sintonía) es un diodo que se comporta como un condensador donde la capacidad está controlada por la tensión.



Gracias a este dispositivo hoy en día tenemos todos los receptores de radio o televisión con sistemas digitales, ya que la sintonía no la hacemos moviendo partes mecánicas (condensador variable) sino pulsadores de toque suave que nos permiten programar desde un control remoto, el canal o la emisora deseada. Las regiones p y n se comportan como las placas de un condensador y la zona de deplexión es como el dieléctrico.



En inversa la anchura de la "Zona de deplexión" aumenta con la tensión inversa y la capacidad disminuye.



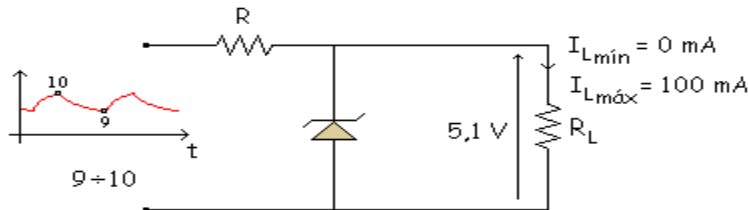
Problema 1.

Queremos construir un circuito estabilizador (Regulador) que entregue a la salida una tensión de 5,1 V, sabiendo que la carga consume una $I_{Lmáx} = 100 \text{ mA}$, siendo $I_{Lmín} = 0$ y que dispone de una alimentación que varía entre 9 V y 10 V. Los diodos zener de que se dispone son:

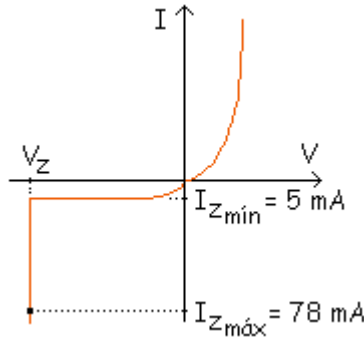
	V_Z	$I_{Zmín}$	$P_{Zmáx}$
Z_1	5,1 V	5 mA	400 mW
Z_2	5,1 V	50 mA	1,5 W
Z_3	5,1 V	100 mA	2,5 W

Elegir el componente que corresponda y diseñar el circuito.

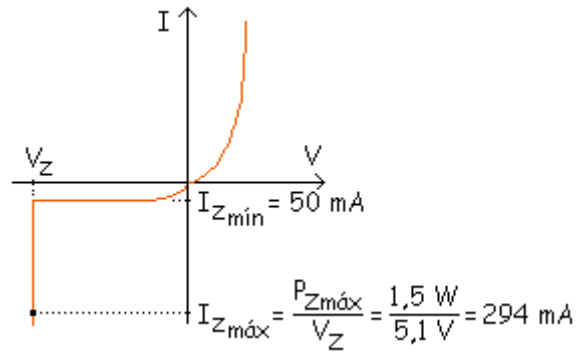
Solución:



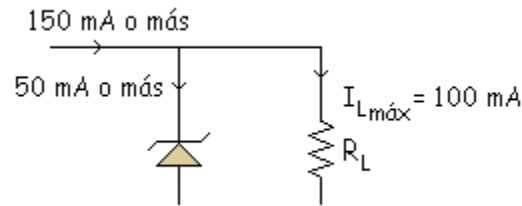
Hay que elegir el más barato que se pueda. Si cogemos el Z_1 :



Si se abre la carga por el zener irían 105 mA y como $I_{Z\text{máx}} = 78 \text{ mA}$ no podría funcionar, se quemaría y se estropearía no la resistiría. Si probamos con Z_2 :

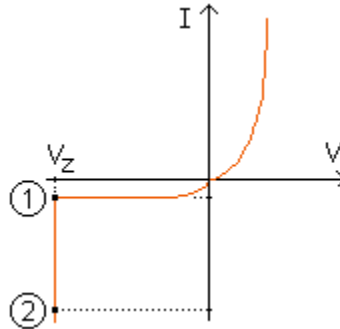


Veamos si es suficiente esa corriente, la peor suposición es $I_{L\text{máx}} = 100 \text{ mA}$.



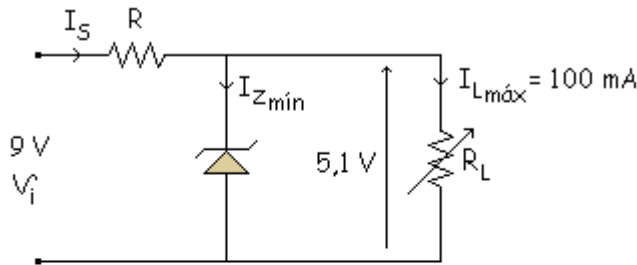
Si abrimos la carga los 150 mA van por el zener y como soporta hasta 294 mA si valdría, el Z_2 es el adecuado. Ahora elegiremos la resistencia (R).

Tenemos dos puntos importantes para analizarlos:



Peligro de que el zener se quede sin corriente

Suposiciones críticas para ese punto:



$$R = \frac{V_{i\text{mín.}} - V_Z}{I_{Z\text{mín}} - I_{L\text{máx}}}$$

$$R = \frac{9 - 5,1}{I_5} = \frac{9 - 5,1}{I_{Z\text{mín}} - I_{L\text{máx}}} = \frac{9 - 5,1}{50 \text{ mA} - 100 \text{ mA}} = 26 \Omega$$

El peor caso para que el zener se quede sin corriente es que vaya el máximo valor por R_L o que vaya el mínimo de tensión por R_L (9 V).

Si varío esa R por ejemplo a 30 ohm:

$$R = \frac{9 - 5,1}{30} - 100 < 50 \text{ mA}$$

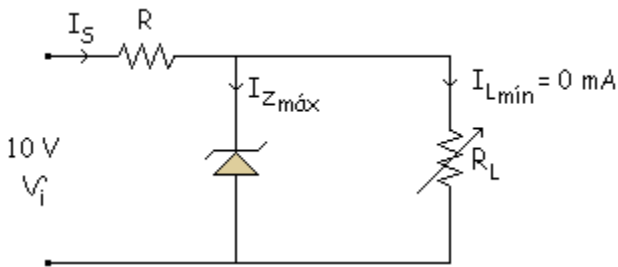
$$R \uparrow \Rightarrow I_Z \downarrow$$

Disminuye la I_Z al aumentar la R . Por lo tanto no puedo poner resistencias mayores que 26 ohm. Si ponemos resistencias menores que 26 ohm la intensidad zener aumenta y por lo tanto si se pueden poner.

$$R \downarrow \Rightarrow I_Z \uparrow$$

En el otro punto peligroso.

Peligro de que el zener se queme



$$R = \frac{V_{i\text{máx}} - V_Z}{I_S} = \frac{V_{i\text{máx}} - V_Z}{I_{Z\text{máx}} + I_{L\text{mín}}}$$

$$R = \frac{10 - 5,1}{294 + 10} = 16,6 \Omega$$

Si $R \uparrow \Rightarrow I_Z \downarrow$ funciona bien

Si $R \downarrow \Rightarrow I_Z \uparrow$ se quema

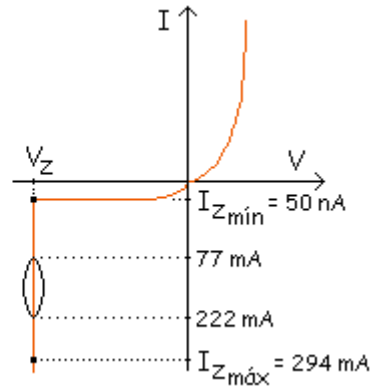
Entonces la resistencia esta entre estos dos valores:

$$16,6 \Omega < R < 26 \Omega$$

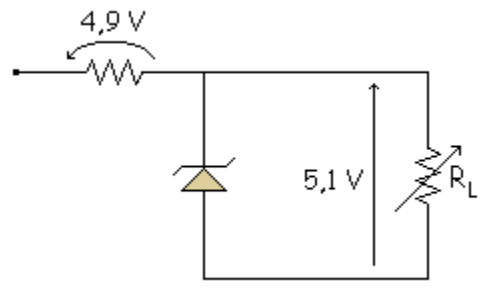
Cualquier valor entre estos dos valores valdría, tomamos por ejemplo: $R = 22$.
Vemos que ocurre en los 2 casos extremos:

$$\frac{9-5,1}{I_Z + 100 \cdot 10^{-3}} = 22 \Rightarrow I_Z = 77 \text{ mA}$$

$$\frac{10-5,1}{I_Z + 0} = 22 \Rightarrow I_Z = 222 \text{ mA}$$



Ahora que sabemos en que zona trabaja el zener tenemos que calcular de que potencia elegimos esa resistencia.



Peor caso: $I_Z = 222 \text{ mA}$ $P = (10-5,1) \cdot 222 \cdot 10^{-3} = 1,08 \text{ W}$
 Se cogió un valor normalizado de 2 W.

22 Ω / 2 W

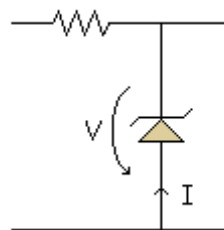
Ahora vamos a ver el rango de valores por el que mueve la resistencia de carga (R_L):

$$I_{L_{\min}} = 0 \text{ mA} \Rightarrow R_L = \frac{5,1}{0,1} = 51 \Omega$$

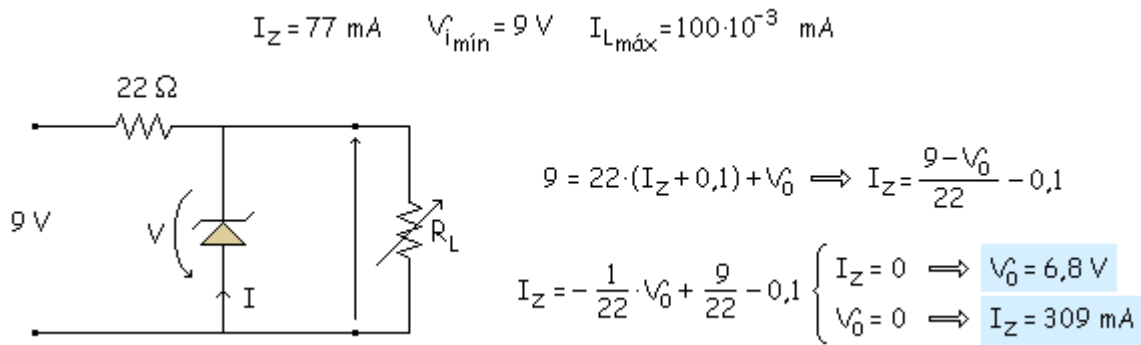
$$I_{L_{\max}} = 100 \text{ mA} \Rightarrow R_L = \text{Muy grande (vacío)}$$

$$R_L = 51 \Omega, 52 \Omega, \dots$$

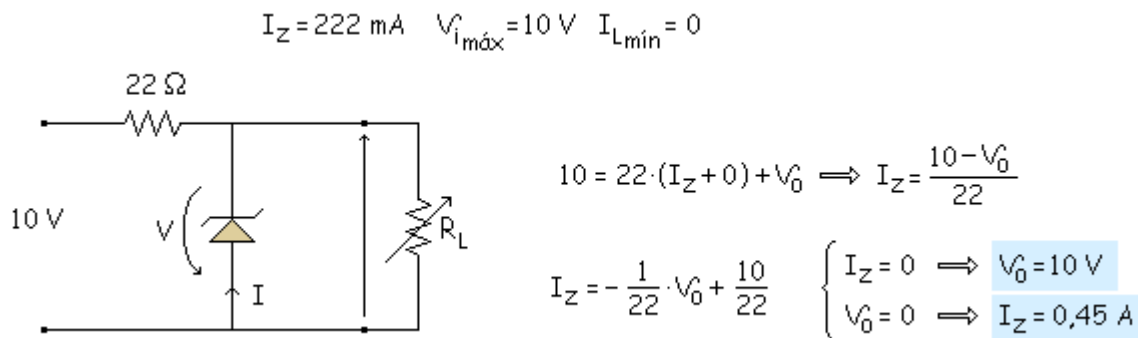
Calculo de la Recta de carga: Tomaremos el convenio de la figura con lo que nos saldrán la intensidad y la tensión negativas (en el tercer cuadrante).



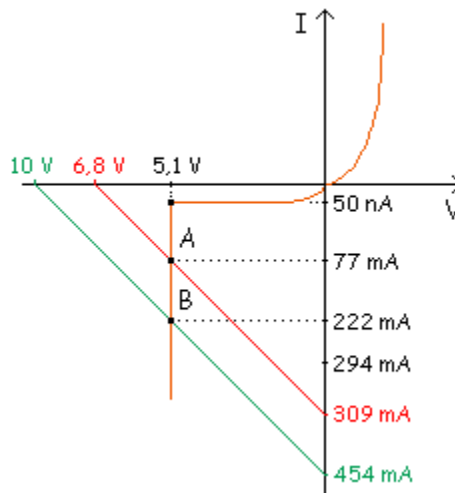
Punto A



Punto B



Finalmente la representación gráfica de esas ecuaciones queda de la siguiente manera:

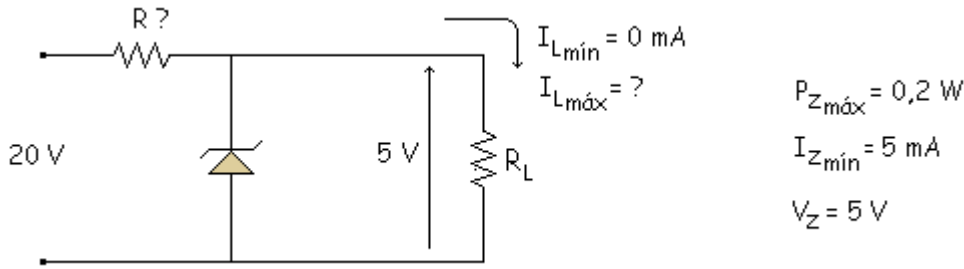


Las dos rectas de carga son paralelas. Los demás puntos están entre esas dos rectas paralelas.

Problema 2.

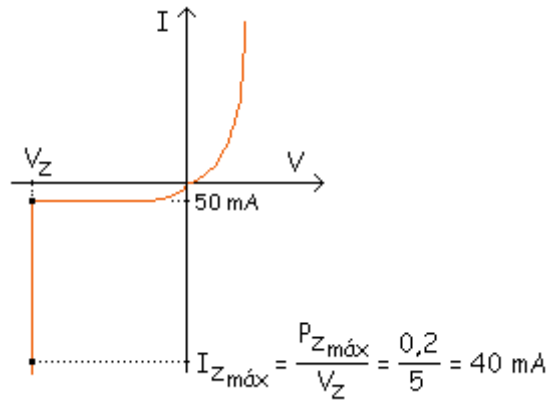
a) Un diodo zener que disipa una $P_{\text{máx}} = 0.2 \text{ W}$, regula a 5 V desde una $I_{Z\text{mín}} = 5 \text{ mA}$. Se pretende construir un regulador de 5 V que regule desde $I_L = 0$ hasta el

valor máximo de I_L . Suponiendo una $v_i = 20$ V. Determinar el valor de la Resistencia, su potencia y la $I_{Lm\acute{a}x}$.



Solución:

Primeramente calcularemos los puntos límite de ruptura del diodo zener:



Si la R_L está en vacío, por la R va el máximo valor de la intensidad por el zener ($I_{Zm\acute{a}x} = 40$ mA). Para calcular el valor máximo de la intensidad por la carga, vemos que por el zener la $I_{Lm\acute{i}n} = 5$ mA y como hemos dicho que el valor máximo por R son 40 mA, entonces por la carga el máximo valor que irá será: $I_{Lm\acute{a}x} = 35$ mA. Ahora calcularemos los valores de la resistencia (R), la tensión por la resistencia (V_R) y la potencia por la resistencia (P_R).

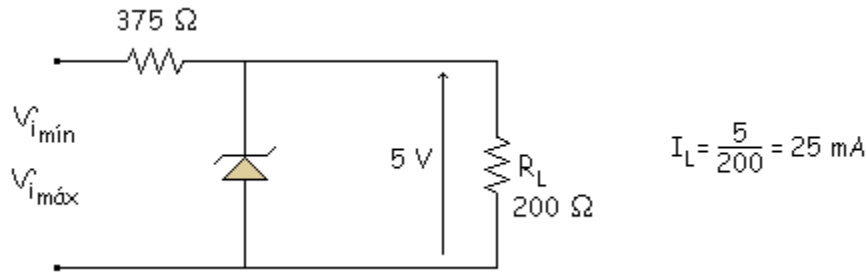
$$R = \frac{20 - 5}{40} = 375 \Omega$$

$$V_R = 15 \text{ V}$$

$$P_R = 15 \cdot 40 = 0,6 \text{ W}$$

b) Suponiendo que se mantiene la R del apartado a) y que la R_L es cte. y de valor 200 ohm, hallar el valor máximo y mínimo de la tensión de entrada para que el circuito regule bien.

Solución:



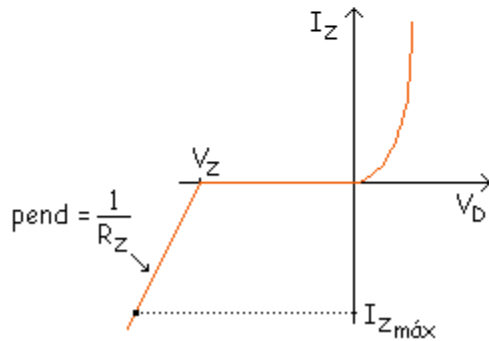
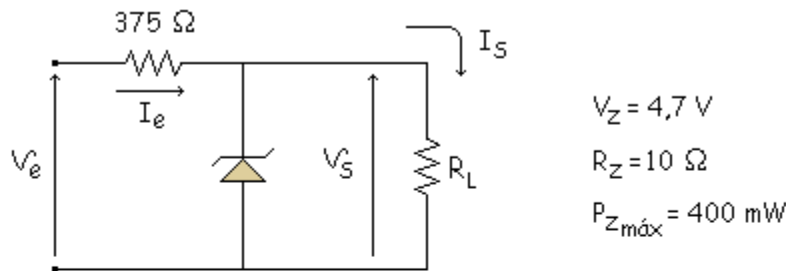
Para calcular los valores máximo y mínimo de la tensión de entrada tengo que estar en los puntos límite del circuito.

$$V_{i\text{máx}} = 375 \cdot (40 + 25) \cdot 10^{-3} + 5 = 29,375 \text{ V}$$

$$V_{i\text{mín}} = 375 \cdot (25 + 5) \cdot 10^{-3} + 5 = 16,25 \text{ V}$$

Con lo que tenemos un rizado a la entrada entre esos 2 valores.

Problema 3



En circuito estabilizador de la figura, los valores nominales son:

$$V_e = 10 \text{ V}$$

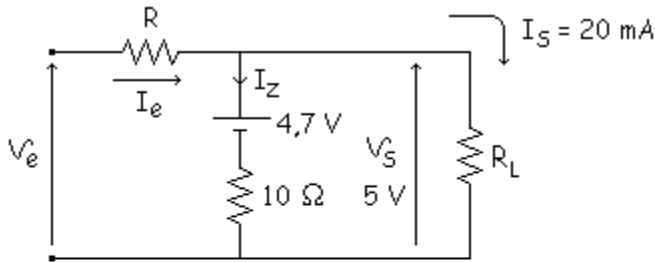
$$V_S = 5 \text{ V}$$

$$I_S = 20 \text{ mA}$$

a) Calcular la $R_{\text{limitadora}}$ usando los valores nominales. Usar este valor para los siguientes apartados.

Solución:

Aplicamos la 2ª aproximación y sustituimos por el modelo de esa 2ª aproximación.



$$I_{Z\text{mín}} = 0 \text{ mA}$$

$$I_{Z\text{máx}} = \frac{400 \text{ mW}}{4,7 \text{ V}} = 85,1 \text{ mA}$$

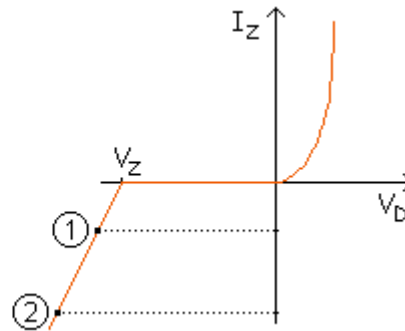
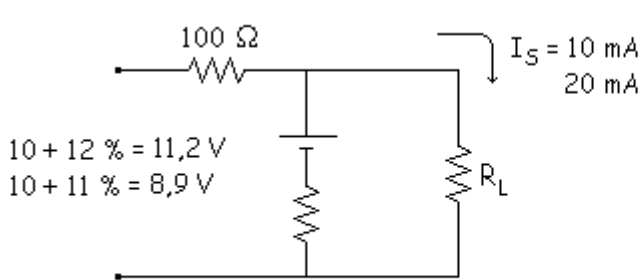
$$I_Z = \frac{5 - 4,7}{10} = 30 \text{ mA}$$

$$I_e = 30 + 20 = 50 \text{ mA}$$

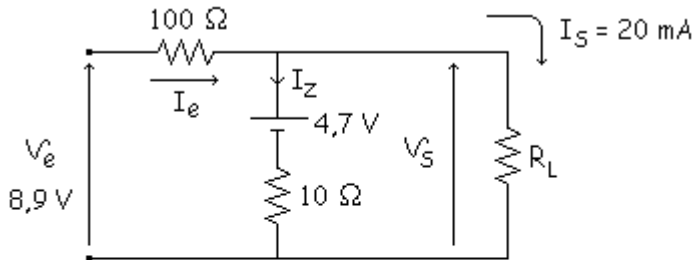
$$R = \frac{10 - 5}{50} = 100 \Omega$$

b) Se desea que la carga esté alimentada a una tensión de 5 V, con variaciones de corriente de 10 mA a 20 mA, si bien la nominal es de 20 mA. Si la v_e tiene un rizado de + 12 % y -11 % con respecto al valor nominal de 10V, calcular el tanto por cien de la variación de I_S entre 10 mA y 20 mA. Calcular la máxima potencia disipada por el diodo zener.

Solución:



Peligro de que el zener se quede sin corriente



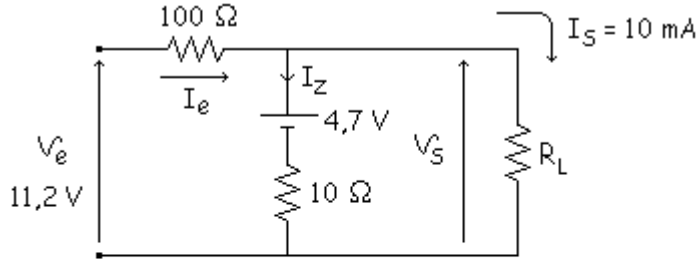
$$8,9 = 0,1 \cdot (I_Z + 20) + 4,7 + 0,01 \cdot I_Z \Rightarrow I_Z = 20 \text{ mA}$$

$$V_S = 4,7 + 0,01 \cdot 20 = 4,9 \text{ V}$$

La variación de este valor con respecto al ideal es de:

$$\frac{4,9-5}{5} \cdot 100 \% = -2 \%$$

Peligro de que el zener se quemé (aunque halla un margen de seguridad)



$$11,2 = 0,1 \cdot (I_z + 10) + 4,7 + 0,01 \cdot I_z \Rightarrow I_z = 50 \text{ mA}$$

$$V_s = 4,7 + 0,01 \cdot 50 = 5,2 \text{ V}$$

La variación respecto al ideal:

$$\frac{5,2-5}{5} \cdot 100 \% = +4 \%$$

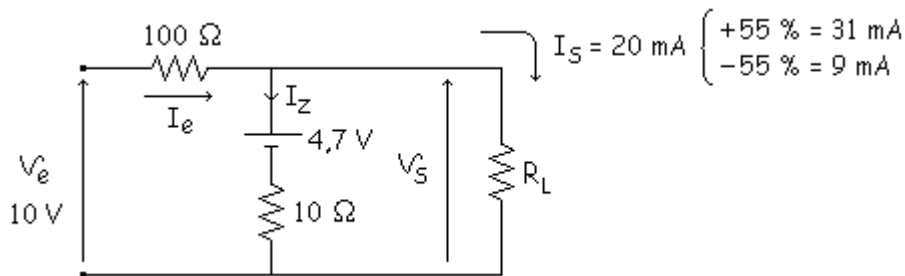
El zener sufre más en el caso 2 y su potencia será la máxima en este caso.

$$P_z = 5,2 \cdot 50 = 260 \text{ mW}$$

No se quemará con esta potencia porque el máximo valor el $P_{z\text{máx}} = 400 \text{ mW}$

c) Variación en % de la tensión de salida para una variación de la intensidad de carga de $\pm 55 \%$ con respecto al valor nominal, con $v_e = \text{cte}$.

Solución:



Ahora veremos lo que ocurre con un aumento de un 55 % de la intensidad en la carga:

$$10 = 0,1 \cdot (I_z + 31) + 4,7 + 0,01 \cdot I_z \Rightarrow I_z = 20 \text{ mA}$$

$$V_s = 4,7 + 0,01 \cdot 20 = 4,9 \text{ V}$$

$$\frac{4,9-5}{5} \cdot 100 \% = -2 \%$$

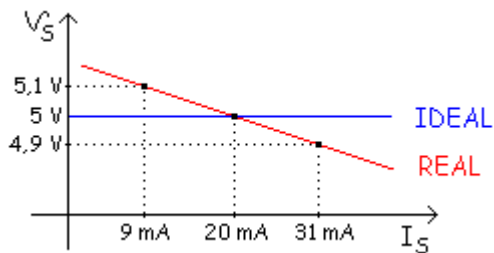
Y si disminuimos un 55 % de la intensidad de la carga con respecto al valor nominal:

$$10 = 0,1 \cdot (I_Z + 9) + 4,7 + 0,01 \cdot I_Z \implies I_Z = 40 \text{ mA}$$

$$V_S = 4,7 + 0,01 \cdot 40 = 5,1 \text{ V}$$

$$\frac{5,1 - 5}{5} \cdot 100 \% = +2 \%$$

Si lo representamos gráficamente nos quedaría algo como esto:



El caso más ideal es el que tiene la curva de regulación más horizontal.

Bibliografía:

Material preparado por Ing. Martín E. Duran Instructor de electrónica y telecomunicaciones centro Metalmecánico SENA Regional Antioquia
 Tomado del Curso de electrónica Básica por Internet Por: Autor: Andrés Aranzabal Olea Director de proyecto: Carmelo Alonso González
 e-mail de contacto: jtpalgoc@sb.ehu.es
 Tomado de componentes electrónicos tema1 [http://www.ate.uniovi.es/manuel Rico secades](http://www.ate.uniovi.es/manuel_Rico_secades)