

ELECTRONICA APLICADA I

Prof. Adj. Ing. Fernando Cagnolo

Prof. Adj. Dr. Ing. Guillermo Riva

- **EL DIODO ZENER**

Contenido:

Símbolo y curva característica

Nomenclatura

Datos del fabricante

Coeficiente de temperatura

Reducción de la Potencia Nominal

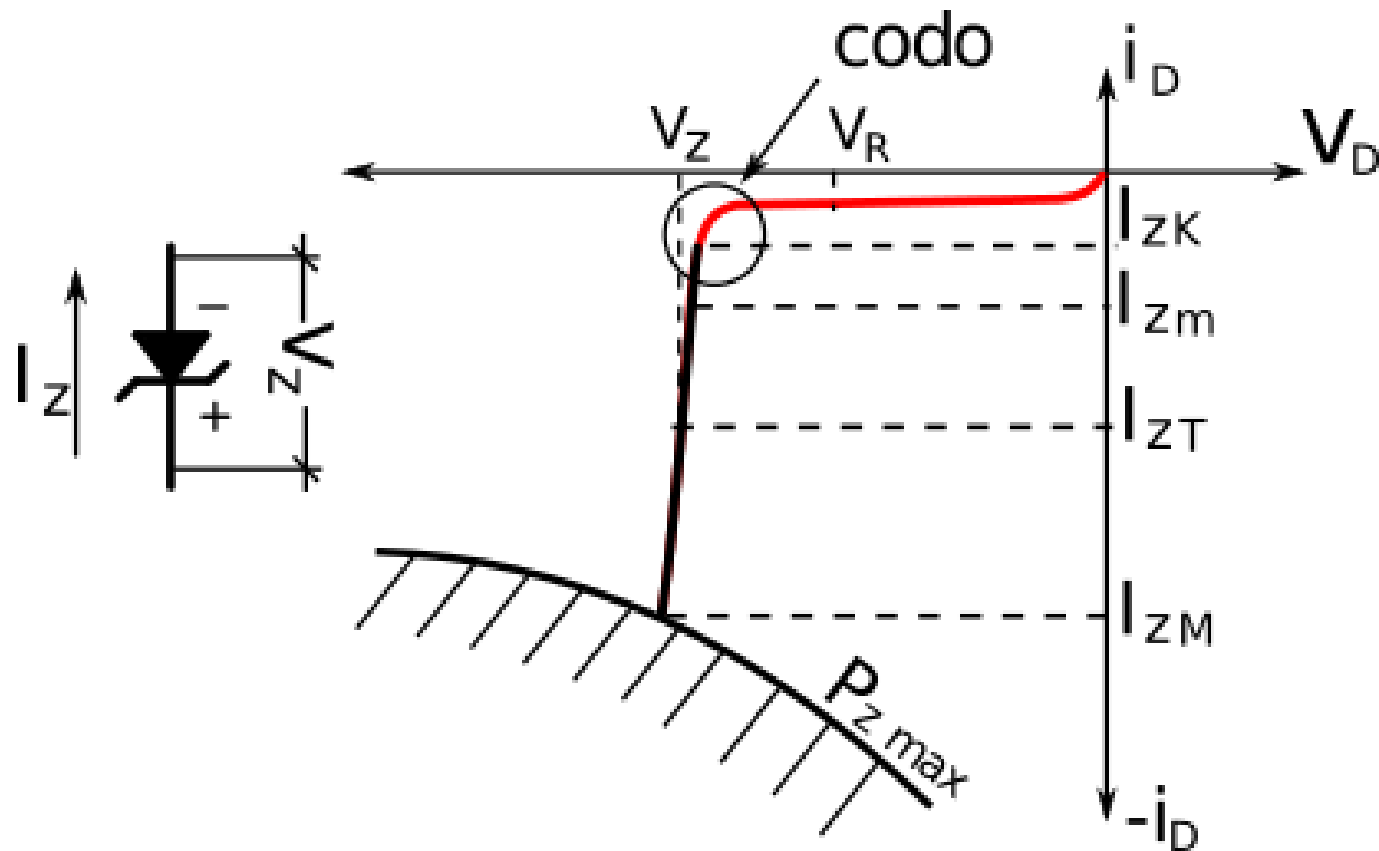
Circuito básico estabilizador de tensión.

Ecuaciones de diseño

Ejemplo de aplicación

Diodo Zener

- Símbolo y curva característica .



Diodo Zener

$I_{Z,\max}$: *Corriente máxima.*

I_{ZT} : *Corriente de testeo.*

$I_{Z,\min}$: *Corriente mínima.*

I_{ZK} : *Corriente en el codo.*

V_Z : *Tensión de Zener.*

V_R : *Tensión inversa.*

I_R : *Corriente de fuga en inversa.*

$P_{Z,\max}$: *Potencia máxima.*

Diodo Zener

Datos del fabricante: $P_{Z,\max}$ y V_Z

$$P_{Z,\max} = V_Z \times I_{Z,\max} \Rightarrow I_{Z,\max} = \frac{P_{Z,\max}}{V_Z}$$

$$I_{Z,\min} = \frac{1}{10} \times I_{Z,\max}$$

$$\frac{1}{4} \times P_{Z,\max} = I_{ZT} \times V_Z \Rightarrow I_{ZT} = \frac{P_{Z,\max}}{4V_Z}$$

Diodo Zener

Coeficiente de Temperatura

$$TC = \frac{\Delta V_Z / V_Z}{T_1 - T_0} \times 100 \left[\frac{\%}{^\circ C} \right]$$

TC : Coeficiente temperatura.

ΔV_Z : Variación de Voltaje de Zener.

V_Z : Voltaje de Zener Nominal a $25^\circ C$.

T_0 : Temperatura ambiente ($25^\circ C$).

T_1 : Nuevo nivel de temperatura.

Despejando ΔV_Z :

$$\Delta V_Z = \frac{TC \times V_Z}{100\%} (T_1 - T_0)$$

Diodo Zener

Reducción de la Potencia Nominal

- La potencia máxima de un diodo Zener se especifica para temperaturas menor o igual de un cierto valor (por ejemplo 50°C).

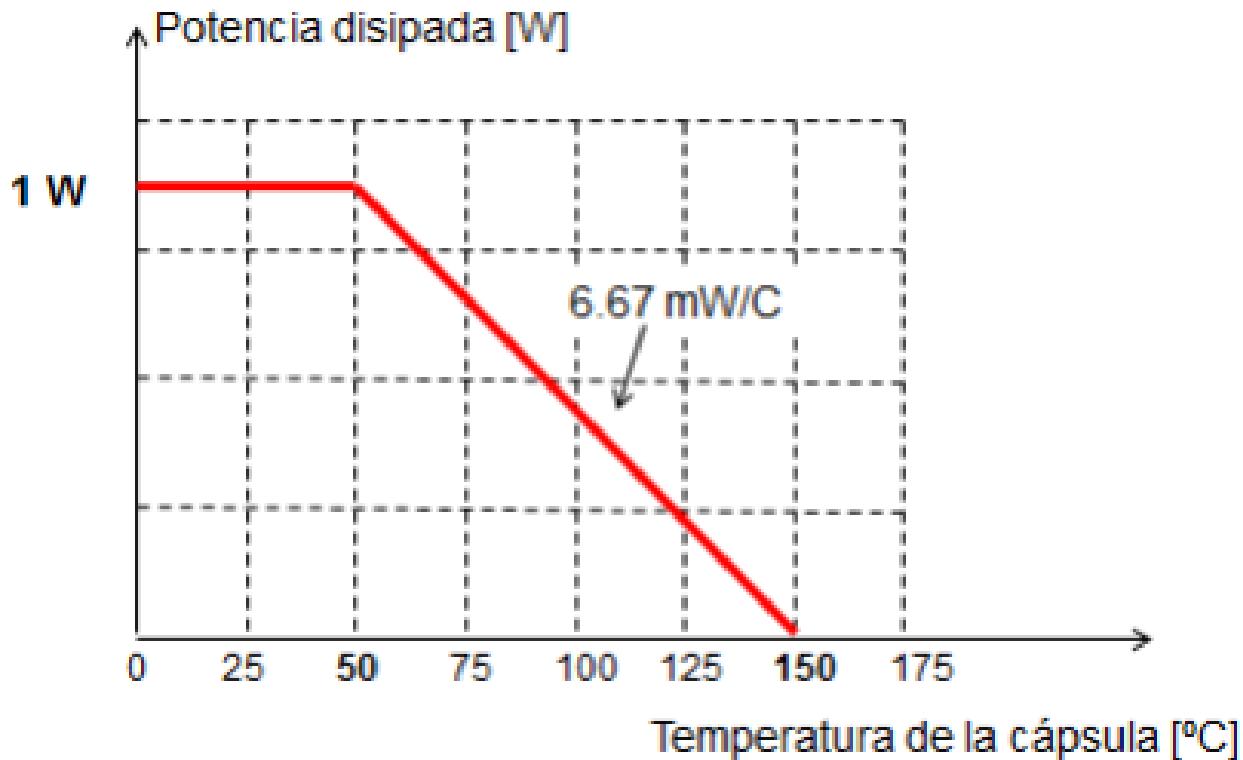
Por encima de ese valor la potencia disipada se reduce en un factor de reducción nominal en mW/°C.

La potencia reducida se determina por:

$$P_{D,reducida} = P_{D,max} - \left(mW / ^\circ C \right) \times \Delta T$$

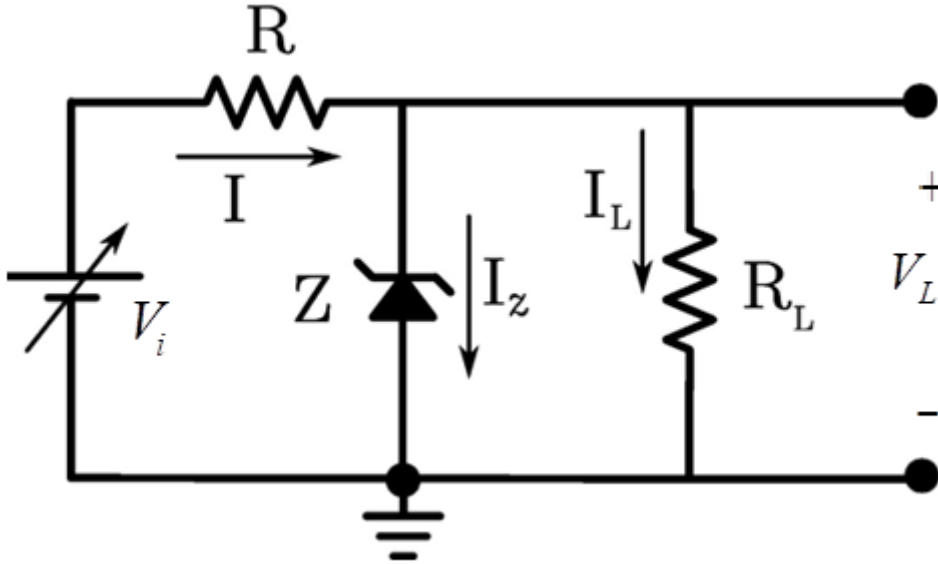
Diodo Zener

Reducción de la Potencia Nominal



Diodo Zener

Circuito básico estabilizador de tensión.



Variables

$$V_i (V_{i,\max}; V_{i,\min})$$

$$R_L \Rightarrow I_L (I_{L,\min}; I_{L,\max})$$

$$\text{Datos del Fabricante} \begin{cases} V_Z = V_L = cte \\ P_{Z,\max} \end{cases}$$

$$P_{Z,\max} = V_Z \times I_{Z,\max} \Rightarrow I_{Z,\max} = \frac{P_{Z,\max}}{V_Z}$$

$$I_{Z,\min} = \frac{1}{10} I_{Z,\max}$$

Diodo Zener

- Ecuaciones de diseño

Determinación de R.

$$I = I_Z + I_L$$

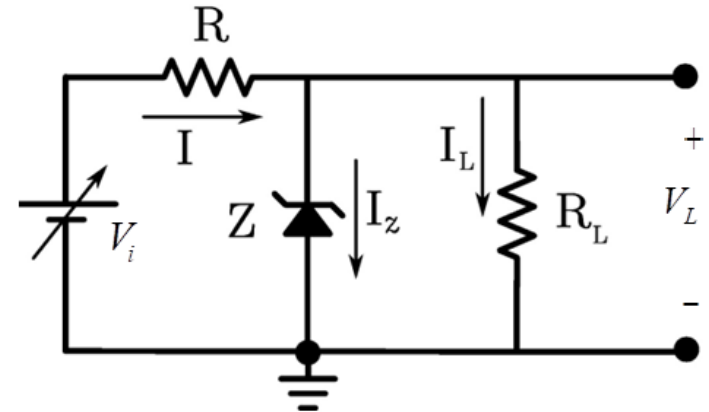
$$I_Z = I - I_L$$

$$I = \frac{V_i - V_Z}{R}$$

$$I_Z = \frac{V_i - V_Z}{R} - I_L \quad \Rightarrow \quad \text{Donde } I_L = \frac{V_L}{R_L}$$

$$I_Z + I_L = \frac{V_i - V_Z}{R}$$

$$R = \frac{V_i - V_Z}{I_Z + I_L}$$



Diodo Zener

- Ecuaciones de diseño

Para el correcto funcionamiento el zener no debe funcionar por debajo del codo ni exceder la potencia máxima. En otras palabras :

1. $I_{Z,\min}$ se da cuando $I_{L,\max}$ y la $V_{i,\min}$.

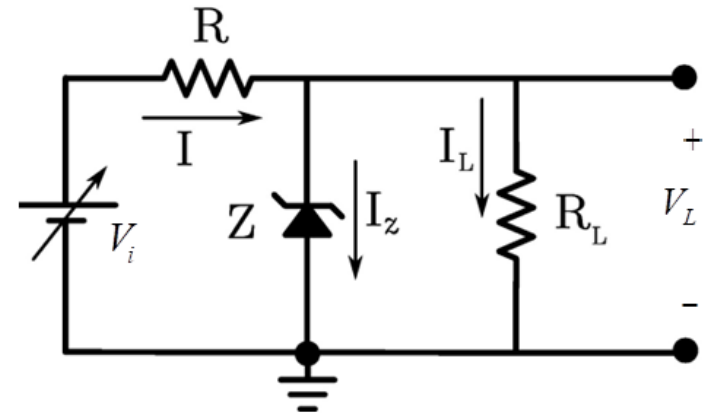
$$R = \frac{V_{i,\min} - V_Z}{I_{Z,\min} + I_{L,\max}}$$

2. $I_{Z,\max}$ se da cuando $I_{L,\min}$ y la $V_{i,\max}$.

$$R = \frac{V_{i,\max} - V_Z}{I_{Z,\max} + I_{L,\min}}$$

Igualando las dos expresiones obtenemos

$$\frac{V_{i,\min} - V_Z}{I_{Z,\min} + I_{L,\max}} = \frac{V_{i,\max} - V_Z}{I_{Z,\max} + I_{L,\min}}$$



Diodo Zener

- Ecuaciones de diseño

$$(V_{i,\min} - V_Z) \times (I_{Z,\max} + I_{L,\min}) = (V_{i,\max} - V_Z)(I_{Z,\min} + I_{L,\max})$$

Como conocemos el intervalo de variación de la tensión de entrada, el intervalo de variación de la corriente de salida y la tensión de zener; a la ecuación le quedan dos incógnitas $I_{Z,\min}$ e $I_{Z,\max}$, pero si establecemos que $I_{Z,\min} = 0.1I_{Z,\max}$ por lo que queda solamente $I_{Z,\max}$ despejando obtenemos:

$$(V_{i,\min} - V_Z) \times (I_{Z,\max} + I_{L,\min}) = (V_{i,\max} - V_Z)(0.1I_{Z,\max} + I_{L,\max})$$

$$I_{Z,\max} = \frac{I_{L,\max} (V_{i,\max} - V_Z) - I_{L,\min} (V_{i,\min} - V_Z)}{(V_{i,\min} - 0.9V_Z - 0.1V_{i,\max})}$$

Diodo Zener

- Ecuaciones de diseño

Reemplamos la $I_{Z,\max}$ en la ecuación de R para obtener su valor.

$$R = \frac{V_{i,\max} - V_Z}{I_{Z,\max} + I_{L,\min}}$$

Determinación la potencia del zener.

$$P_{Z,\max} = I_{Z,\max} \times V_Z$$

Determinación la potencia de R máxima.

$$P_{R,\max} = \frac{(V_{i,\max} - V_Z)^2}{R}$$

Ejemplo de aplicación con diodo Zener

Diseñe un regulador con zener de 3.3 V para un microcontrolador.

Determine la resistencia R y la potencia del zener.

Consumo del PIC 18F4550 $25 \text{ mA} \leq I_L \leq 50 \text{ mA}$

Fuente de entrada varia $5.8 \pm 1.5 \text{ V}$

$$I_{Z,\max} = \frac{I_{L,\max} (V_{i,\max} - V_Z) - I_{L,\min} (V_{i,\min} - V_Z)}{(V_{i,\min} - 0.9V_Z - 0.1V_{i,\max})}$$

$$I_{Z,\max} = \frac{50 \times 10^{-3} (7.3 - 3.3) - 25 \times 10^{-3} (4.3 - 3.3)}{(4.3 - 0.9 \times 3.3 - 0.1 \times 7.3)} = \frac{0.175}{0.6} = 0.2917 \text{ A}$$

$$R = \frac{V_{i,\max} - V_Z}{I_{Z,\max} + I_{L,\min}} = \frac{7.3 - 3.3}{0.2917 + 25 \times 10^{-3}} = \frac{4}{0.3167} = 12.63 \Omega$$

Ejemplo de aplicación con diodo Zener

Cálculo de la potencia del zener.

$$P_{Z,\max} = I_{Z,\max} \times V_Z = 0.2917 \times 3.3 = 0.96261 \text{ W} \cong 1 \text{ W}$$

El 1N4728A cumple con esas características

Cálculo de la potencia de R.

$$P_{R,\max} = \frac{(V_{i,\max} - V_Z)^2}{R} = \frac{(7.3 - 3.3)^2}{12.63} = 0.96 \text{ W} \cong 1 \text{ W}$$

Bibliografía

- **Diseño Electrónico - Circuitos y Sistemas,**
C. J. Savant Jr.-Martin S. Roden-Gordon L. Carpenter.
- **Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados,**
Donald L. Schilling-Charles Belove.
- **Dispositivos Electrónicos,**
Thomas L. Floyd.
- **Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos,**
Robert L. Boylestad-Louis Nashelsky.
- **1100 Problemas de Electrónica Resueltos.**
- Ing Alberto Muhana
- Hojas de datos de Zener