

Diodo Zener

Lección 03.2

Ing. Jorge Castro-Godínez

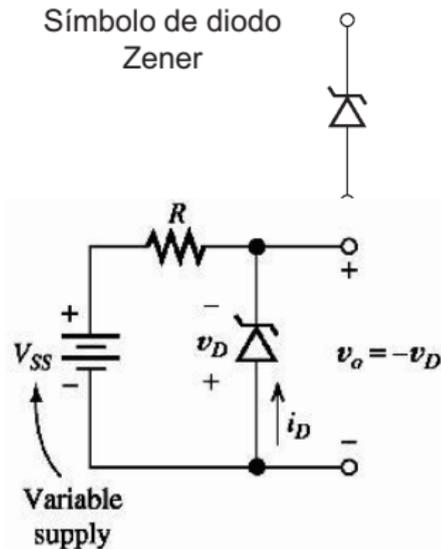
Escuela de Ingeniería Electrónica
Instituto Tecnológico de Costa Rica

II Semestre 2013

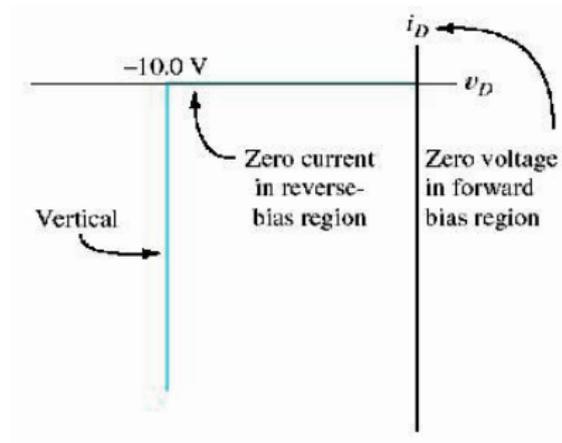
Contenido

- 1 Generalidades
- 2 Regulador de tensión
 - V_i y R fijos
 - V_i fijo, R variable
 - R_L fija, V_{in} variable
- 3 Análisis gráfico

- El diodo Zener es un tipo especial de diodo que opera en la región de ruptura.
- Hacen uso del efecto Zener o por avalancha.
- A.K.A. diodos de ruptura.



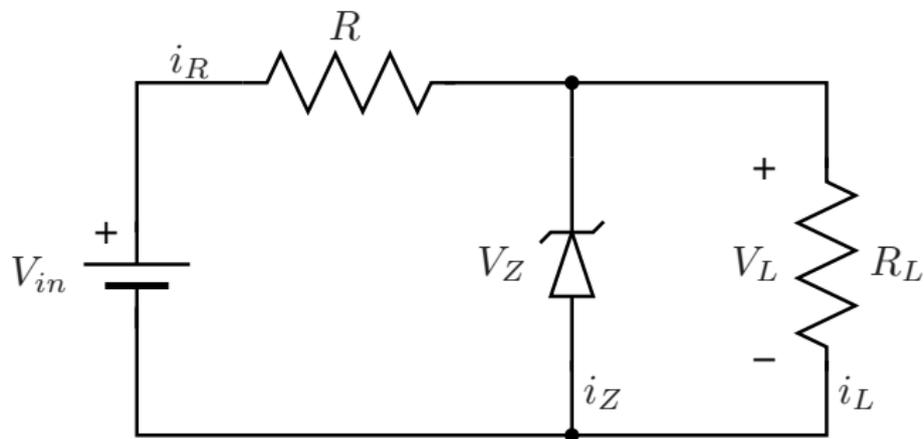
Curva característica del diodo Zener ideal



Ejemplo de aplicación:
regulador de voltaje

Regulador de Tensión

(1)



Regulador de Tensión

(2)

- R : resistencia de limitación de corriente.
- La fuente debe ser capaz de polarizar el diodo Zener a la tensión de ruptura.
- Corriente de operación del diodo Zener:

$$I_{Z_{min}} \approx 0,1 \cdot I_{Z_{max}}$$

- $I_{Z_{max}}$ está determinada por la potencia máxima del diodo Zener

$$I_{Z_{max}} = \frac{P_{Z_{max}}}{V_Z}$$

Regulador de Tensión

(3)

- El diodo Zener permite establecer niveles de tensión de referencia, i.e., un regulador.
- Un regulador es una combinación de elementos diseñados para garantizar que la tensión de salida de una fuente permanezca más o menos constante.
- Actúa como un dispositivo de protección.
- Existen 3 casos valiosos de analizar.

V_i y R fijos

(1)

- Se debe determinar el estado del diodo Zener eliminándolo del circuito y calculando la tensión a través del circuito abierto resultante.

$$V = V_L = \frac{V_{in} \cdot R_L}{R + R_L}$$

- Si $V \geq V_Z$ el diodo Zener está encendido. Se reemplaza por el modelo equivalente.
- Si $V < V_Z$ el diodo Zener está apagado. Se reemplaza el diodo por un abierto.

V_i y R fijos

(2)

- Se debe tener presente que:

$$V_L = V_Z$$

$$I_R = I_Z + I_L$$

- La potencia disipada por el diodo Zener no debe sobrepasar el valor indicado por el fabricante:

$$P_Z = V_Z I_Z$$

V_i fijo, R variable

(1)

- Debido al valor de V_Z hay un rango de valores específico para R , y por lo tanto de corriente, que garantiza que el diodo Zener esté *encendido*

$$R_{L_{min}} = \frac{R \cdot V_Z}{V_{in} - V_Z}$$

- R_L mínima establece una I_L máxima.

$$I_{L_{max}} = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_{L_{min}}}$$

V_i fijo, R_L variable

(2)

- La caída de tensión en R

$$V_R = V_{in} - V_Z$$

$$I_R = \frac{V_R}{R}$$

$$I_Z = I_R - I_L$$

- Se define entonces valores de corriente mínima en la carga y por lo tanto una resistencia máxima de carga

$$I_{L_{min}} = I_R - I_{ZM}$$

$$R_{L_{max}} = \frac{V_Z}{I_{L_{min}}}$$

R_L fija, V_{in} variable

(1)

- Debe establecerse el rango de V_{in} que permita al diodo Zener operar correctamente:

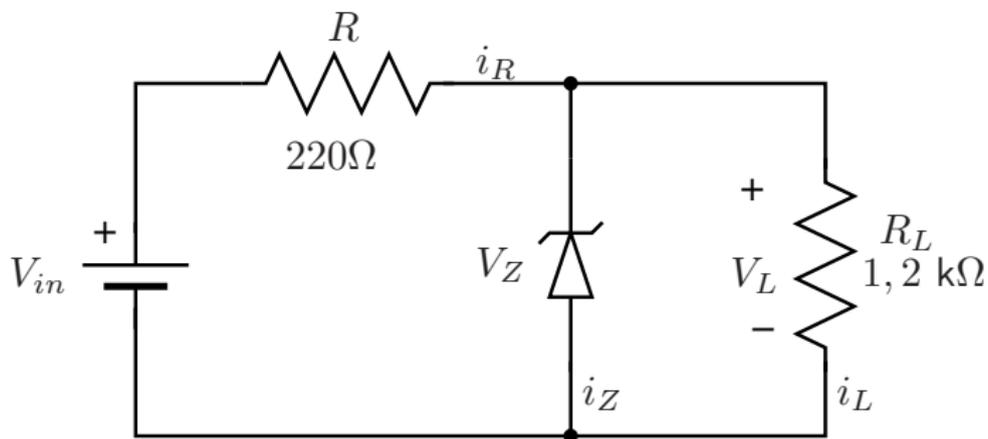
$$V_{in_{max}} = \frac{(R_L + R)V_Z}{R_L}$$

$$I_{R_{max}} = I_{ZM} + I_L$$

$$V_{in_{max}} = I_{R_{max}}R + V_Z$$

Ejemplo

Determine la tensión V_{in} que permita al diodo Zener estar encendido. Para este diodo Zener se tiene que $V_Z = 20\text{ V}$ y $I_{ZM} = 60\text{ mA}$

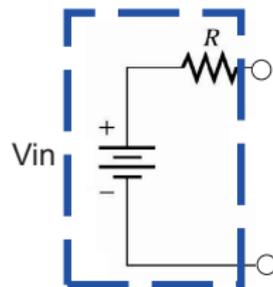
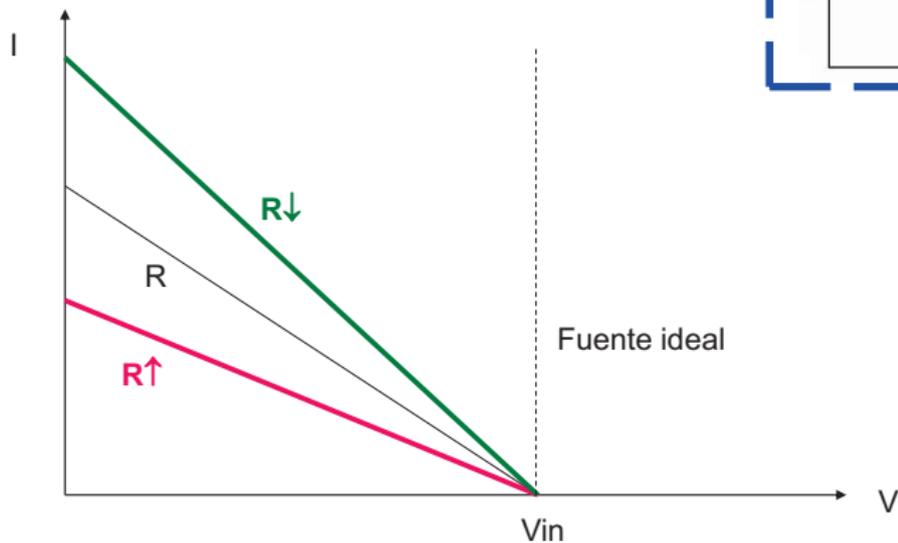


Línea de carga

(1)

— — — Circuito de entrada

Característica del circuito de entrada
(fuente de voltaje no ideal)

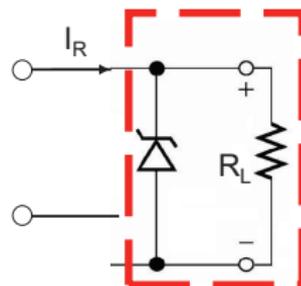
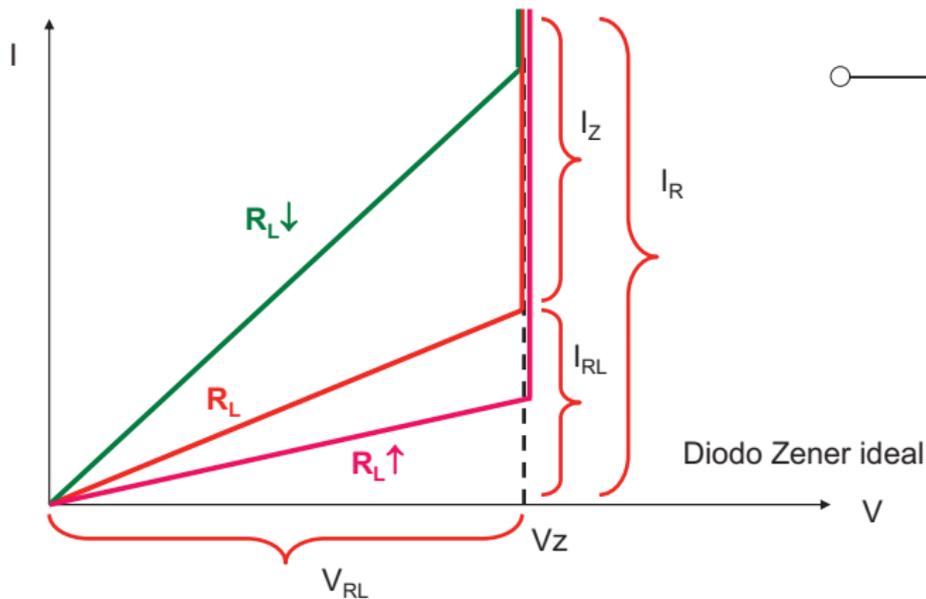


Línea de carga

(2)

--- Circuito de salida

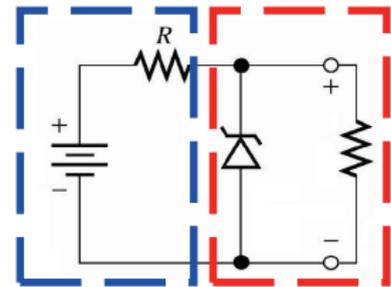
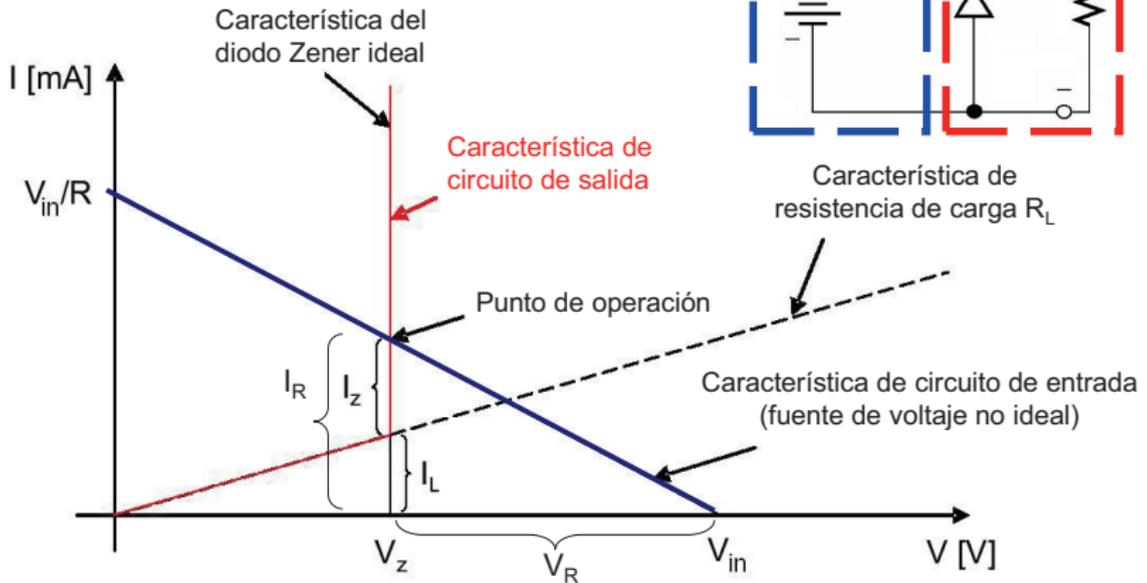
Característica del circuito de salida



Línea de carga

(3)

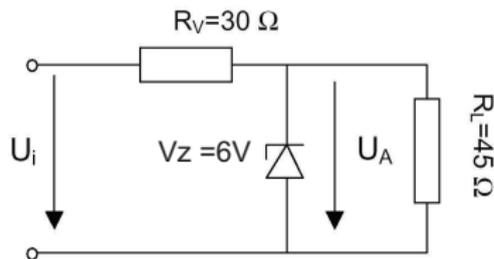
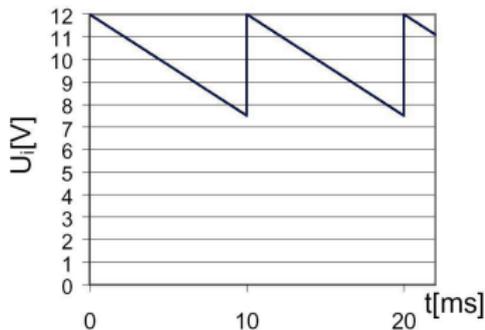
- Circuito de entrada
- Circuito de salida



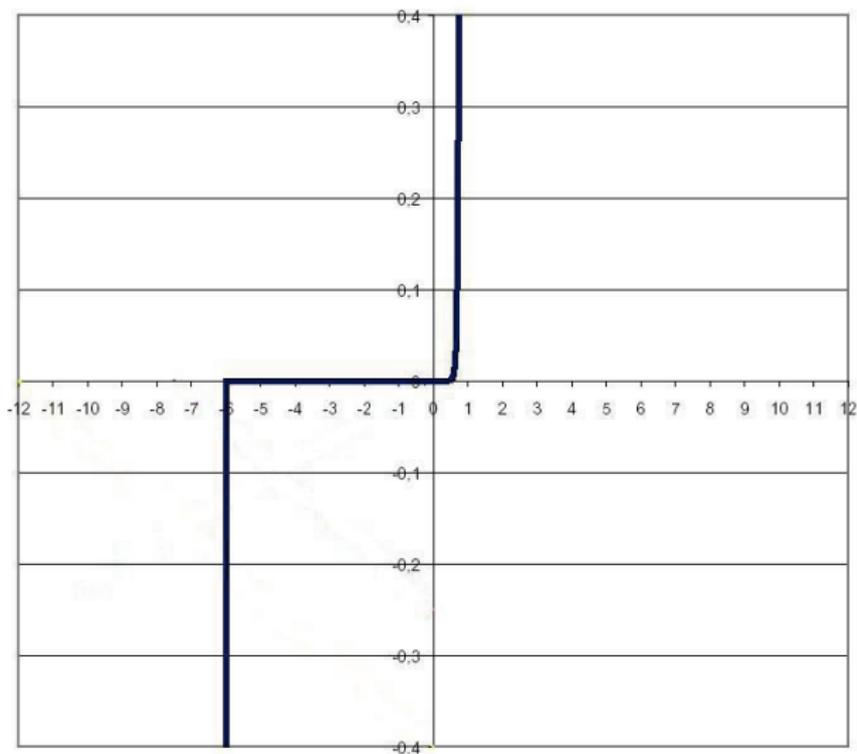
Característica de resistencia de carga R_L

Ejemplo

- Dibuje las líneas de carga en la curva característica del diodo Zener para el caso de máximo y mínimo voltaje de entrada y calcule la corriente, el voltaje y la potencia en todos los elementos.
- Dibuje U_A en función del tiempo.
- Calcule la corriente a través de R_V cuando la magnitud del voltaje de entrada es máximo y está conectada al circuito de polaridad opuesta.

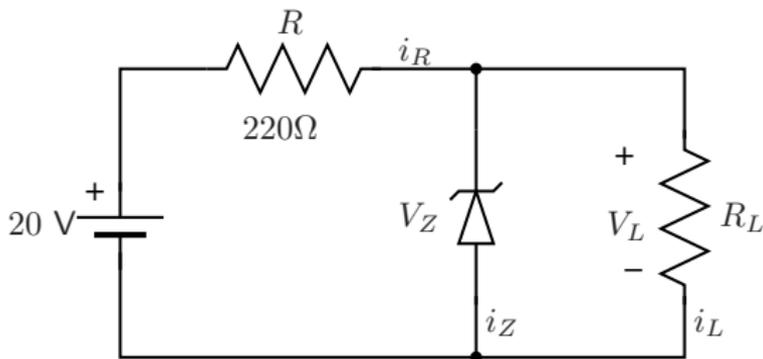


Ejemplo



Ejercicio

Para el diodo Zener del circuito considere que $V_Z = 10\text{ V}$ y $P_{ZM} = 400\text{ mW}$



- Determine V_L , I_L e I_R para el circuito si $R_L = 180\Omega$
- Determine el valor de R_L que establecerá las condiciones máximas de potencia para el diodo Zener.
- Determine el valor mínimo de R_L para asegurar que el diodo Zener opere en la región de ruptura.

Referencias Bibliográficas I



A. Sedra, K. Smith.

Circuitos Microelectrónicos.

McGraw-Hill, 5ta edición, 2006.



R. Boylestad, L. Nashelsky.

Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos.

Pearson, 10ma edición, 2009.