



TRABAJO PRÁCTICO Nº 4

EL DIODO ZENER

1) Introducción Teórica

El Zener es un diodo semiconductor que presenta en polarización directa, una característica exactamente idéntica a la de un diodo semiconductor normal.

En cambio, en la zona de polarización inversa, pueden circular por él corrientes inversas intensas, si la tensión inversa supera un valor llamado tensión Zener V_Z . Esta característica es absolutamente controlada y la misma tensión es prácticamente independiente de la corriente. Por lo tanto el diodo Zener se polariza normalmente en inversa, de modo que la tensión en sus bornes se mantenga constante e igual a la tensión Zener. Su uso más común es como regulador de tensión.

Dicha característica se representa en la figura 1.

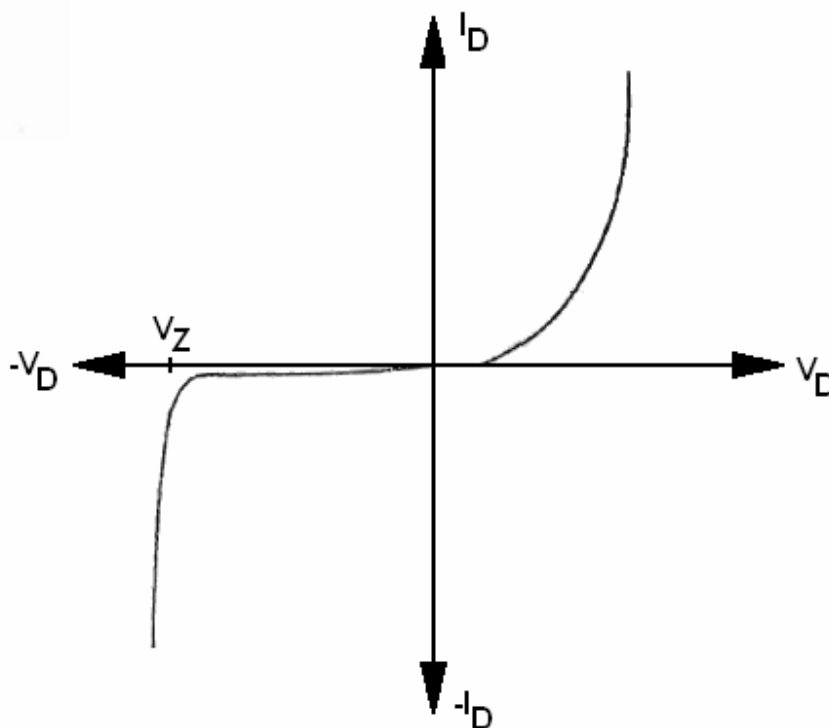


figura 1



2) Objeto de la Experiencia

El objeto de esta experiencia es analizar el comportamiento del diodo zener en su polarización directa e inversa.

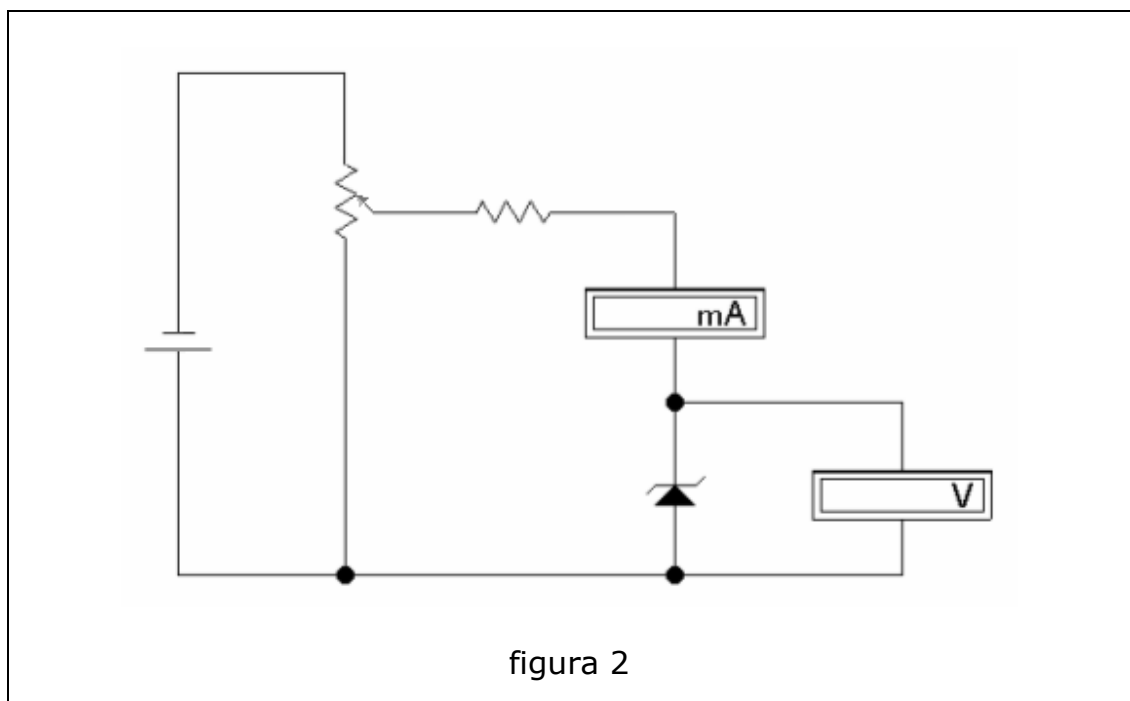
3) Elementos a utilizar

- 1 Fuente de corriente continua variable de 0 a 12V
- 1 Miliamperímetro
- 1 Voltímetro
- 1 Protoboard
- 1 Diodo Zener 1N4738 con su respectiva hoja de datos
- 1 Resistencia de $1K\Omega$ x $\frac{1}{4}$ W
- 1 Potenciómetro lineal de $10K\Omega$
- Alambre para realizar los puentes

4) Desarrollo de la experiencia

a) Polarización directa

Armar el circuito de acuerdo a la figura 2.





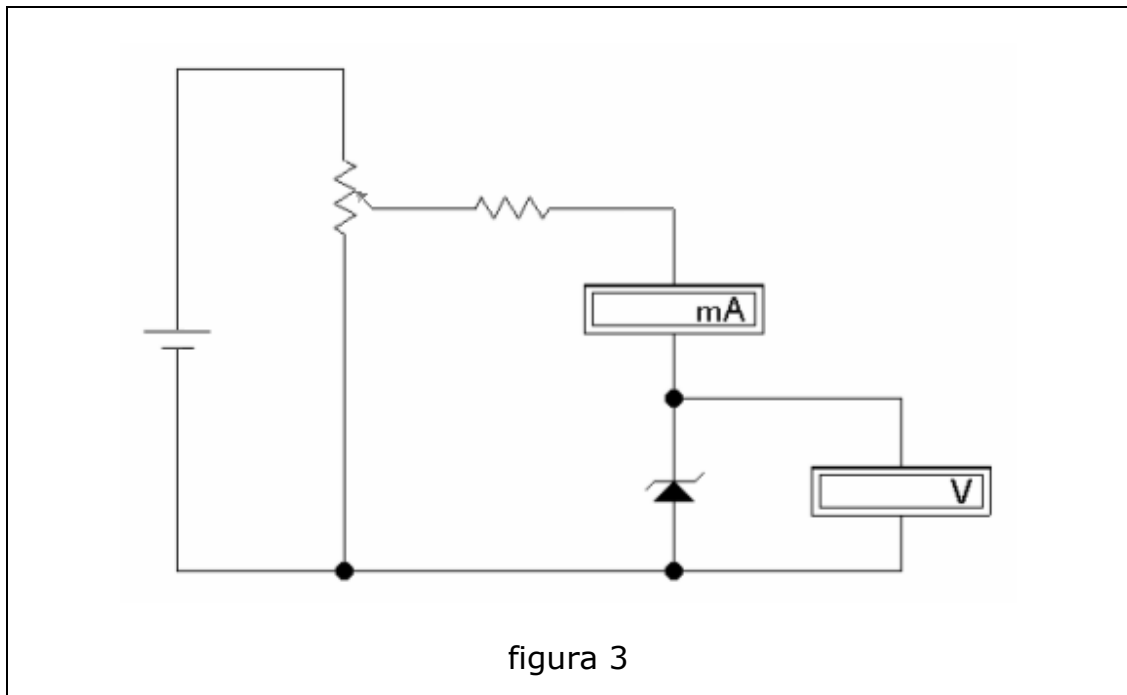
Variar la tensión aplicada, leyendo los valores de tensión sobre el diodo y la corriente que circula por él. Volcar estos valores en el siguiente cuadro de valores.

V_D [V]										
I_D [mA]										

Representar los valores en un gráfico I_D en función de V_D . Utilizar papel milimetrado.

b) Polarización inversa

Armar el circuito de acuerdo a la figura 3.



Variar la tensión aplicada, leyendo los valores de tensión sobre el diodo y la corriente que circula por él. Volcar estos valores en el siguiente cuadro de valores.

$-V_D$ [V]										
$-I_D$ [mA]										

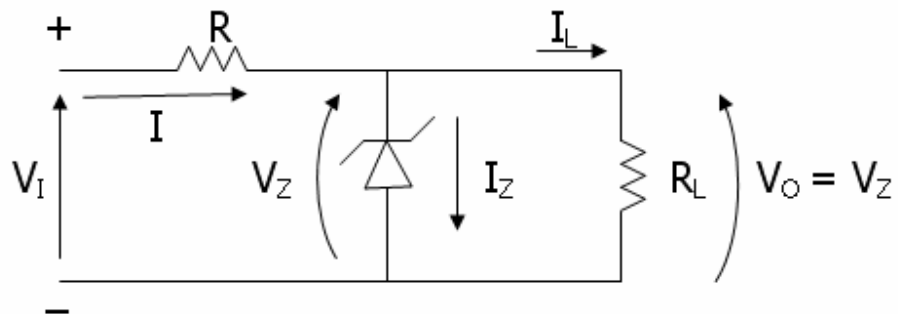
Representar los valores en un gráfico $-I_D$ en función de $-V_D$. Utilizar papel milimetrado.



Apéndice 1

Diodo Zener cómo regulador De Tensión

Circuito de estabilización



El circuito debe estabilizar la tensión de salida frente a cambios en la tensión de entrada (entre V_{IMIN} y V_{IMAX}) o variaciones en la resistencia de carga que provocará la variación en la corriente que por esta circula (entre I_{LMIN} e I_{LMAX}).



Cálculo de R_{COM} (Valor comercial para R)

Aplicando la 2º Ley de Kirchoff:

$$V_I = V_R + V_Z \quad (1)$$

Aplicando la Ley de Ohm:

$$V_R = R \cdot I \quad (2)$$

Aplicando la 1º Ley de Kirchoff:

$$I = I_Z + I_L \quad (3)$$

Reemplazando (3) en (2) y (2) en (1):

$$V_I = R \cdot (I_Z + I_L) + V_Z$$

Despejando:

$$I_Z = \frac{V_I - V_Z}{R} - I_L$$

Tenemos:

$$I_{ZMIN} = \frac{V_{IMIN} - V_Z}{R_{MAX}} - I_{LMAX} \quad \Rightarrow \quad R_{MAX} = \frac{V_{IMIN} - V_Z}{I_{ZMIN} + I_{LMAX}}$$

$$I_{ZMAX} = \frac{V_{IMAX} - V_Z}{R_{MIN}} - I_{LMIN} \quad \Rightarrow \quad R_{MIN} = \frac{V_{IMAX} - V_Z}{I_{ZMAX} + I_{LMIN}}$$

$$\frac{V_{IMIN} - V_Z}{I_{ZMIN} + I_{LMAX}} < R_{COM} < \frac{V_{IMAX} - V_Z}{I_{ZMAX} + I_{LMIN}}$$



Cálculo de P_{RCOM} (Valor comercial de la potencia de la resistencia)

Aplicando la 2º Ley de Kirchoff:

$$V_I = V_R + V_Z \quad (1)$$

Despejando:

$$V_R = V_I - V_Z \quad (2)$$

Aplicando la definición de potencia eléctrica:

$$P_R = \frac{V_R^2}{R} \quad (3)$$

Reemplazando (2) en (3):

$$P_R = \frac{(V_I - V_Z)^2}{R}$$

Tenemos:

$$P_{RMAX} = \frac{(V_{IMAX} - V_Z)^2}{R_{COM}}$$

$$P_{RCOM} > \frac{(V_{IMAX} - V_Z)^2}{R_{COM}}$$



Cálculo de P_{ZCOM} (Valor comercial de la potencia del diodo zener)

Aplicando condiciones de diseño:

$$I_{ZMAX} = 4 \cdot I_{LMAX}$$

$$I_{ZMIN} = \frac{I_{ZMAX}}{10}$$

Aplicando la definición de potencia eléctrica:

$$P_Z = V_Z \cdot I_Z$$

Tenemos:

$$P_{ZMAX} = V_Z \cdot I_{ZMAX}$$

a) Si el fabricante suministra la potencia máxima de trabajo (P_{tot}):

$$P_{ZCOM} > P_{ZMAX}$$

Donde:

$$P_{ZCOM} = P_{tot}$$

b) Si el fabricante suministra la temperatura de juntura (R_{thJA}) y la resistencia térmica de juntura – ambiente (T_j)

$$\frac{T_j - T_a}{R_{thJA}} > P_{ZMAX}$$

Donde:

T_a = Temperatura ambiente



Ejemplo

Se desea regular una tensión a 8,2V, sabiendo que la corriente que circulará por la carga estará entre 10mA y 20mA y que la tensión de entrada fluctuará entre 10V y 16V. Calcular los valores necesarios para la resistencia en serie y el diodo zener.

Entonces tenemos los siguientes datos:

- $V_Z = 8,2V$
- $I_{LMAX} = 20mA$ y $I_{LMIN} = 10mA$
- $V_{IMIN} = 10V$ y $V_{IMAX} = 16V$

Calculamos:

1)

$$I_{ZMAX} = 4 \cdot I_{LMAX} = 4 \cdot 20mA = 80mA$$

$$I_{ZMIN} = \frac{I_{ZMAX}}{10} = \frac{80mA}{10} = 8mA$$

$$\frac{V_{IMIN} - V_Z}{I_{ZMIN} + I_{LMAX}} < R_{COM} < \frac{V_{IMAX} - V_Z}{I_{ZMAX} + I_{LMIN}}$$

$$\frac{10V - 8,2V}{8mA + 20mA} < R_{COM} < \frac{16V - 8,2V}{80mA + 10mA}$$

$$64,29\Omega < R_{COM} < 86,67\Omega \Rightarrow$$

$$R_{COM} = 75\Omega$$



2)

$$P_{RCOM} > \frac{(V_{IMAX} - V_Z)^2}{R_{COM}}$$

$$P_{RCOM} > \frac{(16V - 8,2)^2}{75\Omega} \Rightarrow$$

$$P_{RCOM} = 1W$$

3)

$$P_{ZMAX} = V_Z \cdot I_{ZMAX}$$

$$P_{ZCOM} > 8,2V \cdot 80mA \Rightarrow$$

$$P_{ZCOM} = 1W$$

De acuerdo a lo calculado necesitaremos un Diodo Zener con una $P_{ZCOM} = 1W$ y una $V_Z = 8,2V$ por lo que podemos utilizar el Diodo Zener 1N4738A.

Armar el circuito del regulador con los valores calculados, variar la tensión de alimentación y la resistencia de carga dentro del rango con un potenciómetro y sacar conclusiones.



Apéndice 2

Valores Normalizados De Resistencias [Ω]

10	68	470	3k3	22k	150k	1M
12	82	560	3k9	27k	180k	2M
15	100	680	4k7	33k	220k	3M3
18	120	820	5k6	39k	270k	3M9
22	150	1k	6k8	47k	330k	5M6
27	180	1k2	8k2	56k	390k	8M2
33	220	1k5	10k	68k	470k	10M
39	270	1k8	12k	82k	560k	
47	330	2k2	15k	100k	680k	
56	390	2k7	18k	120k	820k	

Valores Normalizados De Diodos Zener

Código	Potencia	Vz	Encapsulado	Código	Potencia	Vz	Encapsulado
1N744A	500 mW	2,7 V	DO-35	1N4735A	1 W	6,2 V	DO-41
1N746A	500 mW	3,3 V	DO-35	1N4736A	1 W	6,8 V	DO-41
1N749A	500 mW	4,3 V	DO-35	1N4737A	1 W	7,5 V	DO-41
1N750A	500 mW	4,7 V	DO-35	1N4738A	1 W	8,2 V	DO-41
1N751A	500 mW	5,1 V	DO-35	1N4739A	1 W	9,1 V	DO-41
1N752A	500 mW	5,6 V	DO-35	1N4740A	1 W	10 V	DO-41
1N753A	500 mW	6,2 V	DO-35	1N4741A	1 W	11 V	DO-41
1N754A	500 mW	6,8 V	DO-35	1N4742A	1 W	12 V	DO-41
1N755A	500 mW	7,5 V	DO-35	1N4743A	1 W	13 V	DO-41
1N756A	500 mW	8,2 V	DO-35	1N4744A	1 W	15 V	DO-41
1N757A	500 mW	9,1 V	DO-35	1N4745A	1 W	16 V	DO-41
1N758A	500 mW	10 V	DO-35	1N4746A	1 W	18 V	DO-41
1N962B	500 mW	11 V	DO-35	1N4749A	1 W	24 V	DO-41
1N759A	500 mW	12 V	DO-35	1N4750A	1 W	27 V	DO-41
1N964B	500 mW	13 V	DO-35	1N4751A	1 W	30 V	DO-41
1N965B	500 mW	15 V	DO-35	1N4752A	1 W	33 V	DO-41
1N967B	500 mW	18 V	DO-35	1N4754A	1 W	39 V	DO-41
1N969B	500 mW	22 V	DO-35	1N4755A	1 W	43 V	DO-41
1N970B	500 mW	24 V	DO-35	1N4756A	1 W	47 V	DO-41
1N971B	500 mW	27 V	DO-35	1N5335B	5 W	3,9 V	D2-A
1N972B	500 mW	30 V	DO-35	1N5336A	5 W	4,3 V	D2-A
1N973B	500 mW	33 V	DO-35	1N5339A	5 W	5,6 V	D2-A
1N976B	500 mW	43 V	DO-35	1N5342BRL	5 W	6,8 V	D2-A
1N977B	500 mW	47 V	DO-35	1N5344B	5 W	8,2 V	D2-A
1N4728A	1 W	3,3 V	DO-41	1N5352BRL	5 W	15 V	D2-A
1N4731A	1 W	4,3 V	DO-41	1N5357B	5 W	20 V	D2-A
1N4732A	1 W	4,7 V	DO-41	1N5361B	5 W	27 V	D2-A
1N4733A	1 W	5,1 V	DO-41	1N5366BRL	5 W	39 V	D2-A
1N4734A	1 W	5,6 V	DO-41				