



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA DE INGENIERÍA EN COMPUTADORES

LABORATORIO DE ELEMENTOS ACTIVOS

Experimento 3: Curva característica de diodos

Estudiantes:

Arturo CHINCHILLA S.

Gustavo SEGURA U.

Profesor:

Ing. José DÍAZ

8 de marzo de 2019

Índice

1. Resumen	2
2. Introducción	2
3. Objetivos	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivos Específicos	3
4. Equipo y materiales	3
5. Mediciones y tablas	4
6. Análisis de resultados	5
7. Conclusiones	6
8. Recomendaciones	6
9. Apéndices y anexos	7

Índice de figuras

1. Polarización en directa de un diodo	2
2. CCurva característica de un diodo de silicio	2
3. Curva característica de un diodo Zener	3
4. Captura diodo de Silicio	4
5. Captura diodo de Germanio	4
6. Captura diodo Zener	4
7. Captura LED	5
8. Grafica U_D vs I_D	5
9. Efecto de la temperatura en un diodo	6
10. Circuito de medición 1	7
11. Circuito de medición 2	7

Índice de cuadros

1. Pruebas de diodos	4
2. Valores de tensión y corriente para el diodo de silicio	4
3. Valores de Resistencia Estática para Distintos Diodos	6

1. Resumen

En ésta práctica de laboratorio se pretende que el estudiante aprenda a comprobar el estado y correcto funcionamiento de diodos de diferente tipo (Silicio, Germanio, Zener y LED), obtenga sus curvas características utilizando el modo XY del multímetro digital, comprenda las diferencias y similitudes entre los diferentes diodos y sus tipos de polarización (directa e inversa).

2. Introducción

Un diodo es un componente electrónico que esta compuesto por la unión de 2 materiales semi-conductores dopados con impurezas de diferente naturaleza, un lado esta dopado con portadores de carga positivos (huecos) y el otro con portadores de carga negativos (electrones). En el medio de estos materiales se da una unión PN, donde inicialmente los portadores de carga empiezan a moverse en la dirección de la gradiente de carga correspondiente (hacia donde haya menos de su tipo), hasta que se forman cargas fijas a ambos lados de la unión, esta área es conocida como la zona de agotamiento.

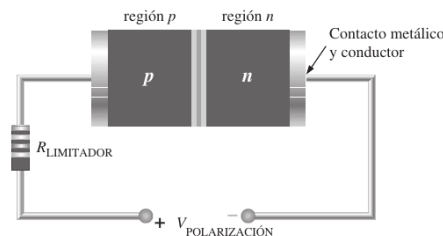


Figura 1: Diodo conectado para polarización en directa

Un diodo ideal se define como aquel que permite la circulación de corriente entre sus terminales en un único sentido, mientras que en el sentido contrario actúa como un circuito abierto. Pero en la practica los diodos existentes se componen normalmente de silicio, el cual posee un voltaje de umbral de 0,7V, esto significa que su conducción al estar polarizado en directa iniciara hasta que la tensión aplicada a este sobrepase este punto. Mientras que al polarizarse en inversa posee una corriente despreciable, hasta antes de alcanzar su punto de ruptura en inversa (normalmente mayor a los 100V). Los diodos de Germanio poseen un comportamiento muy similar a los de silicio, con la única diferencia de que su voltaje de umbral es de 0.3V.

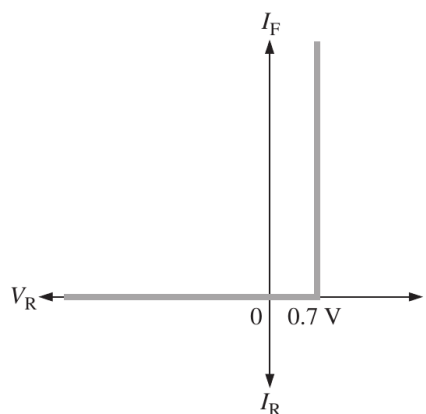


Figura 2: Curva característica de un diodo de silicio

Los diodos Zener se diseñan para operar en condición de ruptura en inversa, esto significa que poseen un voltaje de ruptura mucho menor a los diodos de silicio, pero con el mismo comportamiento de estos al polarizarse en directa. Esto es determinado por el fabricante al dopar el diodo

para poseer una región de empobrecimiento muy estrecha. Al llegar a este voltaje en inversa, el diodo inicia un efecto avalancha que permite la conducción.

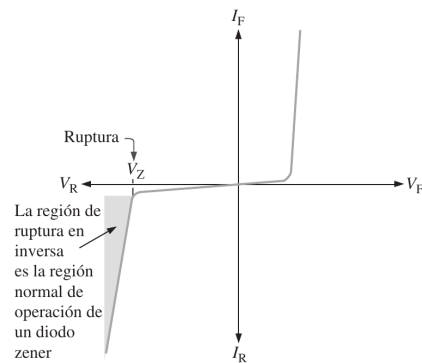


Figura 3: Curva característica de un diodo Zener

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Al finalizar el experimento el estudiante estará en capacidad de describir en términos de sus características eléctricas el funcionamiento de los diodos de silicio, germanio, diodos Zener y los diodos emisores de luz (LEDs). Estará también capacitado para establecer las diferencias entre todos ellos.

3.2. Objetivos Específicos

- Comprobar el estado de diodos de silicio y germanio utilizando multímetros digitales.
- Utilizar diferentes métodos para obtener la curva característica de diodos.

4. Equipo y materiales

Cantidad	Componente
1	Generador de funciones
1	Osciloscopio digital
1	Aislador de tierras
1	Multímetro digital
1	Placa para prototipos
1	Juego de puentes
1	Resistencia de $1k\Omega$
1	Diodo de silicio
1	Diodo de germanio
1	Diodo zener de 3V
1	LED rojo, verde o amarillo
1	Fuente de CD
	Resistencias varias
	Cortadora de cable, peladora, cuchilla o corta uñas
	Cables para conexiones telefónicas
	Cables varios

5. Mediciones y tablas

Cuadro 1: Pruebas de diodos				
Prueba	Si	Ger	LED	Zener
Polarizacion directa	0.557	0.269	1.781	0.659
Polarizacion inversa	Abierto	Abierto	Abierto	1.773

Cuadro 2: Valores de tensión y corriente para el diodo de silicio											
Ur		0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.6	1.2	2.5	5
E[V]	-5	0.490	0.564	0.638	0.698	0.817	0.930	1.157	1.782	3.11	5.66
Ud	-4.99	0.437	0.464	0.483	0.495	0.515	0.527	0.546	0.580	0.61	0.64
Id	0	0.0339	0.0595	0.0884	0.1135	0.1646	0.362	0.560	1.102	2.49	5.01

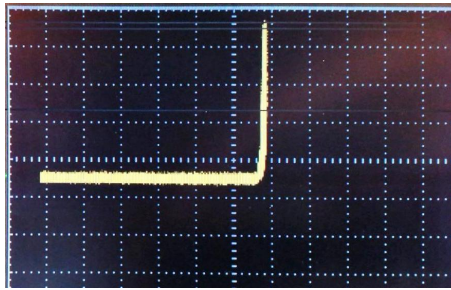


Figura 4: Captura de la curva característica del diodo de silicio

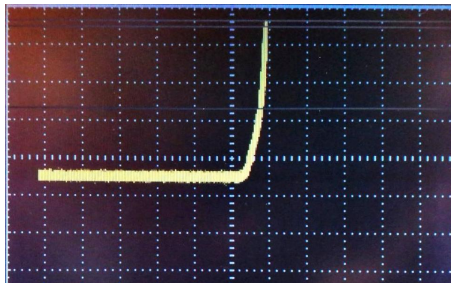


Figura 5: Captura de la curva característica del diodo de germanio

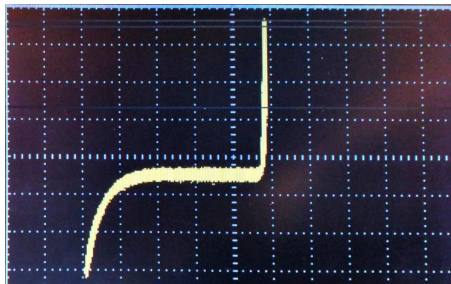


Figura 6: Captura de la curva característica del diodo Zener

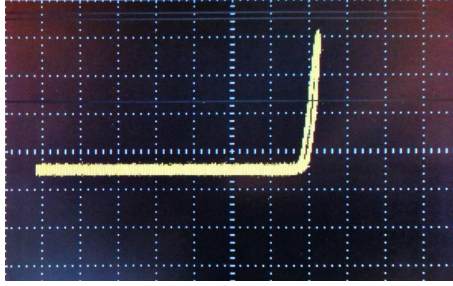


Figura 7: Captura de la curva característica del LED

6. Análisis de resultados

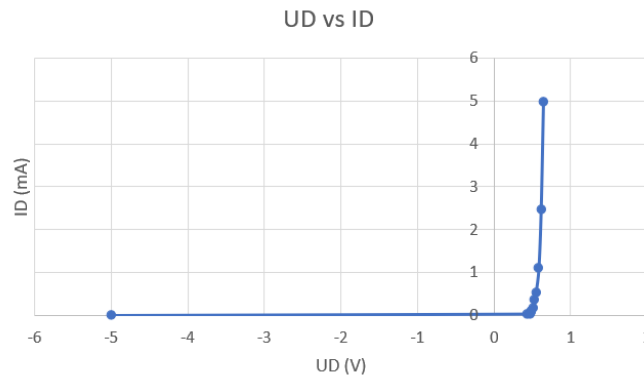


Figura 8: Gráfica U_D vs I_D para el Cuadro 2

Se puede observar una gran similitud entre la curva obtenida experimentalmente utilizando el Modo XY del Osciloscopio para el diodo de Silicio en la Fig. 4 y la gráfica obtenida con los datos experimentales del Cuadro 2. En ambos casos su comportamiento cuya corriente es mínima antes de que alcance su tensión de umbral, pero una vez alcanzado la cantidad de corriente crece exponencialmente.

La comprobación de diodos es una medida que se realiza para probar las uniones semiconductoras PN, el multímetro inyecta una corriente aproximadamente de 1mA para determinar el estado del diodo.

Ambos diodos comparten la característica de que permiten el paso de corriente hasta alcanzar su voltaje de operación, de ahí que las formas de la curva característica sean muy parecidas (ver Fig. 4 y Fig. 5). La única diferencia que se nota a simple vista es que el punto donde la corriente comienza a crecer se da a un voltaje más bajo para el diodo de Germanio, esto ocurre ya que el voltaje de operación del diodo de Germanio es teóricamente de 0.3V mientras que el del diodo de Silicio es de 0.7V.

Según [1] el nivel de V_{GS} que produce el incremento significativo de la corriente de drenaje se llama Voltaje de Umbral y está dado por el símbolo V_T .

En las Figuras 4, 5, 6 y 7 se observa el punto donde la corriente incrementa significativamente, y a simple vista coincide con los voltajes teóricos: Silicio 0.7V, Germanio 0.3V, Zener 0.6V a 0.7V y LED 1.6V para el caso de éste experimento.

Cuando un diodo está en polarización inversa, los electrones tendrían que superar una barrera de potencial muy grande para que exista corriente, por ello se dice que no hay corriente. Aunque por generación térmica de pares electrón-hueco existe una corriente muy pequeña, aproximadamente de $1\mu A$, debido al paso de electrones de P a N y es llamada Corriente Inversa de Saturación (I_s).

Los diodos pueden presentar dos tipos de resistencia, resistencia estática y dinámica. La primera define la oposición al paso de corriente en corriente directa, mientras que la segunda lo hace para una corriente alterna. Según [1] la resistencia estática se define como:

$$R = V_D / I \quad (1)$$

Mientras que para la resistencia dinámica, [1] la define como:

$$R_D = \Delta V / \Delta I \quad (2)$$

Cuadro 3: Valores de Resistencia Estática para Distintos Diodos

$I_D(\text{mA})$	$R_D(\text{Si})(\Omega)$	$R_D(\text{Ge})(\Omega)$	$R_D(\text{Zener})(\Omega)$
0.5	1.40k	600	5.40
1.3	538.46	230.77	2.08k
2.7	259.26	111.11	1.00k
5.2	134.62	57.69	519.23

Si un diodo polarizado en directa es sometido a un cambio de temperatura, su corriente de polarización aumentará para un valor dado de voltaje de polarización. Además el valor del voltaje en directa para una corriente dada, se reduce. Esto se puede apreciar gráficamente en la fig.9, donde el potencial de barrera se reduce 2mV por cada grado de incremento de temperatura. Mientras que para un diodo polarizado en inversa, ante un aumento de temperatura, su corriente de polarización se incrementa.

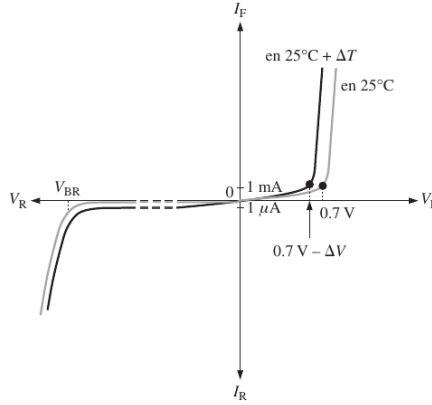


Figura 9: Efecto de la temperatura en la característica V-I de un diodo.

7. Conclusiones

Es importante verificar el correcto funcionamiento de los Diodos, para ello se utiliza el multímetro en la función de medición de diodos, realizando las pruebas en polarización directa e inversa. Utilizando el modo XY del osciloscopio digital se logra obtener las curvas características de los diodos, las cuales muestran todas las regiones de operación y principalmente el voltaje de umbral.

8. Recomendaciones

- Poseer la hojas de datos del fabricante para los diodos utilizados, permitiendo validar los datos obtenidos y detectar un posible desperfecto en los componentes.
- Realizar las pruebas en el modo XY del osciloscopio con un V_{pico} que permita observar todas las zonas de operación del diodo.
- Verificar el correcto funcionamiento del osciloscopio conectando una de sus entradas a las patillas de prueba.
- Verificar el correcto funcionamiento del generador de funciones conectándolo directamente al osciloscopio.

9. Apéndices y anexos

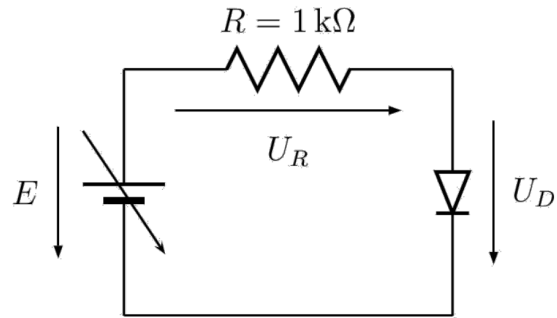


Figura 10: Circuito de medición 1

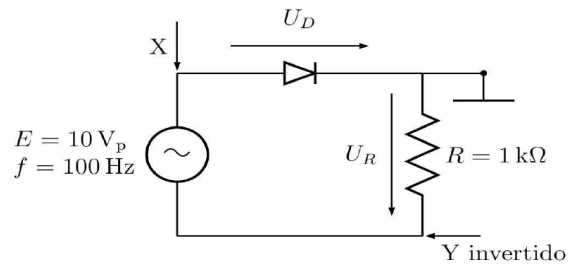


Figura 11: Circuito de medición 2

Referencias

- [1] R. Boylestad (2009) *Electrónica*. México: Pearson Educación.