



## **PRÁCTICA 2**

### **DIODO SEMICONDUCTOR Y DIODO ZENER CARACTERIZACIÓN**

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Integrantes: Murrieta Villegas Alfonso<br>Valdespino Mendieta Joaquín |                                       |
| Fechas de realización: 28 – 08 -2019                                  | Profesor: M.I. Raúl Ruvalcaba Morales |
| Fecha de entrega: 4 – 09 - 2019                                       | Núm. Mesa de trabajo: 2               |



## Objetivos de aprendizaje

Obtener y analizar las curvas características tanto del Diodo Semiconductor como del Diodo Zener

## Material y equipo

- Cables (banana-caimán, caimán-caimán, BNC-caimán)
- Tableta de prototipos (Protoboard)
- Herramienta manual (pinzas, desarmadores, etc.)
- Los dispositivos indicados en los circuitos B, C y D
- Multímetro y Fuente de poder

## Trabajo previo

### 1. ¿Qué es un *Diodo Semiconductor*?

Es un dispositivo electrónico formado por la unión de un material semiconductor tipo P y otro tipo N.

### 2. ¿Qué es un *Diodo Zener*?

Son diodos hechos de silicio que están diseñados para mantener un voltaje constante en su terminal, se le conoce como Voltaje Zener ( $V_Z$ ) cuando se polarizan inversamente, es decir cuando el cátodo del diodo tiene una tensión positiva y el ánodo negativa.

Existen dos formas o condiciones en que este diodo puede conectarse:

1. Si el diodo se polariza en sentido directo, se comporta como un diodo común y conduce.
2. Si el diodo se polariza inversamente mantiene entre sus terminales un voltaje constante.

### 3. ¿Qué entiende por los siguientes conceptos?

#### a) **Voltaje de Encendido del Diodo**

Es el voltaje mínimo para que el diodo permita conducción de corriente

#### b) **Voltaje de Pico Inverso del Diodo**

Es el voltaje máximo que pueda soportar el diodo cuando la fuente está conectada en polarización inversa.

#### c) **Corriente Máxima del Diodo**

Es la corriente continua máxima que puede atravesar el diodo en directa sin que este sufra algún daño.

#### d) **Voltaje de Zener**

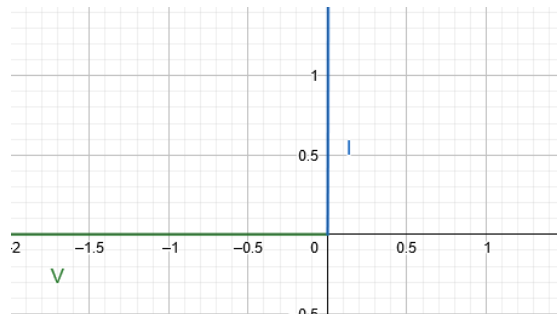
Es el voltaje constante con el que se trabaja cuando se conecta de manera inversa y llega al punto de ruptura en el diodo Zener

**4. ¿Cuál es el voltaje de encendido de los siguientes dispositivos?**

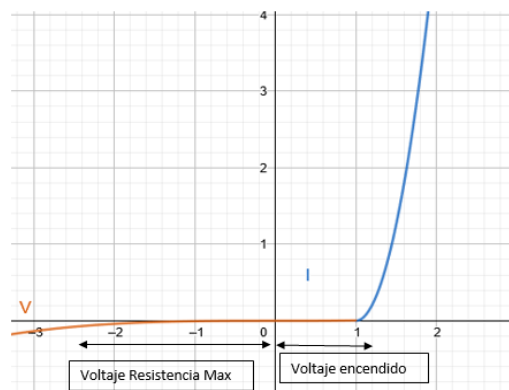
a) Diodo de Silicio = .7 V b) Diodos de Germanio = .3 V

**5. Dibuje las Curvas Características de los siguientes dispositivos:**

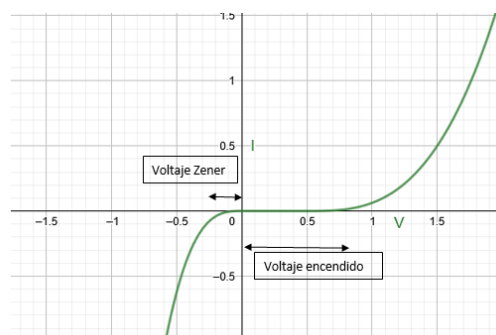
a) Diodo Ideal



b) Diodo Real



c) Diodo Zener



**NOTA:** Son graficas aproximadas mediante el uso del software de GeoGebra

**6. ¿Cómo se comporta el diodo semiconductor cuando se polariza en Directa y en Inversa?**

De manera directa el diodo se comporta como un corto circuito dejando el flujo de la corriente

De manera inversa el diodo hace que se comporta como un circuito abierto de tal forma que impide el flujo de corriente.



**7. Obtenga las características eléctricas de los siguientes dispositivos:**

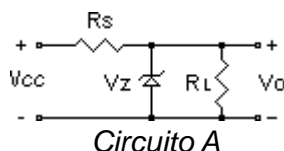
| Características Eléctricas            | Diodo 1N4007 |
|---------------------------------------|--------------|
| Voltaje de pico inverso ( $V_{RRM}$ ) | 1 [kV]       |
| Corriente máxima en directa ( $I_F$ ) | 1 [A]        |
| Voltaje en directa ( $V_F$ )          | 500 V        |

| Características Eléctricas                 | Zener 1N4733A | Zener 1N4739A |
|--|---------------|---------------|
| Voltaje de Zener ( $V_Z$ )                 | 5.1 V         | 9.1 V         |
| Voltaje en directa ( $V_F$ )               | 1 V           | 7 V           |
| Corriente de Regulación máx ( $I_{Zmáx}$ ) | 10 $\mu$ A    | 10 $\mu$ A    |
| Potencia de Disipación máx ( $P_{TOT}$ )   | 1 W           | 1 W           |

**8. Indique el procedimiento que se utiliza para identificar físicamente en un diodo sus terminales Ánodo y Cátodo.**

Los diodos tienen un anillo, franja o línea impresos en el diodo el cual indica el lado negativo (cátodo), en caso de que no por cualquier razón no tuviera esta franja se puede comprobar cuál es cada terminal midiéndolo con el multímetro como se hará en el apartado 1 del desarrollo.

**9. ¿Cuáles son las fórmulas para calcular las resistencias  $R_{Lmín}$  y  $R_{Lmáx}$  del circuito A y para qué sirve la resistencia  $R_S$ ?**



*Las expresiones utilizadas para calcular lo anterior son:*

$$R_{Lmin} = \frac{R_S V_Z}{V_f - V_Z} \quad R_{Lmax} = \frac{V_Z}{I_{Lmin}} \quad I_{Lmin} = I_R - I_Z$$

La resistencia  $R_S$  nos sirve como una resistencia limitadora la cual absorbe la tensión o diferencia de potencial que circulara en el diodo Zener

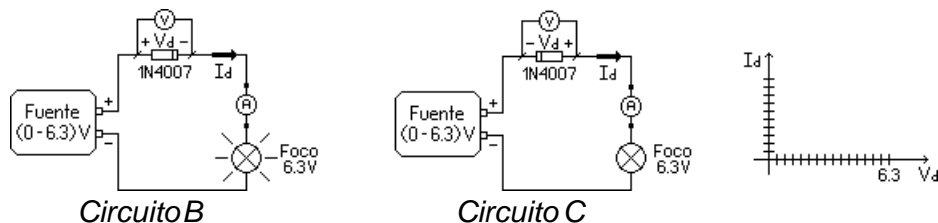
## Desarrollo

En el laboratorio:

**1. Utilizando el multímetro realice la prueba de los diodos 1N4007, 1N4733A y 1N4739A y registre las lecturas en la siguiente tabla:**

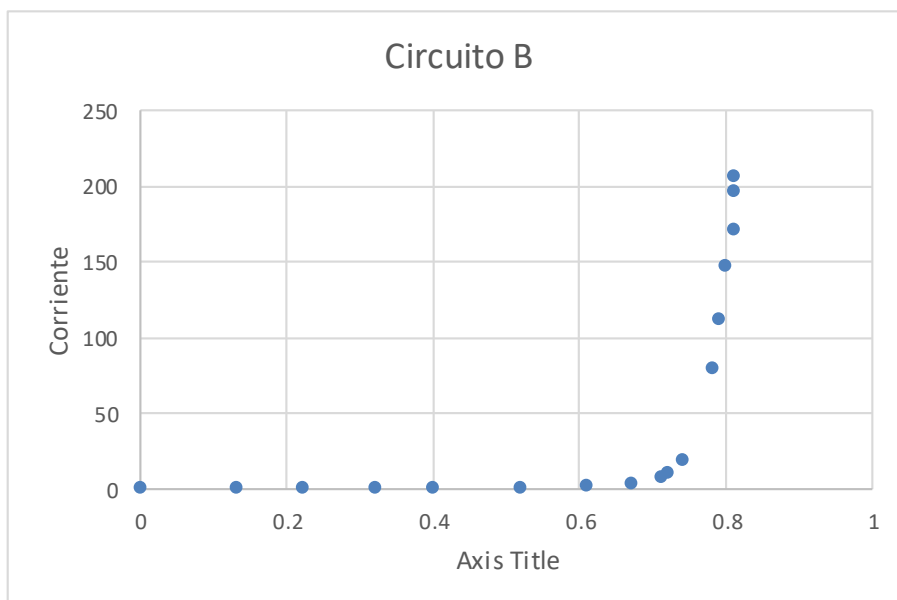
| Prueba de los diodos |        |         |         |
|----------------------|--------|---------|---------|
| Polarización         | 1N4007 | 1N4733A | 1N4739A |
| Diodo en Directa     | .61    | .72     | .732    |
| Diodo en Inversa     | 0      | 0       | 0       |

1. Una vez *armados y revisados* los circuitos B y C, obtenga:



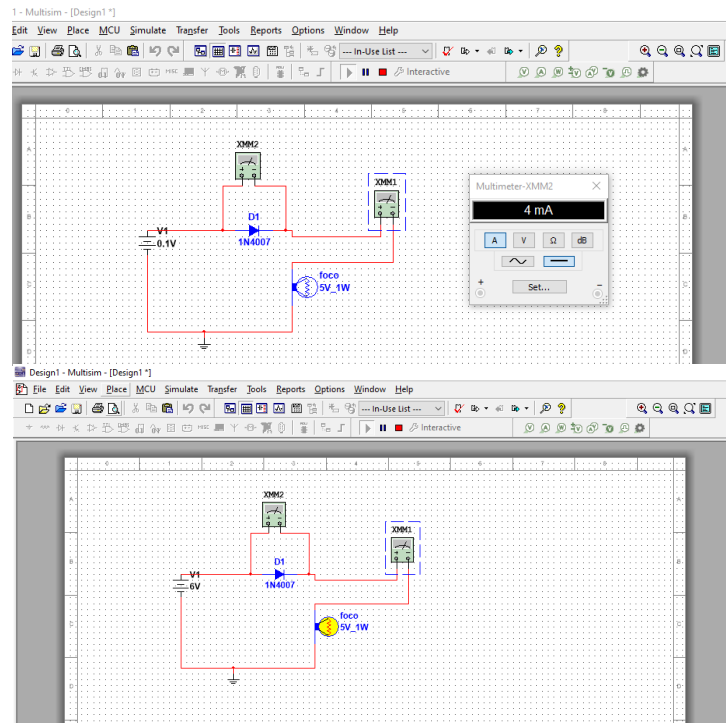
a) Los *datos* de la siguiente tabla y su curva característica  $I_d$  vs  $V_d$ :

| Circuito B |        |         |
|------------|--------|---------|
| Vcc [V]    | Vd [V] | Id [mA] |
| 0          | 0      | 0       |
| 0.1        | .13    | .003    |
| 0.2        | .22    | .0003   |
| 0.3        | .32    | .005    |
| 0.4        | .4     | .04     |
| 0.5        | .52    | .291    |
| 0.6        | .61    | .99     |
| 0.7        | .67    | 3.31    |
| 0.8        | .71    | 7.155   |
| 0.9        | .72    | 9.505   |
| 1          | .74    | 18.74   |
| 2          | .78    | 79.4    |
| 3          | .79    | 111.9   |
| 4          | .80    | 146.3   |
| 5          | .81    | 170.89  |
| 6          | .81    | 195.8   |
| 6.3        | .81    | 206.1   |

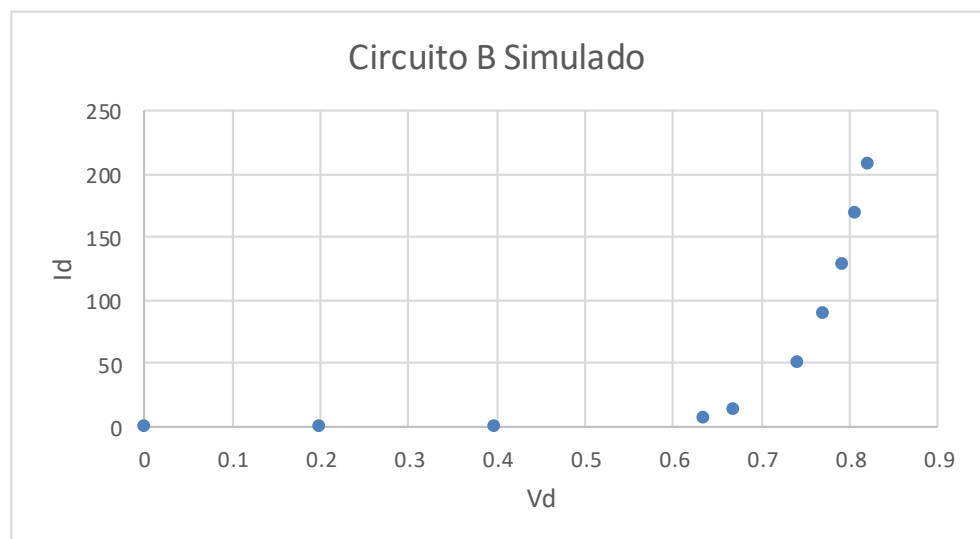


**b) Simulación del circuito:**

| <b>Circuito B</b> |               |                |
|-------------------|---------------|----------------|
| <b>Vcc [V]</b>    | <b>Vd [V]</b> | <b>Id [mA]</b> |
| 0                 | 0             | 0              |
| 0.2               | .199          | .00008         |
| 0.4               | .398          | .00070         |
| 0.8               | .6337         | 6.652          |
| 1                 | .66951        | 13.219         |
| 2                 | .74032        | 50.387         |
| 3                 | .771291       | 89.14          |
| 4                 | .792015       | 128.319        |
| 5                 | .8075         | 167.698        |
| 6                 | .8201         | 207.193        |

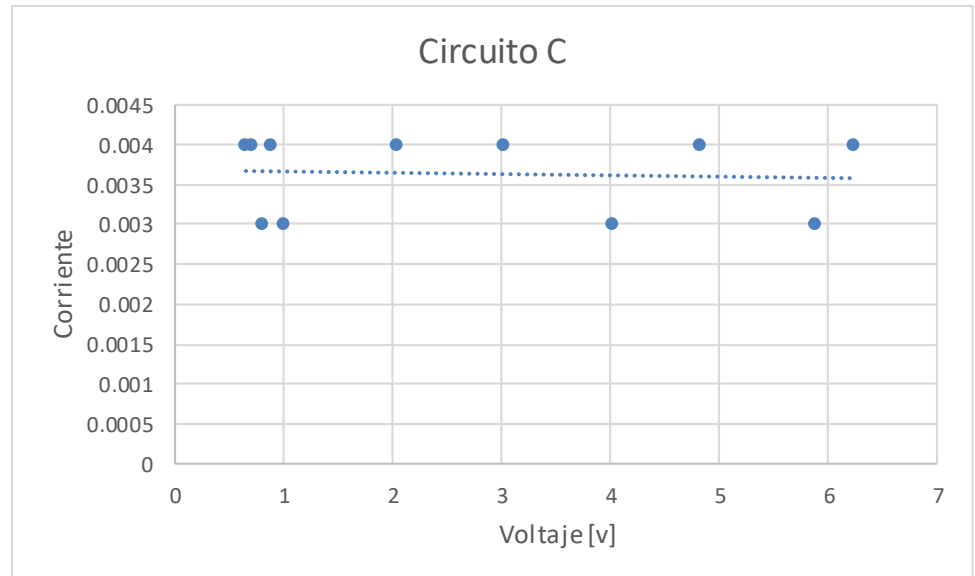


Simulación 1 y 2: Capturas de pantalla en dos distintas etapas de la simulación, la imagen superior está en .1 V y la inferior está en 6 V



c) Los datos de la siguiente tabla y su curva característica  $I_d$  vs  $V_d$ :

| Circuito C |        |        |
|------------|--------|--------|
| Vcc [V]    | Vd [V] | Id [A] |
| 0          | 0      | .002   |
| 0.1        | .14    | .002   |
| 0.2        | .26    | .004   |
| 0.3        | .35    | .004   |
| 0.4        | .42    | .004   |
| 0.5        | .58    | .004   |
| 0.6        | .65    | .004   |
| 0.7        | .72    | .004   |
| 0.8        | .81    | .003   |
| 0.9        | .88    | .00    |
| 1          | 1.01   | .003   |
| 2          | 2.04   | .003   |
| 3          | 3.03   | .004   |
| 4          | 4.02   | .003   |
| 5          | 4.84   | .004   |
| 6          | 5.89   | .003   |
| 6.3        | 6.25   | .004   |



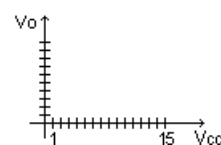
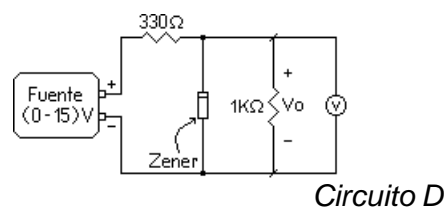
d) **Explique lo que le sucede con el foco en cada caso**

En el primer caso, el circuito B se puede notar un comportamiento similar a una función exponencial donde podemos notar que al principio no tiene mucho incremento y de momento el incremento se vuelve exponencial y en cierta forma asintótico, es en esta parte donde vemos de forma implícita el voltaje de encendido del diodo.

Por otro lado, en el circuito C notamos que a pesar de que pasaba una mínima cantidad de corriente realmente es casi imperceptible, lo que realmente nos demuestra como es el comportamiento de un diodo en polarización de inversa, como se puede ver en la gráfica del Circuito C, realmente las diferencias en la corriente son muy pequeñas.

NOTA: Cabe destacar que de color azul y a través de un punteo se realizó una tendencia del comportamiento del circuito C a través de regresión lineal.

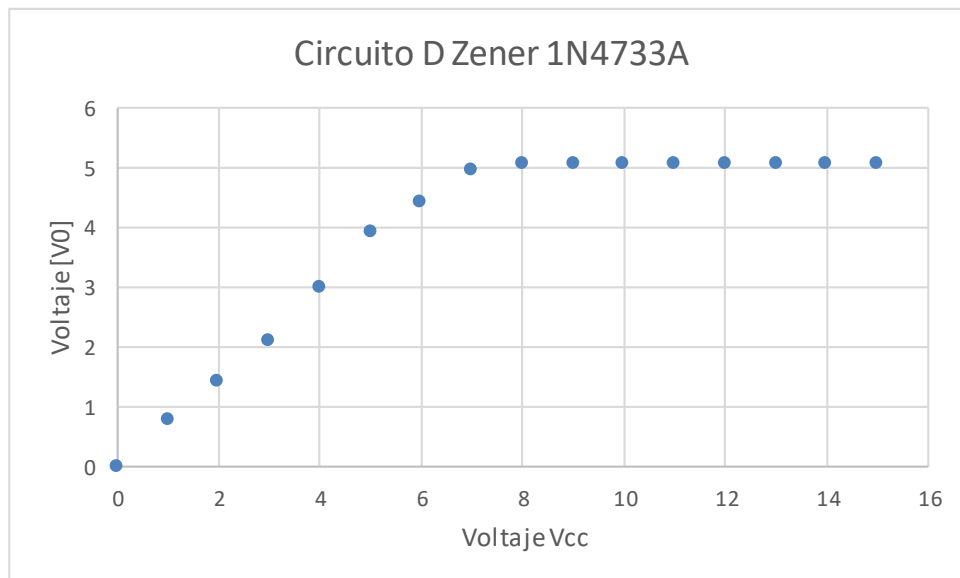
1. **Una vez armado y revisado el circuito D, obtenga para cada Diodo Zener (1N4733A, 1N4739A):**



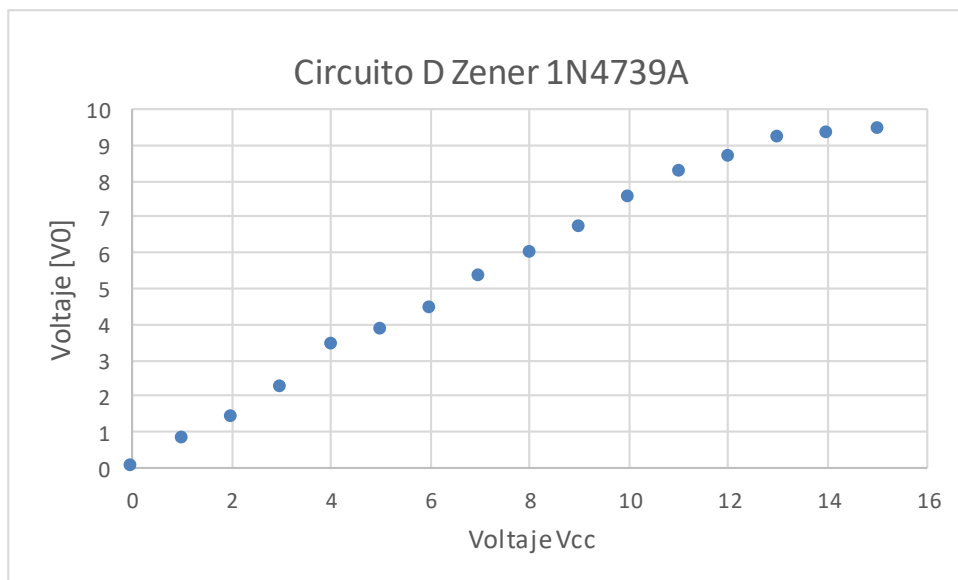


a) Los datos de las siguientes tablas y sus curvas características  $V_o$  vs  $V_{cc}$ :

| <b>Circuito D con Zener 1N4733A</b> |        |
|-------------------------------------|--------|
| Vcc [V]                             | Vo [V] |
| 0                                   | 0      |
| 1                                   | .785   |
| 2                                   | 1.45   |
| 3                                   | 2.12   |
| 4                                   | 3.01   |
| 5                                   | 3.94   |
| 6                                   | 4.448  |
| 7                                   | 4.965  |
| 8                                   | 5.1    |
| 9                                   | 5.09   |
| 10                                  | 5.07   |
| 11                                  | 5.07   |
| 12                                  | 5.08   |
| 13                                  | 5.08   |
| 14                                  | 5.09   |
| 15                                  | 5.09   |

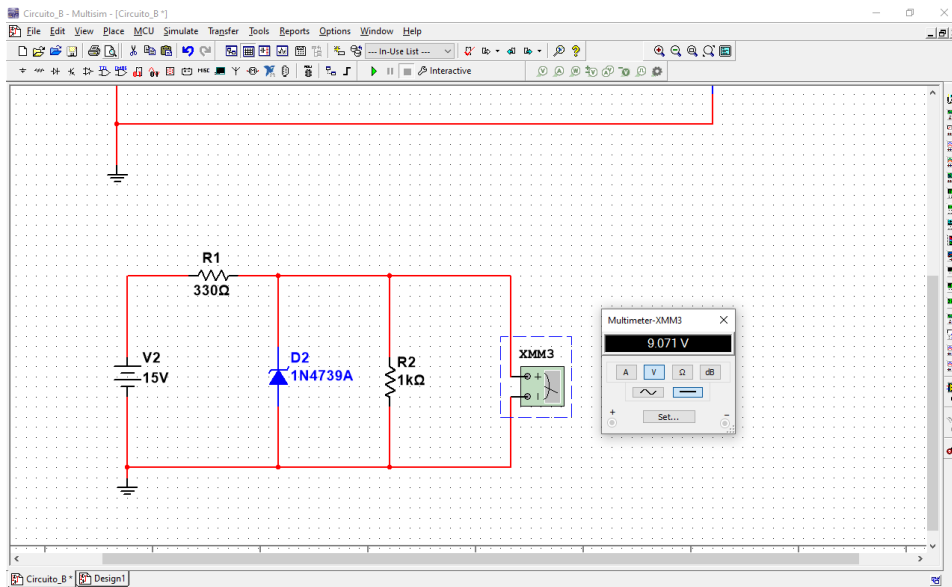


| <b>Circuito D con Zener 1N4739A</b> |        |
|-------------------------------------|--------|
| Vcc [V]                             | Vo [V] |
| 0                                   | .004   |
| 1                                   | .78    |
| 2                                   | 1.41   |
| 3                                   | 2.24   |
| 4                                   | 3.41   |
| 5                                   | 3.82   |
| 6                                   | 4.45   |
| 7                                   | 5.31   |
| 8                                   | 5.98   |
| 9                                   | 6.72   |
| 10                                  | 7.52   |
| 11                                  | 8.24   |
| 12                                  | 8.64   |
| 13                                  | 9.18   |
| 14                                  | 9.31   |
| 15                                  | 9.41   |





## 2. Circuito D simulación



Simulación del circuito D mediante Multisim.

## Conclusiones

En la presente práctica aprendimos el comportamiento general hasta características particulares de los diodos, cabe destacar que también utilizamos un diodo en específico conocido como diodo de Voltaje o de tipo Zener.

Fue a través de las gráficas de voltaje contra corriente donde observamos el comportamiento de los diodos implicados en la práctica, además que de forma implícita también se observaron algunos conceptos como el voltaje de encendido del diodo o incluso el cómo influye el material del que están hechos para determinar el flujo de corriente.

Por último, cabe destacar que algo importante es distinguir el comportamiento real del ideal en los diodos pues a pesar de que matemáticamente el diodo se comporta de una forma, en el caso real este se comporta de una forma distinta la cual debe considerarse al momento de emplearse en circuitos de distintos indoles.

## Referencias

- William H. Hayt, Jr. Jack E. Kemmerly. Análisis de circuitos en Ingeniería. Mc Graw Hill. CDMX, México.
- Diodo Zener 1N4733A. Encontrado en: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/341926/SY/1N4733A.html> .
- Diodo Zener 1N4739A Encontrado en: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/502836/CHENDA/1N4739A.html>