

# Trabajo práctico N°2

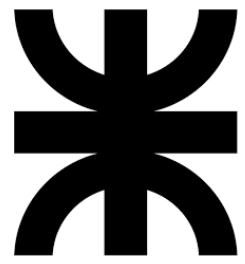
## ■ Autores:

- Gonzalo Ezequiel Filsinger - Leg. 403797 (Coordinador)
- Ignacio Ismael Perea - Leg. (Doc)
- Mariano Alberto Condori - Leg. (Operador)
- Marcos Acevedo - Leg. (Doc)

## ■ Curso: 3R1

## ■ Asignatura: Dispositivos Electrónicos.

## ■ Institución: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional de Córdoba.



U  
T  
N  
  
F  
R  
C



## Índice

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. Actividad 1: Identificación de Pines</b>                       | <b>1</b> |
| 1.1. Materiales usados: . . . . .                                    | 1        |
| 1.2. Mediciones: . . . . .   | 1        |
| 1.3. Conclusiones . . . . .  | 1        |
| <b>2. Actividad 2: Curva Característica de un Diodo</b>              | <b>1</b> |
| 2.1. Objetivo: . . . . .   | 1        |
| 2.2. Simulación de Polarización en Directa: . . . . .                | 1        |
| 2.3. Conclusiones de Polarización en Directa: . . . . .              | 2        |
| 2.4. Simulación de Polarización en Inversa: . . . . .                | 2        |
| 2.5. Conclusiones de Polarización en Inversa: . . . . .              | 2        |
| 2.6. Laboratorio: . . . . .  | 2        |
| 2.7. Comportamiento del diodo en función de la temperatura . . . . . | 3        |
| 2.8. Paso 1: Armado del circuito . . . . .                           | 4        |
| 2.9. Paso 2: Configuración de la simulación . . . . .                | 4        |
| 2.10. Paso 3: Ejecución de la simulación . . . . .                   | 4        |
| 2.11. Paso 4: Análisis de resultados . . . . .                       | 4        |
| <b>3. Actividad 3: Circuitos recortadores con diodos zener</b>       | <b>4</b> |
| 3.1. Simulación . . . . .  | 4        |
| 3.2. Actividad de Laboratorio . . . . .                              | 4        |
| <b>4. Análisis sobre parámetros de hoja de datos</b>                 | <b>5</b> |



## 1. Actividad 1: Identificación de Pines

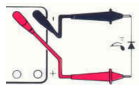

La polaridad de los terminales del diodo está especificada en su encapsulado según lo visto en las clases de aula. De todas formas es posible validar esta polaridad con el multímetro, es justamente lo que se realizará en esta actividad.

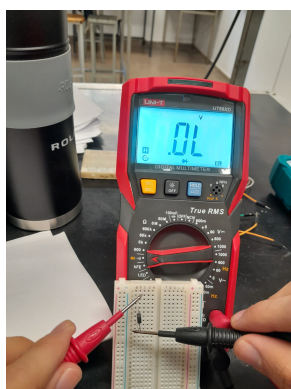
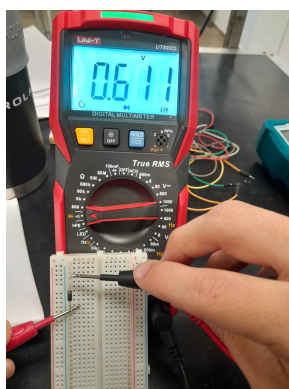
### 1.1. Materiales usados:

- Diodo de silicio 1N4007 y diodos de germanio 1N60
- Multímetro
- Protoboard

### 1.2. Mediciones:

Primero colocamos el multímetro en modo de detección de diodos o continuidad. Para luego colocar los diodos en la protoboard y proceder a medirlos en un sentido y luego en el otro.

| Sentido   | Germanio |       | Silicio |       |
|---|----------|-------|---------|-------|
|   | D1       | D2    | D1      | D2    |
|   | 0.306    | 0.312 | 0.611   | 0.602 |
|  | 0        | 0     | 0       | 0     |



### 1.3. Conclusiones

Como se puede observar en la tabla y en las imágenes, los valores que solemos usar de 0.7 para silicio y 0.3 para germanio son solo aproximaciones ya que pudimos medir que dependiendo del diodo este varía un poco, en este caso obtuvimos 0.611 y 0.602 para los diodos de silicio y 0.312 y 0.306 para los de germanio.

## 2. Actividad 2: Curva Característica de un Diodo

### 2.1. Objetivo:

Realizar mediciones de corrientes y tensiones de los diodos rectificadores tanto de Silicio como el de Germanio. Identificar principalmente el codo de conmutación entre el estado de bloqueo a conducción y comparar estos datos con las especificaciones del fabricante.

### 2.2. Simulación de Polarización en Directa:

Primero implementamos el siguiente circuito en el simulador LTSpice:

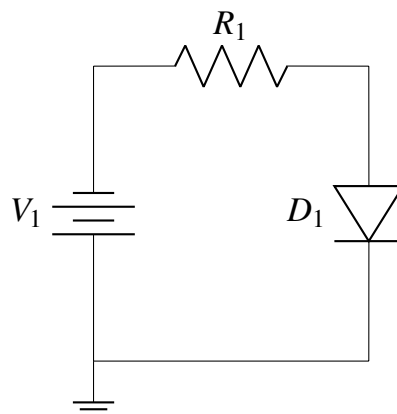
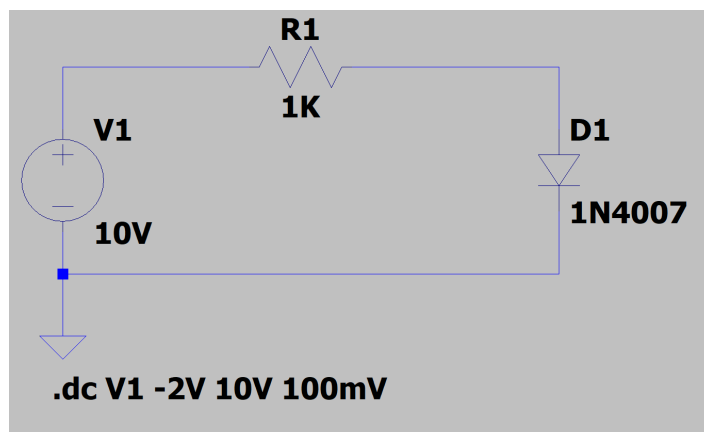
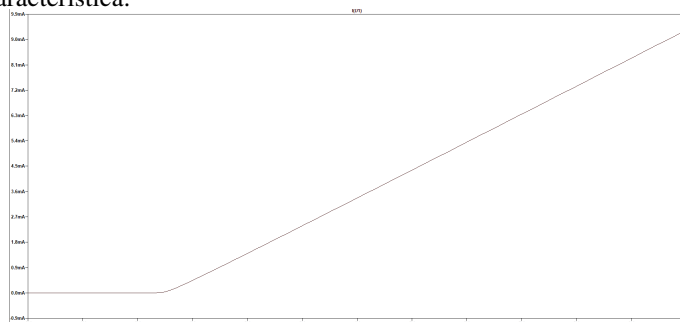


Figura 1

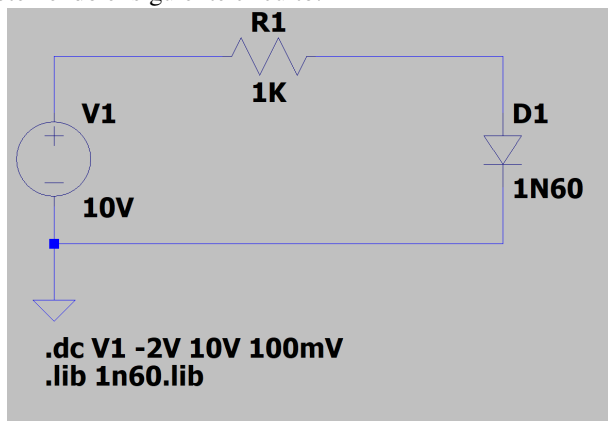
El circuito completo con sus respectivos valores es el siguiente:



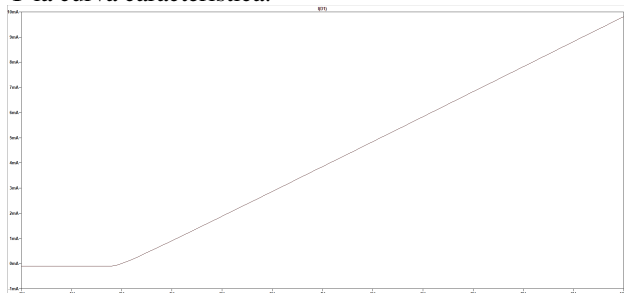
Luego de simular el circuito, obtenemos la siguiente curva característica:



Ahora repetimos el proceso para el diodo de germanio, obteniendo el siguiente circuito:



Y la curva característica:



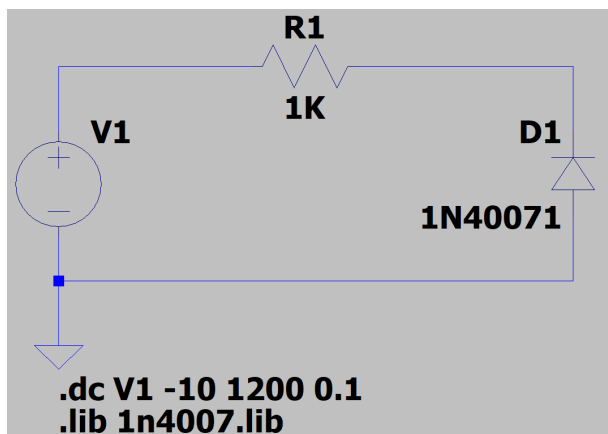
### 2.3. Conclusiones de Polarización en Directa:

Podemos concluir con que el diodo de germanio comienza a conducir a un voltaje menor que el de silicio, siendo este último de 0.7V y el primero de 0.3V aproximadamente.

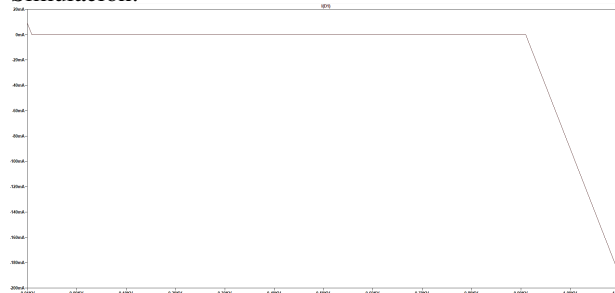
### 2.4. Simulación de Polarización en Inversa:

Para la polarización en inversa debemos conocer el voltaje de ruptura del diodo, en el caso del 1N4007 es de 1000V y el del 1N60 es de 40V. Por lo que configuramos el simulador para obtener valores que superen esos:

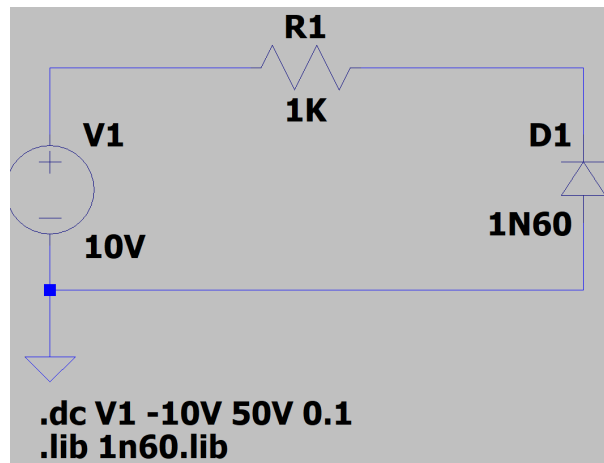
**Diodo de Silicio 1N4007:** Circuito:



Simulación:



**Diodo de Germanio 1N60:** Circuito:



Simulación:



### 2.5. Conclusiones de Polarización en Inversa:

Al igual que el caso anterior, hay diferencias entre ambos diodos, el de germanio entra en ruptura a un voltaje mucho menor que el silicio, siendo este de 40V y 1000V respectivamente.

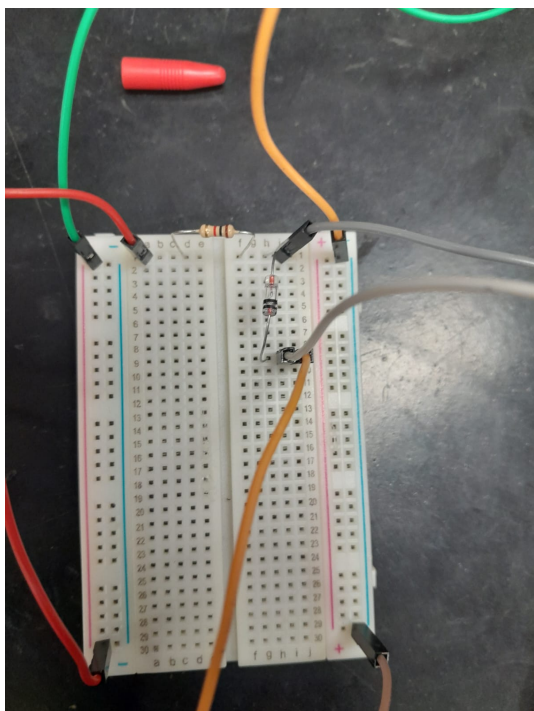
### 2.6. Laboratorio:

*Materiales*

- Un diodo de silicio (ej. 1N4007) y otro de germanio (ej. 1N60).
- Dos multímetros (voltímetro y amperímetro  $\mu A$ ).
- Puntas banana-cocodrilo (mínimo 2 pares).
- Resistor de  $1k\Omega$   $\frac{1}{8}$  o  $\frac{1}{4}$  W.

- Fuente de alimentación variable.
- Protoboard.

### Circuito experimental



**Figura 2:** Circuito de medición con diodo



**Figura 3:** Disposición de elementos

### Tabla de mediciones Silicio

**Tabla 1:** Mediciones de laboratorio

|        |   |      |      |      |      |       |
|--------|---|------|------|------|------|-------|
| V1 (V) | 0 | 0.1  | 0.3  | 0.4  | 0.45 | 0.5   |
| VD     | 0 | 0.15 | 0.34 | 0.42 | 0.45 | 0.5   |
| ID     | 0 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.01m |

**Tabla 2:** Mediciones de laboratorio

|        |       |       |      |       |      |       |       |
|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| V1 (V) | 0.55  | 0.6   | 0.65 | 0.7   | 1    | 3     | 5     |
| VD     | 0.53  | 0.54  | 0.55 | 0.57  | 0.6  | 0.69  | 0.72  |
| ID     | 0.05m | 0.08m | 0.1m | 0.17m | 0.41 | 2.49m | 4.28m |

### Tabla de mediciones Germanio

**Tabla 3:** Mediciones de laboratorio

|        |   |     |     |     |      |     |
|--------|---|-----|-----|-----|------|-----|
| V1 (V) | 0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.45 | 0.5 |
| VD     |   |     |     |     |      |     |
| ID     |   |     |     |     |      |     |

**Tabla 4:** Mediciones de laboratorio

|        |      |     |      |     |   |   |   |
|--------|------|-----|------|-----|---|---|---|
| V1 (V) | 0.55 | 0.6 | 0.65 | 0.7 | 1 | 3 | 5 |
| VD     |      |     |      |     |   |   |   |
| ID     |      |     |      |     |   |   |   |

### Presentar

- Fotografía con la disposición de los elementos del circuito e instrumentos.
- Sobre una misma gráfica, representar ambas curvas bien identificadas.

**Figura 4:** Curva comparada 1N4007 vs. 1N60

### 2.7. Comportamiento del diodo en función de la temperatura

#### Objetivo

El objetivo de esta actividad es simular la curva corriente-voltaje (I-V) de un diodo 1N3198 a distintas temperaturas y observar cómo varía:

- El voltaje de conducción.
- La corriente de fuga inversa.

## 2.8. Paso 1: Armado del circuito

Se realizó el circuito mostrado en la Figura 1, compuesto por una fuente de tensión DC, una resistencia de 1 k $\Omega$  y un diodo 1N3198.

**Figura 5:** Circuito básico del diodo en polarización directa.

## 2.9. Paso 2: Configuración de la simulación

### Fuente de tensión

Se configuró la fuente de tensión V1 para realizar un barrido DC desde 0 V hasta 0.8 V en pasos de 0.01 V, utilizando el siguiente comando:

```
.dc V1 0 0.8 0.01
```

### Temperaturas

Se añadió la siguiente directiva SPICE para realizar simulaciones a tres temperaturas distintas (20°C, 100°C y 125°C):

```
.step temp list 20 100 125
```

## 2.10. Paso 3: Ejecución de la simulación

La simulación se ejecutó en LTspice. Se observaron las curvas corriente-voltaje del diodo para las distintas temperaturas especificadas. A continuación, se muestran las curvas resultantes.

**Figura 6:** Curvas I-V del diodo a diferentes temperaturas.

## 2.11. Paso 4: Análisis de resultados

Se observa que, a medida que aumenta la temperatura:

- El voltaje de conducción del diodo disminuye. Es decir, el diodo comienza a conducir a un menor voltaje.
- La corriente de fuga inversa aumenta significativamente.

Este comportamiento concuerda con las características físicas del diodo de silicio, cuyo umbral de conducción se reduce con la temperatura debido al aumento de la generación térmica de pares electrón-hueco.

### Conclusión

A través de la simulación se pudo verificar cómo varía la curva característica I-V del diodo con la temperatura. Se comprobó que el aumento de la temperatura reduce el voltaje de conducción y aumenta la corriente de fuga inversa, tal como predice la teoría.

## 3. Actividad 3: Circuitos recortadores con diodos zener

### Objetivo

El objetivo de este trabajo es comprender y analizar el uso de los diodos zener en aplicaciones de corriente alterna (CA), específicamente como recortadores de voltaje, mediante la simulación y la implementación práctica de los circuitos.

### 3.1. Simulación

Se simuló el comportamiento de los circuitos a) y b) mostrados en la Figura 4. Estos circuitos utilizan diodos zener para limitar la señal de salida a determinados niveles de tensión.

**Figura 7:** Circuitos con diodos zener para recorte de tensión: a) recorte simétrico, b) recorte asimétrico.

#### Configuración en LTspice

- Se utilizó una fuente de 24 VCA como entrada.
- Se colocó una resistencia limitadora de 1 k $\Omega$  en serie.
- Se usaron diodos zener de:
  - 5,1 V y 20 V para el circuito a).
  - 6,8 V y 12 V para el circuito b).

#### Resultados de la Simulación

A continuación se presentan las señales de salida obtenidas para ambos circuitos simulados.

**Figura 8:** Señal de salida del circuito a) con recorte simétrico.

**Figura 9:** Señal de salida del circuito b) con recorte asimétrico.

#### Análisis

- En el circuito a), los diodos zener actúan en ambas mitades del ciclo de la señal AC, recortando los picos a aproximadamente  $\pm 5,1$  V y  $\pm 20$  V.
- En el circuito b), el recorte se realiza de forma asimétrica: uno de los semiperíodos se limita a  $\pm 6,8$  V y el otro a  $\pm 12$  V.

### 3.2. Actividad de Laboratorio

El objetivo de la actividad es analizar la aplicación de los diodos zener como recortadores. Para ello se implementarán los circuitos a) y b) de la Figura 4.

#### Instrumental y componentes:



## I. Osciloscopio

II. Diodos Zener de 5,1 V, 6,8 V, 12 V y 20 V (todos 2W o 5W según disponibilidad)

III. Resistencia 1 kΩ (2W)

IV. Transformador 220 VCA / 24 VCA

## Procedimiento

### Paso 1: Cálculo de la resistencia limitadora de corriente

Para limitar la corriente que circula por los diodos zener, se utiliza una resistencia en serie. El valor de esta resistencia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V_{in(max)} - V_Z}{I_Z + I_L}$$

Donde:

- $V_{in(max)}$ : Tensión máxima de entrada (24 VCA  $\rightarrow V_{pico} \approx 33,9$  V)
- $V_Z$ : Tensión zener del diodo correspondiente
- $I_Z$ : Corriente mínima de conducción del zener (se asume 5 mA)
- $I_L$ : Corriente de carga (se asume despreciable)

**Circuito a):** Zener de 5,1 V y 20 V conectados en oposición. Se usa el mayor valor (20 V):

$$R_a = \frac{33,9 - 20}{0,005} = 2780 \Omega$$

**Circuito b):** Zener de 6,8 V y 12 V conectados en oposición. Se usa el mayor valor (12 V):

$$R_b = \frac{33,9 - 12}{0,005} = 4380 \Omega$$

En ambos casos se eligió una resistencia de 1 kΩ (2W), ya que permite el funcionamiento del zener sin sobrepasar los valores de corriente seguros.

### Paso 2: Armado del circuito a)

Se armó el circuito a) de la Figura 4 en protoboard, utilizando los componentes indicados.

**Figura 10:** Circuito a) armado en protoboard.

### Paso 3: Medición de la señal de salida del circuito a)

Se conectó el osciloscopio a la salida y se registró la señal recortada por los zener.

**Figura 11:** Señal de salida del circuito a) medida con osciloscopio.

### Paso 4: Armado del circuito b)

Se armó el circuito b) con los zener de 6,8 V y 12 V, usando también la resistencia de 1 kΩ.

**Figura 12:** Circuito b) armado en protoboard.

### Paso 5: Medición de la señal de salida del circuito b)

Se registró la forma de onda a la salida del circuito con el osciloscopio.

**Figura 13:** Señal de salida del circuito b) medida con osciloscopio.

### Paso 6: Comparación con la simulación

Se compararon las señales reales obtenidas con las formas de onda obtenidas en LTspice. Se verificó buena concordancia entre los valores de tensión de recorte esperados y medidos.

### Paso 7: Conclusiones intermedias

- En el circuito a), el recorte es simétrico ( $\pm 5,1$  V y  $\pm 20$  V).
- En el circuito b), el recorte es asimétrico ( $\pm 6,8$  V y  $\pm 12$  V).
- El uso de diodos zener en oposición permite limitar la señal en ambas mitades del ciclo.
- La resistencia limitadora es fundamental para proteger los zener y controlar la corriente.

## 4. Análisis sobre parámetros de hoja de datos