

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

**LABORATORIO DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA I**  
**INFORME No. 1**

**CURVA DE POLARIZACIÓN DE UN DIODO.**  
**CIRCUITOS RECORTADORES Y SUSTENTADORES**

**Estudiante:**  
Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

**Carrera:**  
Ing. Electromecánica.

**Docente:**  
Ing. Alberto Arispe Santander.

**Grupo:** 1B.  
**Fecha de entrega:** 8 de Octubre del 2024.

## 1. Introducción

El dispositivo electrónico no lineal más simple se conoce como *diodo*. Un diodo está compuesto de dos materiales diferentes (unión *pn*) colocados juntos de tal forma que la carga fluye fácilmente en una dirección, pero no en dirección contraria. El comportamiento del diodo depende de la polaridad de la tensión aplicada.

Para polarizar un diodo se aplica un voltaje de corriente continua a través de él. La **polarización en directa** es la condición que permite la circulación de corriente a través de la unión *pn*. La **polarización en inversa** es la condición que en esencia evita la circulación de corriente a través del diodo [1].

Los diodos tienen muchas aplicaciones, entre ellas están las de recortar una señal de entrada o limitar solo partes de la señal. Además se pueden utilizar para restablecer un nivel de corriente directa a una señal de entrada.

Los circuitos **recortadores** se utilizan para eliminar parte de una forma de onda que se encuentre por encima o por debajo de algún nivel de referencia. Los circuitos recortadores se conocen a veces como: limitadores, selectores de amplitud o rebanadores.

Una forma de onda de tensión se puede desplazar añadiendo en serie con ella una fuente de tensión independiente, ya sea constante o dependiente del tiempo. La fijación o **sustentación** es una operación de desplazamiento, pero la cantidad de éste depende de la forma de la onda real [2].

## 2. Objetivos

- Verificar la curva característica de polarización de un diodo.
- Verificar el comportamiento de los circuitos recortadores.
- Verificar el comportamiento de los circuitos sustentadores.

## 3. Marco Teórico

### 3.1. Curva característica de polarización

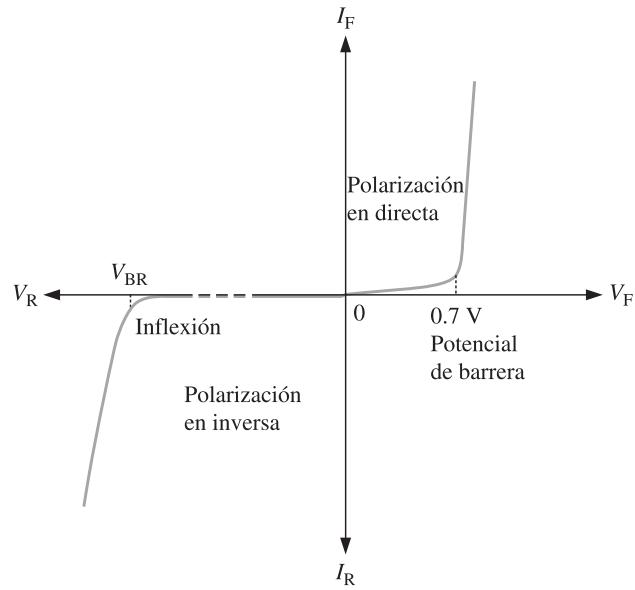
En la **figura 1**, se muestra la gráfica de la corriente a través del diodo en función del voltaje de entrada; donde pueden observarse tres regiones donde puede operar un diodo [3]:

**Región de conducción en polarización directa (PD):** Donde  $V_D$ (Potencial de barrera) > 0[V], siendo:

- La corriente en el diodo muy pequeña, cuando:  $0[V] < V_D < V_F$ .
- La corriente en el diodo es cada vez mas grande, cuando:  $V_D > V_F$ .

**Región de no conducción:** Donde  $V_D < 0[V]$ , siendo la corriente en el diodo demasiado pequeña y negativa, conocida como corriente de saturación inversa:  $I_S$ .

**Región de conducción en polarización inversa:** Se encuentra a la izquierda del voltaje de ruptura ( $V_{BR}$ ), para voltajes del diodo cada vez mayor, pero negativo, el diodo se encuentra con corriente cada vez mas grande (pero negativa), conocida como corriente de avalancha.



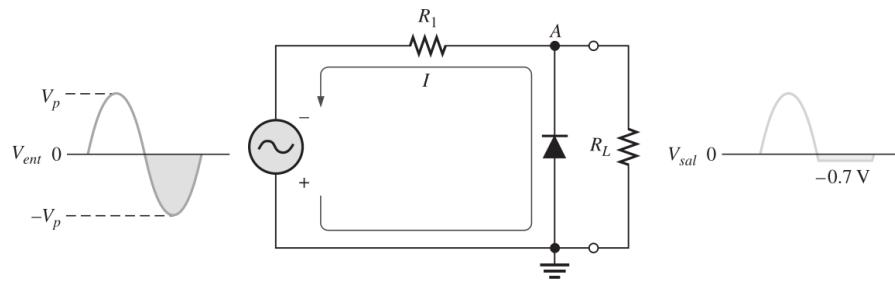
**Figura 1:** Curva característica  $V - I$  para un diodo.

### 3.2. Circuito recortador

Este tipo de circuito permite obtener en la salida una fracción de la señal de entrada, como si hubiese sufrido un recorte. Se emplean para eliminar una parte de la forma de onda que se encuentra por encima o por debajo de algún nivel de referencia deseado. La señal de entrada puede tener cualquier forma de onda; dependiendo de los componentes y de la forma en que se encuentren conectados entre si, el circuito recortador puede actuar de diferente forma sobre la señal de entrada.

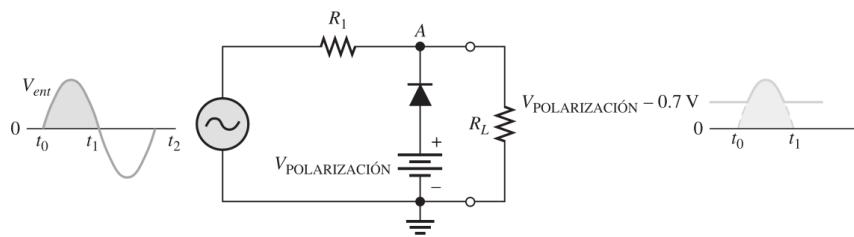
Mínimamente deberá contar con un resistor y un diodo, para que el recorte se realice a partir de la referencia (en las proximidades de  $0[\text{V}]$ ) eliminando la parte superior o inferior, dependiendo de la orientación del diodo. Si se agrega una fuente de voltaje, la referencia para el recorte puede quedar desplazada, hacia arriba o hacia abajo [3].

En la **figura 2** puede verse la señal de entrada y la señal de salida para un circuito recortador sin una fuente de voltaje adicional.



**Figura 2:** Circuito recortador sin fuente de voltaje.

En la **figura 3** puede verse la señal de entrada y la señal de salida para un circuito recortador que posee una fuente de voltaje adicional que sube el valor mínimo de la salida una cantidad predeterminada.

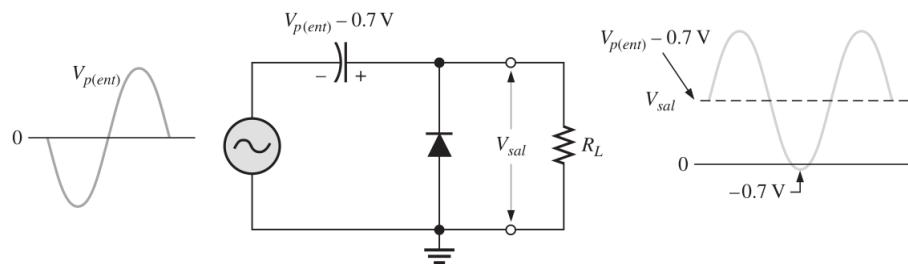


**Figura 3:** Circuito recortador con fuente de voltaje.

### 3.3. Circuito sustentador

Este tipo de circuito permite obtener en la salida la misma señal de entrada pero desplazada, ya sea hacia arriba o hacia abajo. La señal de entrada puede tener cualquier forma de onda. Mínimamente deberá contar con un capacitor, un resistor y un diodo. Si se agrega una fuente de voltaje, la sustentación puede ser más pronunciada [3].

En la **figura 4** puede verse la señal de entrada y la señal de salida para un circuito sustentador sin una fuente de voltaje adicional.



**Figura 4:** Circuito sustentador sin fuente de voltaje.

## 4. Simulación

Se utilizó el software *Quite Universal Circuit Simulator*, versión 23.3.1 para simular los circuitos.

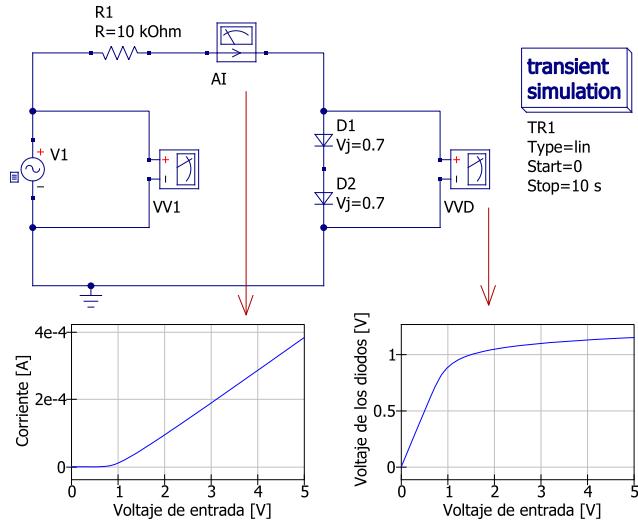
### 4.1. Curva de polarización

Para la simulación y el experimento se utilizan los siguientes componentes:

- Dos diodos rectificadores 1N4001 50V 1A.
- Una placa de pruebas.
- Un voltímetro.
- Un amperímetro.
- Fuente de alimentación *DC*.
- Cable conector para la fuente de alimentación *DC*.

- Cables de conexión.

La curva característica simulada para dos diodos en serie puede verse en la **figura 5**, en esta puede apreciarse la gráfica de corriente en función del voltaje de entrada, además de la gráfica de voltaje de los diodos en serie en función del voltaje de entrada.



**Figura 5:** Simulación de la curva V-I en dos diodos en serie.

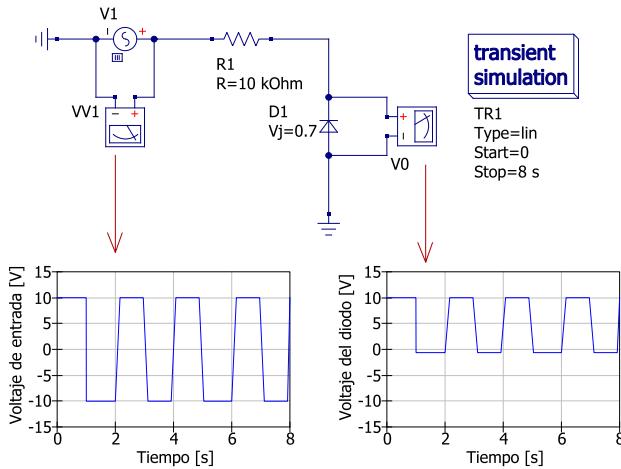
## 4.2. Circuitos recortadores

Para la simulación y el experimento se utilizan los siguientes componentes:

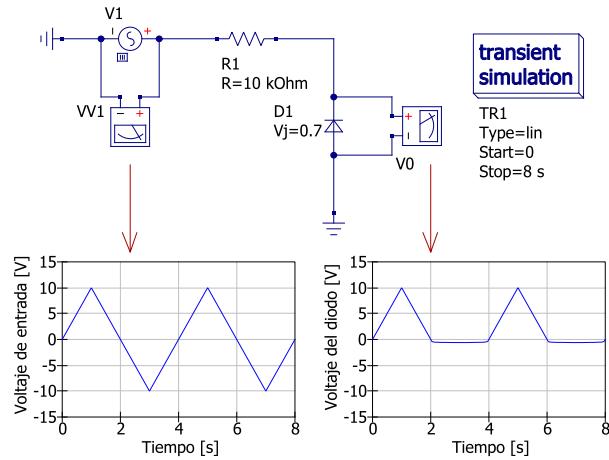
- Un diodo rectificador 1N4001 50V 1A.
- Una resistencia  $10 [k\Omega]$ .
- Una placa de pruebas.
- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Fuente de alimentación *DC*.
- Cable conector para la fuente de alimentación *DC*.
- Dos cables BNC para conexión del generador de funciones.
- Cables de conexión.

### 4.2.1. Recortador sin fuente de voltaje

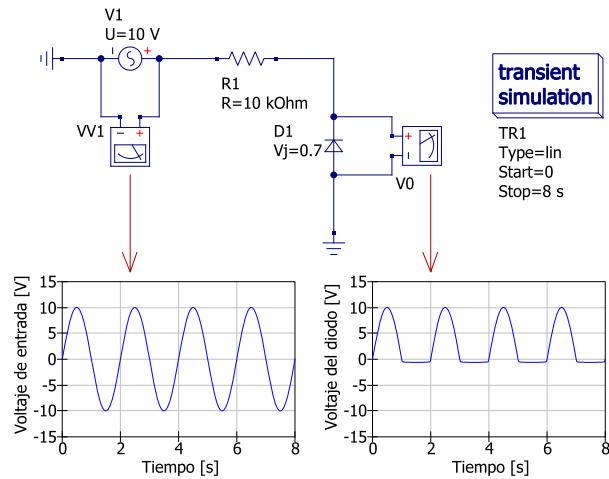
Se simulo un circuito recortador con tres tipos diferentes de señales: una señal rectangular (**figura 6**), una señal triangular (**figura 7**) y una señal senoidal (**figura 8**).



**Figura 6:** Simulación de un recortador con una señal rectangular.



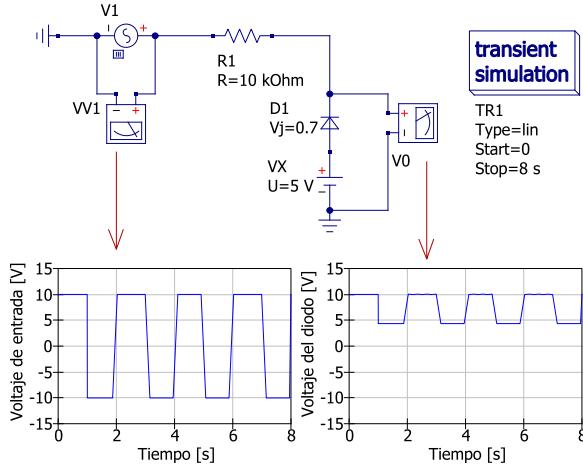
**Figura 7:** Simulación de un recortador con una señal triangular.



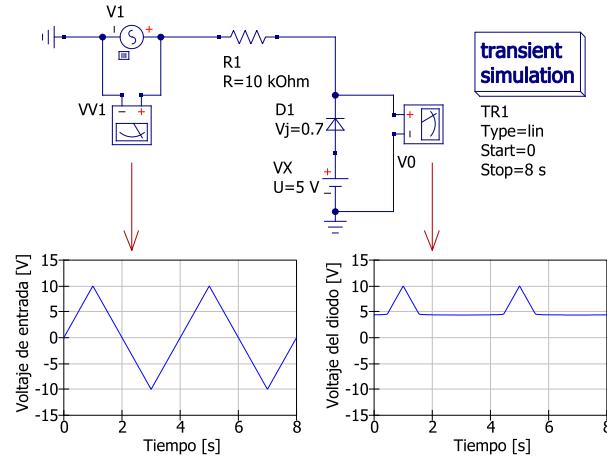
**Figura 8:** Simulación de un recortador con una señal senoidal.

#### 4.2.2. Recortador con fuente de voltaje

Se simulo un circuito recortador con fuente de voltaje de 5[V] con tres tipos diferentes de señales: una señal rectangular (**figura 9**), una señal triangular (**figura 10**) y una señal senoidal (**figura 11**), en la gráfica de salida de la señal puede verse el valor mínimo subido hasta los 5[V] menos el voltaje de polarización del diodo.



**Figura 9:** Simulación de un recortador con fuente de voltaje con una señal rectangular.

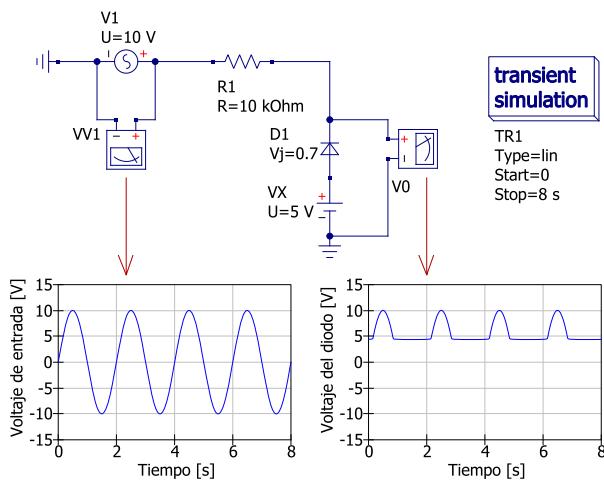


**Figura 10:** Simulación de un recortador con fuente de voltaje con una señal triangular.

#### 4.3. Circuitos sustentadores

Para la simulación y el experimento se utilizan los siguientes componentes:

- Un diodo rectificador 1N4001 50V 1A.
- Una resistencia 10 [ $k\Omega$ ].
- Un capacitor 470 [ $\mu F$ ].



**Figura 11:** Simulación de un recortador con fuente de voltaje con una señal senoidal.

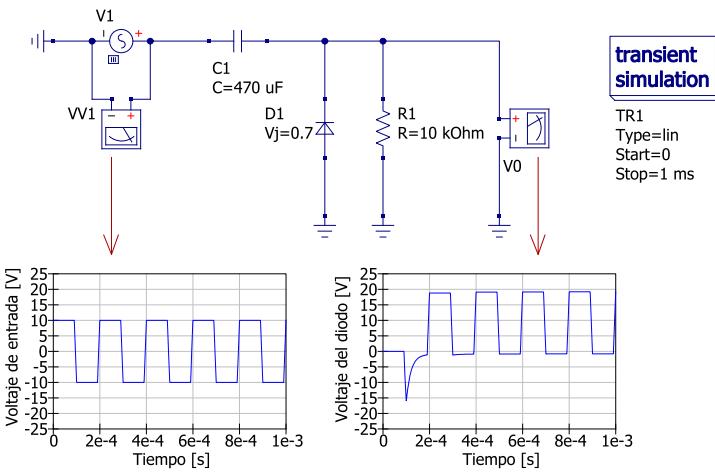
- Una placa de pruebas.
- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Fuente de alimentación  $DC$ .
- Cable conector para la fuente de alimentación  $DC$ .
- Dos cables BNC para conexión del generador de funciones.
- Cables de conexión.

#### 4.3.1. Sustentador sin fuente de voltaje

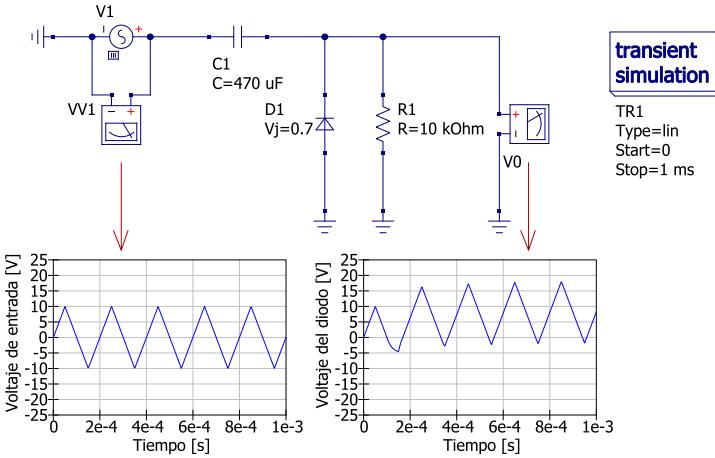
Se simulo un circuito sustentador con tres tipos diferentes de señales: una señal rectangular (**figura 12**), una señal triangular (**figura 13**) y una señal senoidal (**figura 14**).

#### 4.3.2. Sustentador con fuente de voltaje

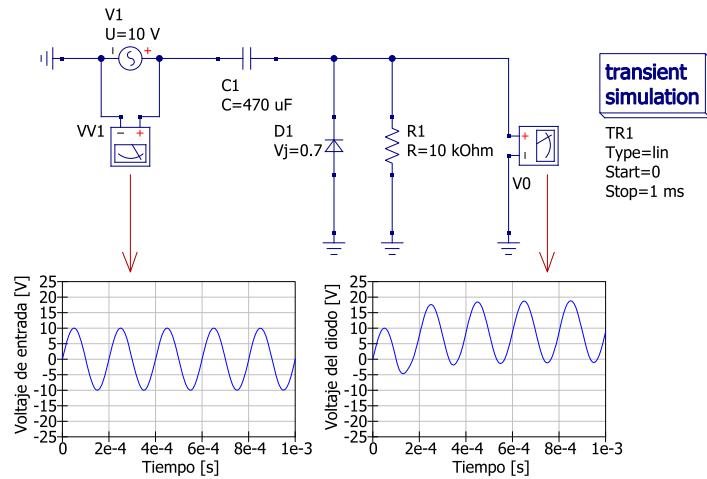
Se simulo un circuito sustentador con fuente de voltaje de 5[V] con tres tipos diferentes de señales: una señal rectangular (**figura 15**), una señal triangular (**figura 16**) y una señal senoidal (**figura 17**).



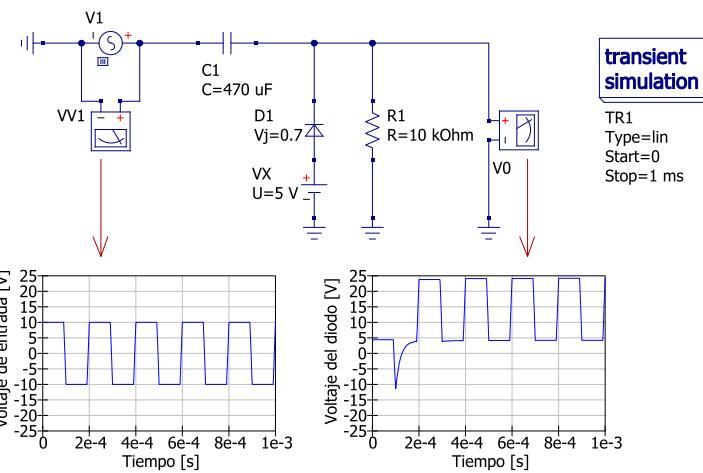
**Figura 12:** Simulación de un sustentador con una señal rectangular.



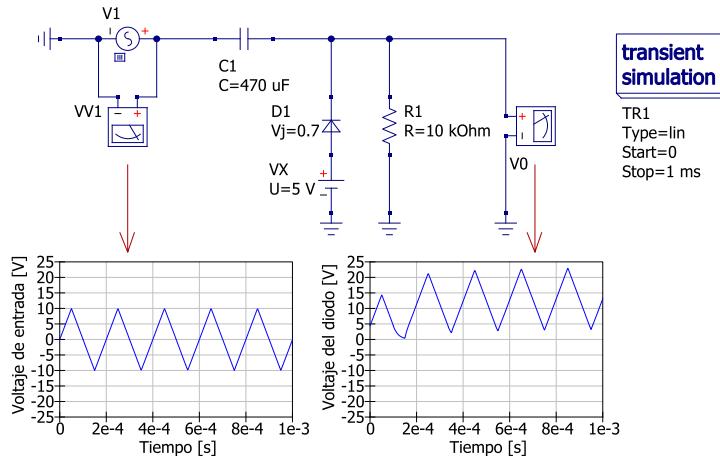
**Figura 13:** Simulación de un sustentador con una señal triangular.



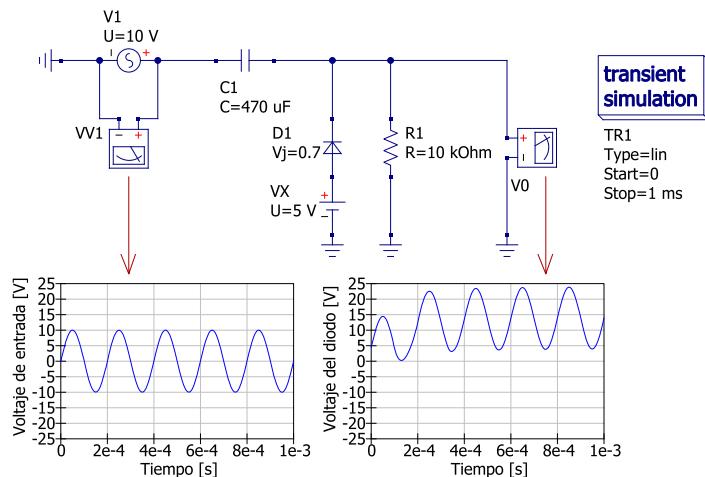
**Figura 14:** Simulación de un sustentador con una señal senoidal.



**Figura 15:** Simulación de un sustentador con fuente de voltaje con una señal rectangular.



**Figura 16:** Simulación de un sustentador con fuente de voltaje con una señal triangular.



**Figura 17:** Simulación de un sustentador con fuente de voltaje con una señal senoidal.

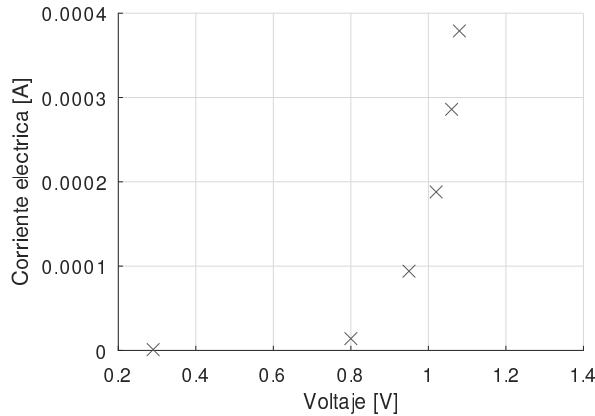
## 5. Resultados

### 5.1. Curva de polarización

Una vez montado el experimento en laboratorio se obtuvieron los siguientes valores:

$V_i$ [V]	$V_d$ [V]	$i$ [A]
0.4	0.29	0.001
1	0.80	0.014
2	0.95	0.094
3	1.02	0.188
4	1.06	0.286
5	1.08	0.379

Cuya gráfica  $V - I$  se presenta en la **figura 18**:



**Figura 18:** Curva característica  $V - I$  para dos diodos 1N4001 en serie.

### 5.2. Circuitos recortadores

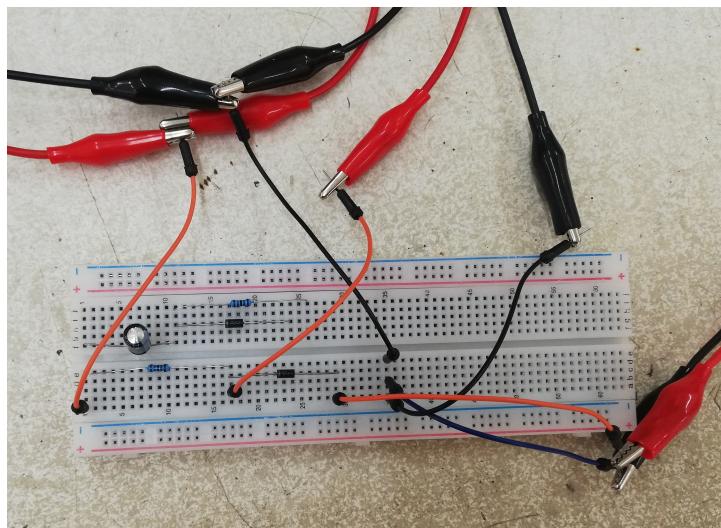
En la **figura 19** se presenta el montaje del circuito recortador simulado con los componentes descritos en la sección anterior.

#### 5.2.1. Recortador sin fuente de voltaje

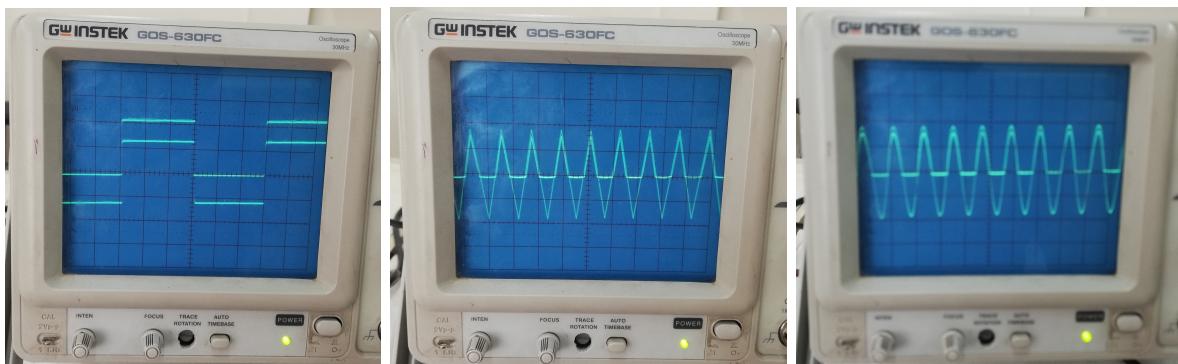
En la **figura 20** se presentan las salidas del osciloscopio para el voltaje de entrada y el voltaje de salida para las señales rectangular, triangular y senoidal respectivamente.

#### 5.2.2. Recortador con fuente de voltaje

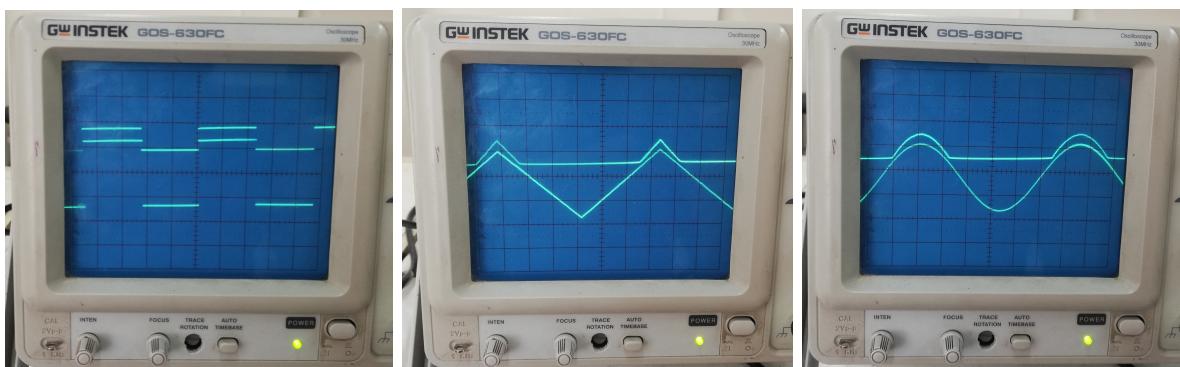
En la **figura 21** se presentan las salidas del osciloscopio para el voltaje de entrada y el voltaje de salida para las señales rectangular, triangular y senoidal respectivamente.



**Figura 19:** Montaje del circuito recortador.



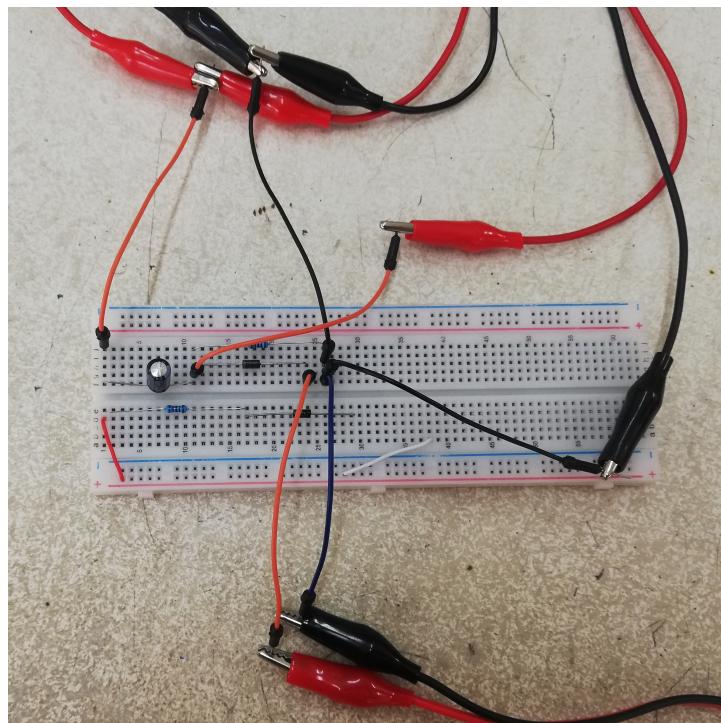
**Figura 20:** Salida del osciloscopio para diferentes señales de entrada.



**Figura 21:** Salida del osciloscopio para diferentes señales de entrada.

### 5.3. Circuitos sustentadores

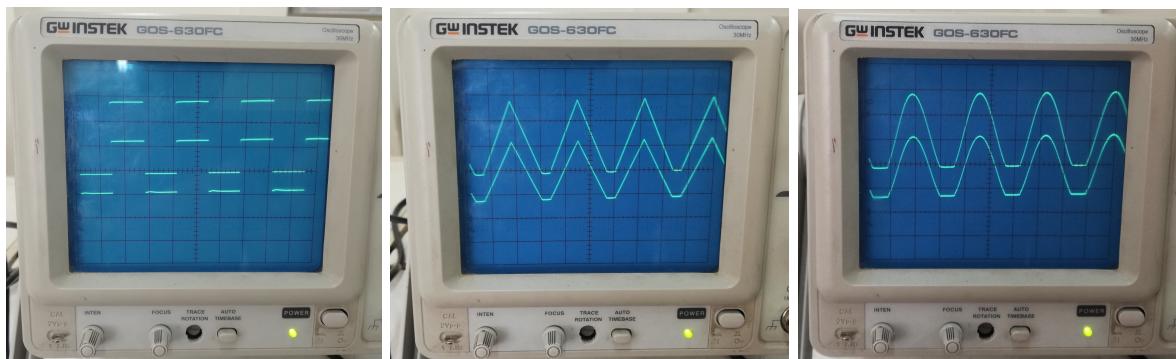
En la **figura 22** se presenta el montaje del circuito sustentador simulado con los componentes descritos en la sección anterior.



**Figura 22:** Montaje del circuito sustentador.

### 5.3.1. Sustentador sin fuente de voltaje

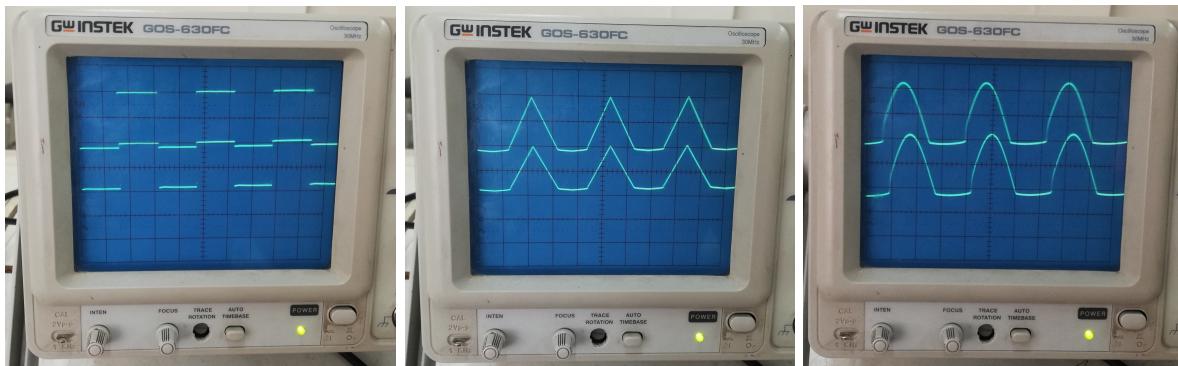
En la **figura 23** se presentan las salidas del osciloscopio para el voltaje de entrada y el voltaje de salida para las señales rectangular, triangular y senoidal respectivamente.



**Figura 23:** Salida del osciloscopio para diferentes señales de entrada.

### 5.3.2. Sustentador con fuente de voltaje

En la **figura 24** se presentan las salidas del osciloscopio para el voltaje de entrada y el voltaje de salida para las señales rectangular, triangular y senoidal respectivamente.



**Figura 24:** Salida del osciloscopio para diferentes señales de entrada.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

Se comprobó que los comportamientos tanto de la curva característica del diodo, como de los circuitos recortadores y sustentadores, son similares en la teoría, la simulación y experimentalmente.

Se constato que los instrumentos provistos en el laboratorio (fuentes de alimentación DC, generador de funciones y osciloscopio) son vitales en el análisis de circuitos y lo importante que es conocer todas las funciones que proveen estos.

A su vez, de los componentes electrónicos de los diferentes circuitos armados es crucial hacer una revisión de sus hojas de datos, para evitar que el diseño exceda sus valores recomendados de funcionamiento.

## Referencias

- [1] Thomas L. Floyd (208).  
**Dispositivos electrónicos. 8va Edición.**  
Pearson Education
- [2] C.J. Savant Jr, Martin S. Roden, Gordon Carpenter. (1992).  
**Diseño Electrónico. Circuitos y sistemas. 2da Edición.**  
Addison-Wesley
- [3] Ing. Jose F. Tancara S. (2019).  
**Guía de laboratorio electrónica analógica I**