



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y CIRCUITOS  
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS  
GRUPO 3

**INFORME - PRÁCTICA #4**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS DIODOS, CIRCUITO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA**

**Integrantes:**

Giancarlo Torlone 20-10626

Hiroshi Yano 20-10668

## **RESUMEN**

Esta práctica tiene como objetivo familiarizar al estudiante con el uso de los manuales de los fabricantes de diodos para entender y manejar sus especificaciones, familiarizar al estudiante con la visualización de las curvas características de dichos dispositivos utilizando el osciloscopio en la modalidad X-Y y realizar un análisis del rectificador de media onda con y sin filtro capacitivo y del rectificador de precisión.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>III</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>1</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>4</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>7</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>16</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>17</b>

## MARCO TEÓRICO

### Característica Corriente-Voltaje del diodo rectificador

El diodo es un componente electrónico que controla el sentido de paso de la corriente, esto gracias a su pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos. Este elemento cuenta con dos posiciones, una de polarización directa (mismo sentido de la corriente) y otra de polarización inversa (que se opone al paso de la misma). Las regiones de respuesta del diodo hacen que por debajo de una este se comporte como un circuito abierto, mientras que con la otra como una pequeña resistencia eléctrica. La respuesta de este elemento se describe en función de una tensión umbral  $V_Y$ , en donde ocurren los cambios bruscos en la corriente a través del diodo, una corriente máxima  $I_{max}$  que determina el máximo soportado por el componente, una corriente de saturación  $I_S$  que por cada  $10^\circ\text{C}$  aparece y se duplica si se suministra corriente en sentido inverso del diodo y finalmente una tensión de ruptura  $V_\gamma$  que es la magnitud que puede soportar en polarización inversa antes de generar efecto avalancha.

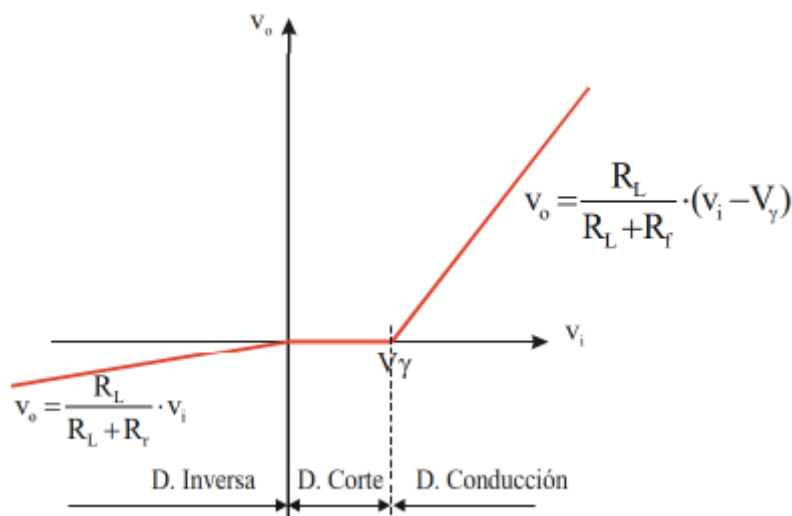
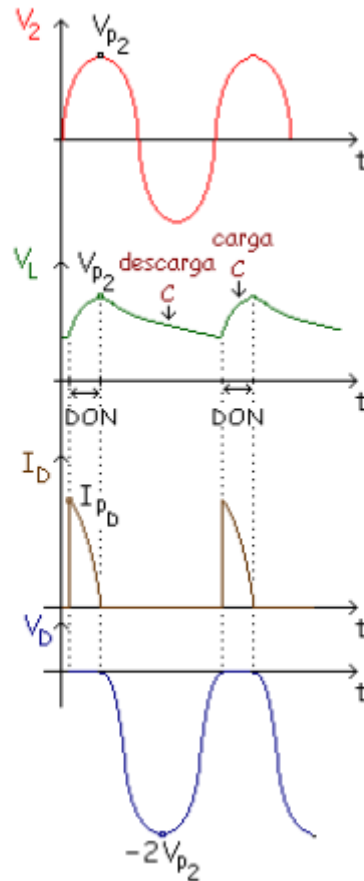


Figura 1. Respuesta del diodo

### Rectificador de media onda con filtro capacitivo

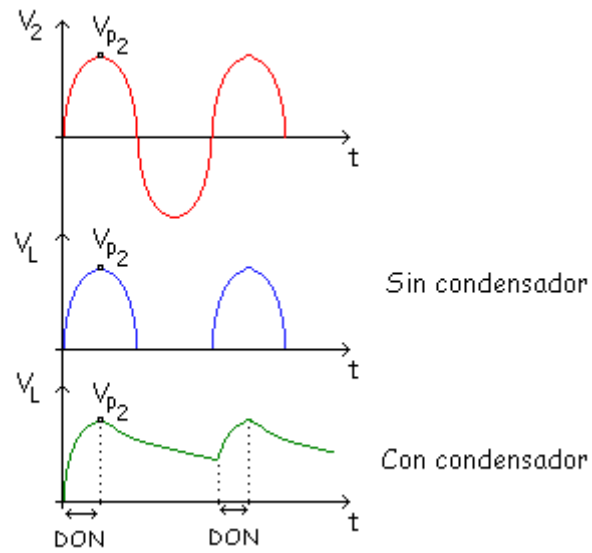
Esta configuración de diodo permite bloquear (o rectificar) uno de los ciclos de una tensión alterna (por efecto de polarización inversa) mientras permite el paso del otro (bajo polarización directa), mientras que con la presencia de un capacitador se aplanan los rizados para que pueda obtener una señal continua con tensión casi constante. Esta configuración es especialmente útil para suministrar tensión continua a una carga.



**Figura 2.** Respuesta del rectificador de media onda

### **Rectificador de media onda sin filtro capacitivo**

Esta configuración de diodo permite bloquear (o rectificar) uno de los ciclos de una tensión alterna (por efecto de polarización inversa) mientras permite el paso del otro (bajo polarización directa). Sin la presencia de un condensador, la señal de salida es sólo un ciclo pero sin el efecto de aplanado, por lo que no se asemeja a un voltaje DC.



**Figura 3.** Forma de onda del rectificador con y sin filtro

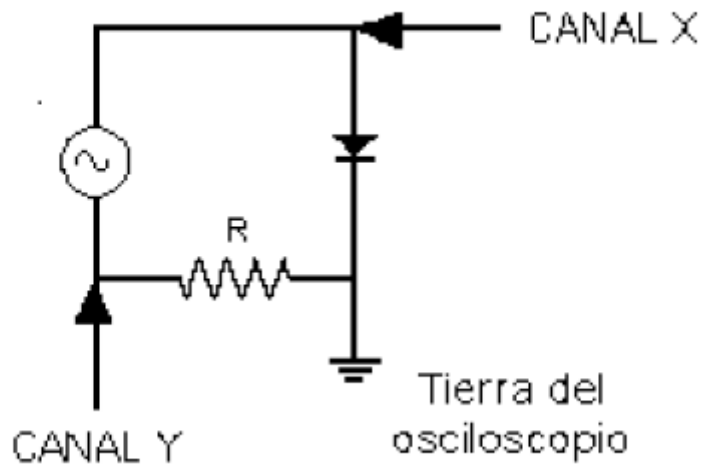
### **Rectificador de precisión**

Esta configuración consiste en el uso de OPAM con el diodo para aproximar al comportamiento ideal. Esto permite que pueda polarizar con corrientes ligeramente más pequeñas que las de que comúnmente se necesitan.

## METODOLOGÍA

### Característica corriente-voltaje

Para analizar la característica corriente-voltaje del diodo, se armó el siguiente circuito y se hizo uso del osciloscopio en modo XY:



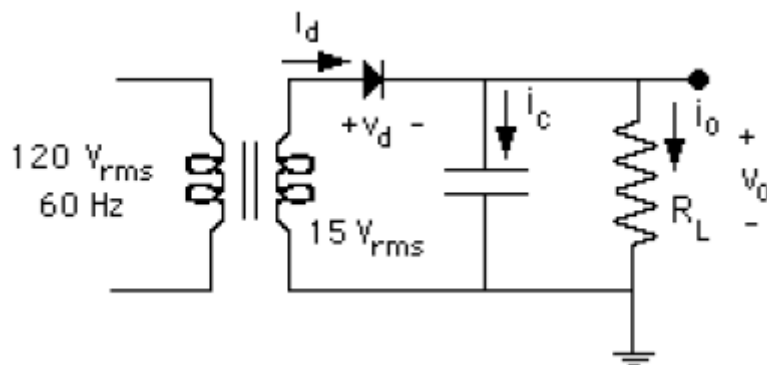
**Figura 4.** Circuito para observar característica corriente-voltaje

Valores Nominales:

$$R = 470 \, \Omega$$

### Rectificador de media onda con filtro capacitivo

Para el rectificador de media onda con filtro capacitivo, se usó un transformador para reducir el voltaje alterno. Posteriormente, se procedió a armar el siguiente circuito:



**Figura 5.** Rectificador de media onda con filtro capacitivo

Fue necesario colocar una resistencia  $R_x$  de un valor bajo en serie con el diodo para poder realizar las mediciones necesarias en el secundario.

Valores Nominales:

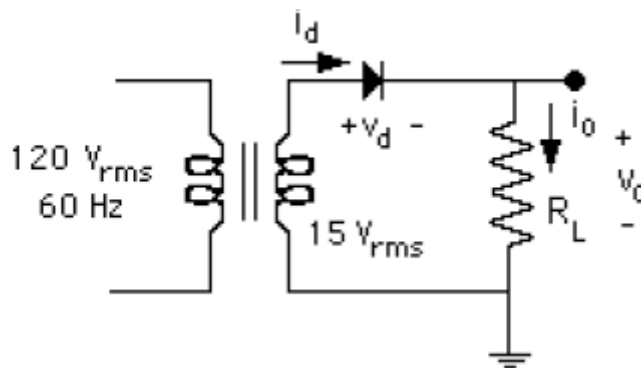
$$R_x = 10 \, \Omega$$

$$R_L = 470 \, \Omega$$

$$C = 100 \, \mu\text{F}$$

### Rectificador de media onda sin filtro capacitivo

La configuración es exactamente igual al anterior, pero sin el capacitor.



**Figura 6.** Rectificador de media onda sin filtro capacitivo

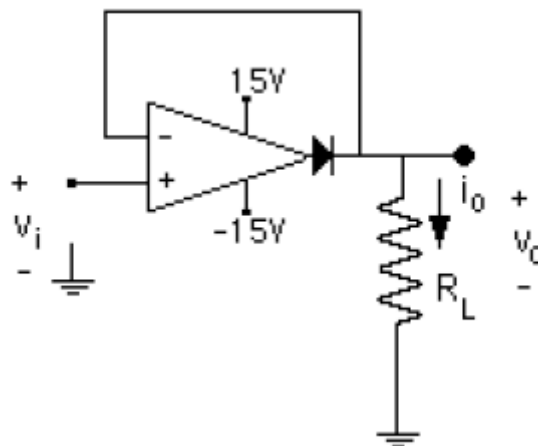
Valores Nominales:

$$R_x = 10 \, \Omega$$

$$R_L = 470 \, \Omega$$

### Rectificador de precisión

Para el rectificador de precisión, se procedió a armar el siguiente circuito:



**Figura 7.** Rectificador de precisión



Valores nominales:

$$R_L = 1K \Omega$$

En este circuito se utilizaron voltajes del orden de las decenas de milivoltios, centenas de milivoltios y voltios a la frecuencia de la línea (60Hz) y a una frecuencia más elevada (1 a 10 KHz).

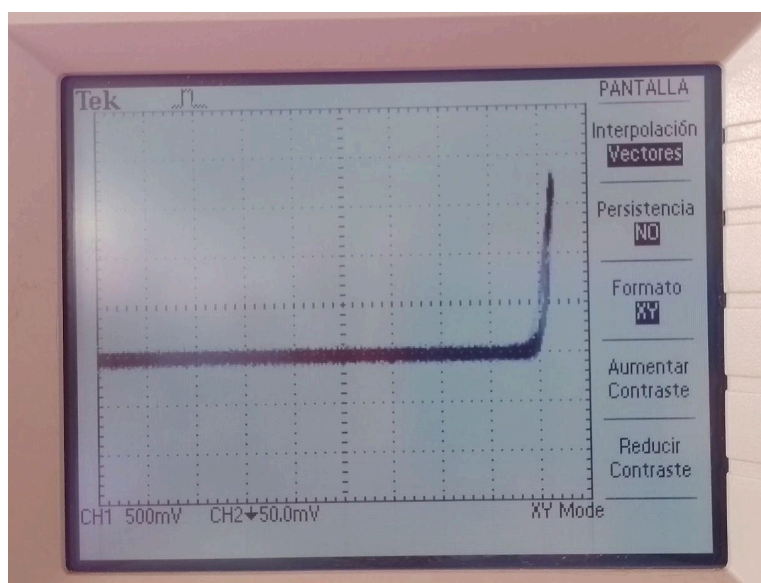
Se midió el voltaje en el diodo y el voltaje en la carga.

Estas mismas señales fueron aplicadas al circuito de la **figura 6** para comparar ambos circuitos.

## RESULTADOS

### Característica corriente-voltaje del diodo

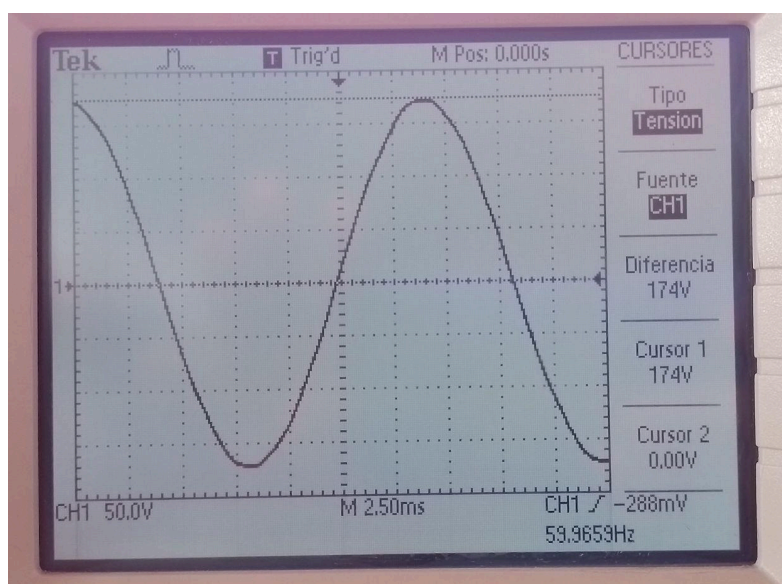
Se obtuvo la curva del comportamiento del diodo, en donde el eje horizontal representa a las tensiones mientras que el eje vertical las corrientes.



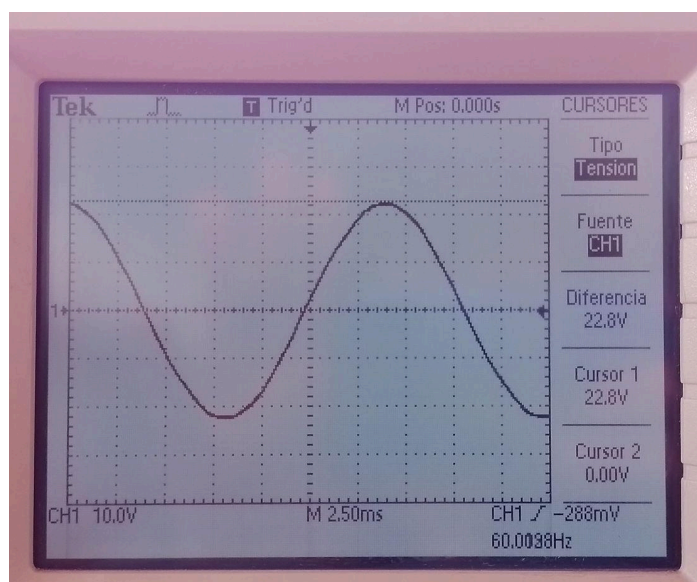
**Figura 8.** Característica corriente-voltaje

Voltaje de conducción	Resistencia dinámica
2 V	20,3 $\Omega$

### Rectificador de media onda sin filtro capacitivo



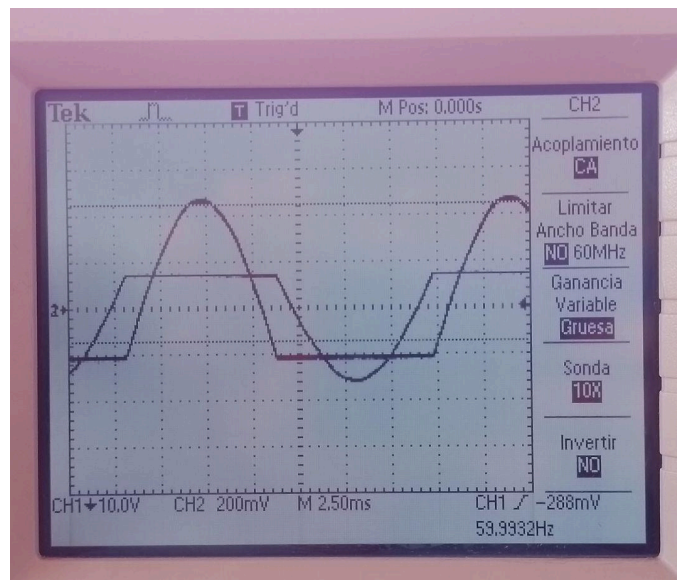
**Figura 9.** Voltaje en el primario



**Figura 10. Voltaje en el secundario**



**Figura 11. Voltaje en la carga**



**Figura 12.** Voltaje y corriente en el diodo

V primario	V secundario	V rectificado	VR 470 $\Omega$	I secundario
174 Vp	22,8 Vp	14,4 Vp	14,8 Vp	-
123 VRMS	16, 12 VRMS	10,18 VRMS	10,47 VRMS	22,27 mA

Voltaje y corriente en el diodo ( $R_x = 10 \Omega$ )

$$V_D = 8 \text{ Vp}$$

$$V_{D \text{ min}} = -16,4 \text{ V}$$

$$V_{R_x} = 488 \text{ mVp}$$

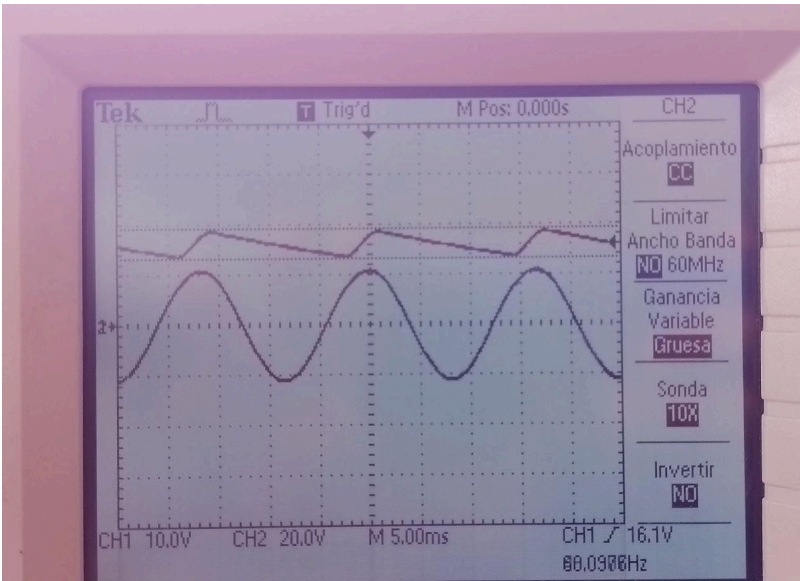
$$V_{R_x} = 345 \text{ mVRMS}$$

$$I_D = 435 \text{ mV} / 10 \Omega = 34,5 \text{ mA}$$

**Rectificador de media onda con filtro capacitivo**



**Figura 13.** Voltaje en la carga

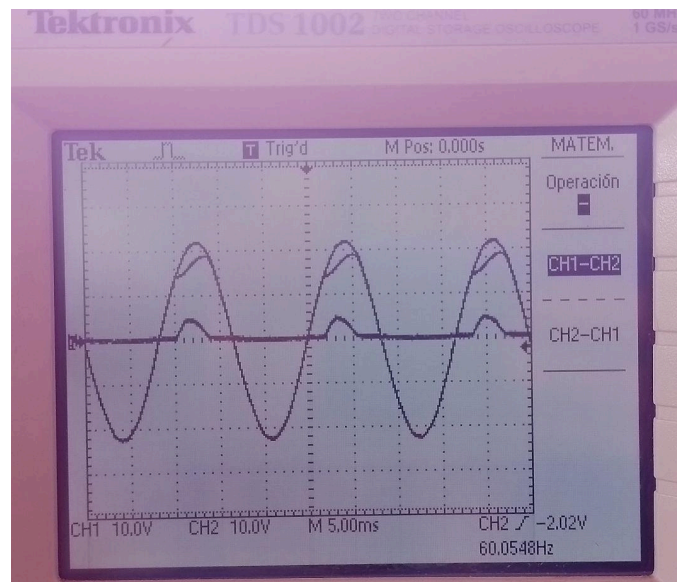


**Figura 14.** Voltaje en la carga y en el secundario





**Figura 15.** Voltaje y corriente en el diodo



**Figura 16.** Voltaje y corriente del secundario

VR 470 $\Omega$	V secundario	I secundario	V diodo	I diodo
Vmax = 19.2 V	22,4 Vp	480 mA	Vmax = 600 mV	290 mA
V min = 13,2 V	15,9 VRMS	-	Vmin = -38,2 V	-
Vmed = 16.3 V	-	-	-	-

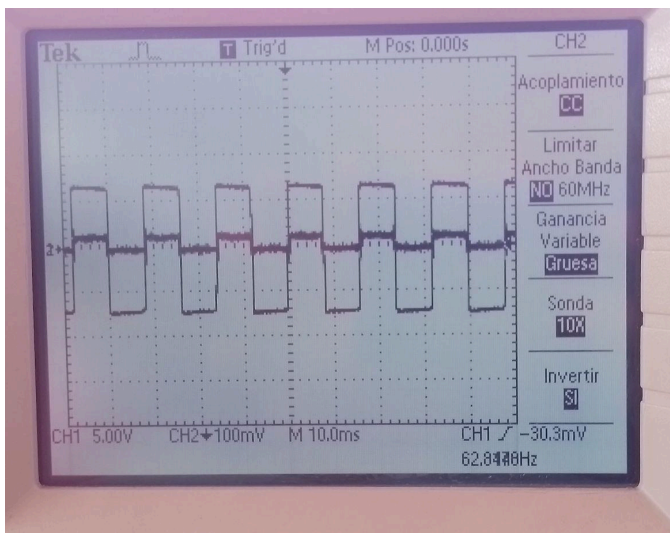
## Rectificador de precisión

Los voltajes son voltajes pico.

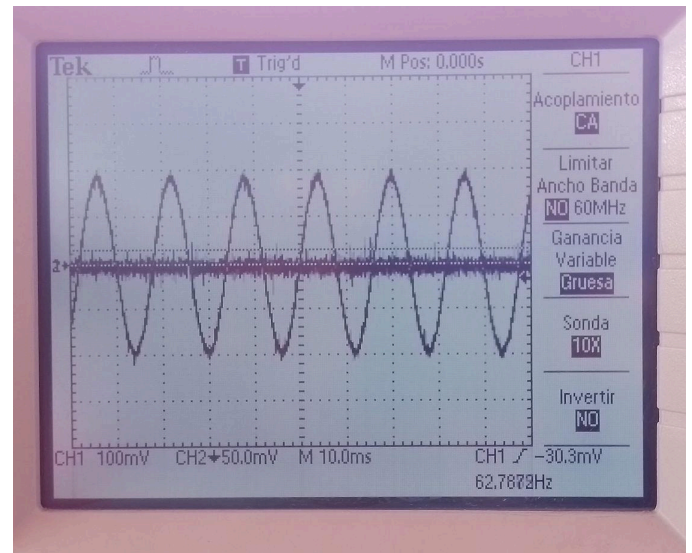
Frecuencias	Vin	Circ. figura 7		Circ. figura 6	
		VD	VRL	VD	VRL
60 Hz	200 mV	7 V	32 mV	196 mV	N/A
	500 mV	7,2 V	36 mV	488 mV	N/A
	1 V	7 V	19,2 mV	700 mV -20 mV	N/A
5 KHz	200 mV	5,6 V	40 mV	188 mV	N/A
		-8,4 V	-12 mV	-192 mV	N/A
	500 mV	5,6 V	8 mV	440 mV	N/A
		-8,6 V	-36 mV	-448 mV	N/A
	1 V	5,2 V	28 mV	680 mV	N/A
		-8,8 V	-4,8 mV	-920 mV	N/A

### Comparación entre circuito 4.

- 60 Hz, Vi 200 mV

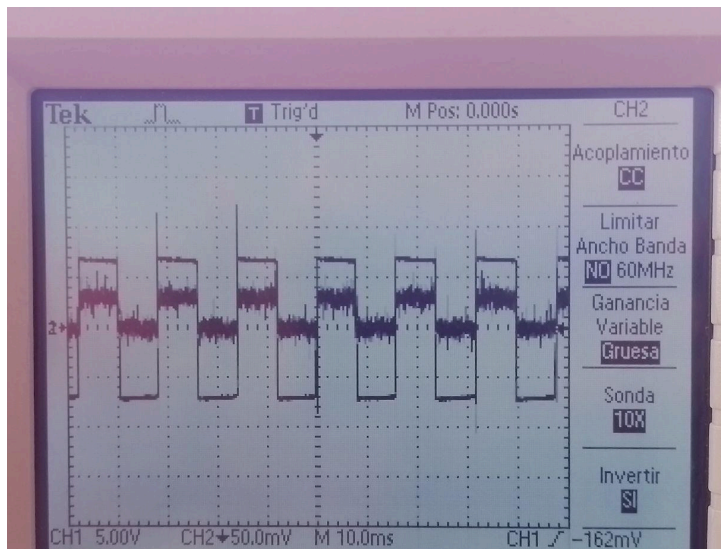


**Figura 17.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 7

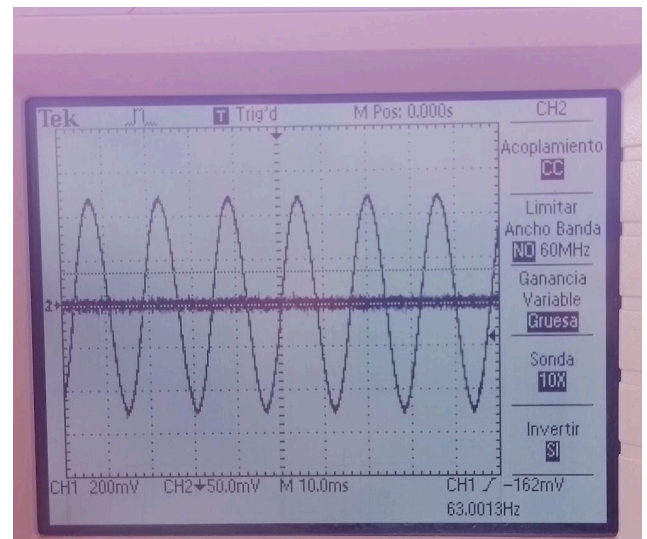


**Figura 18.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 6

- 60 Hz,  $V_i$  500 mV

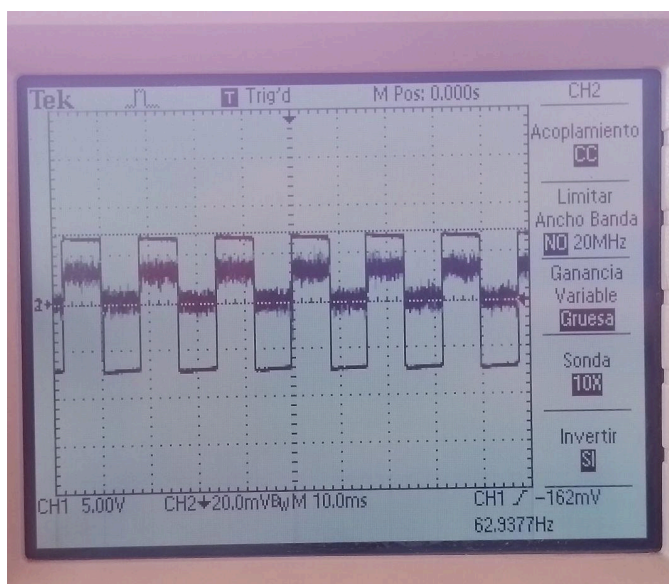


**Figura 19.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 7

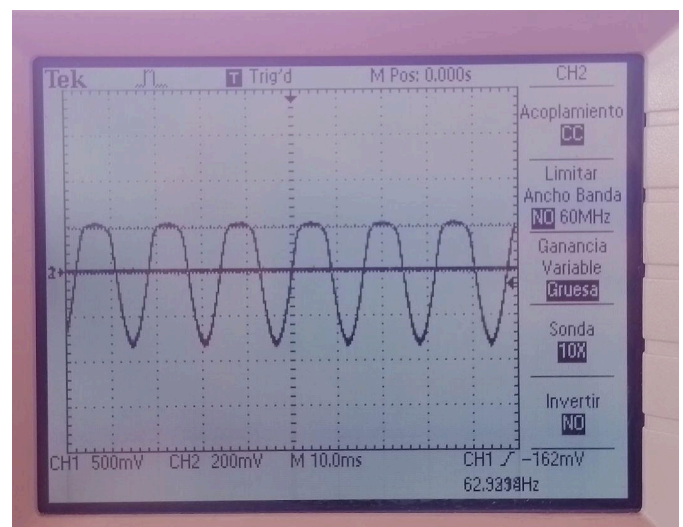


**Figura 20.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 6

- 60 Hz,  $V_i$  1 V



**Figura 21.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 7



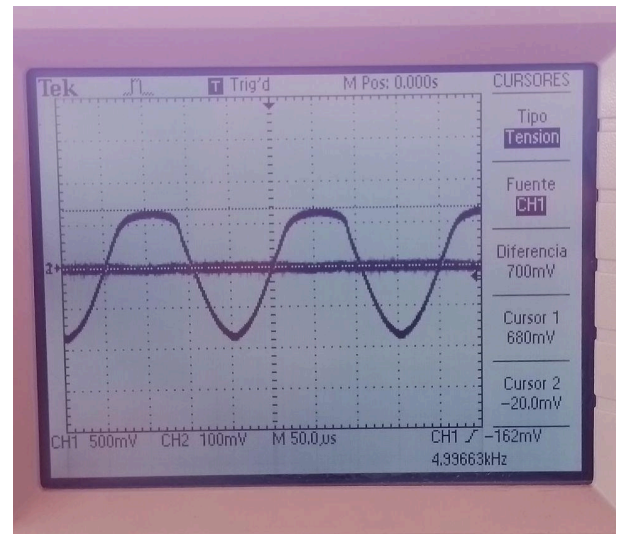
**Figura 22.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 6



- 5 KHz,  $V_i$  1V

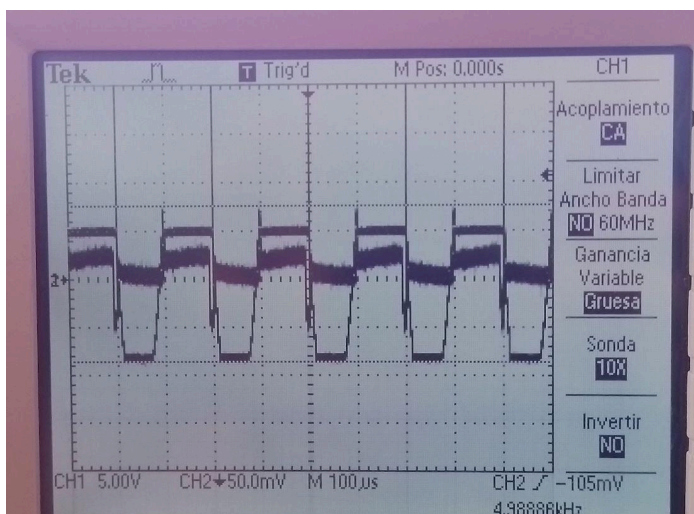


**Figura 23.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 7

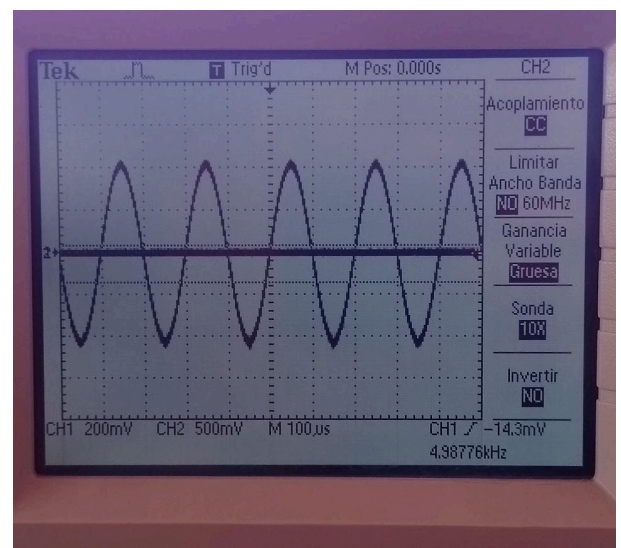


**Figura 24.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 6

- 5 KHz,  $V_i$  500 mV

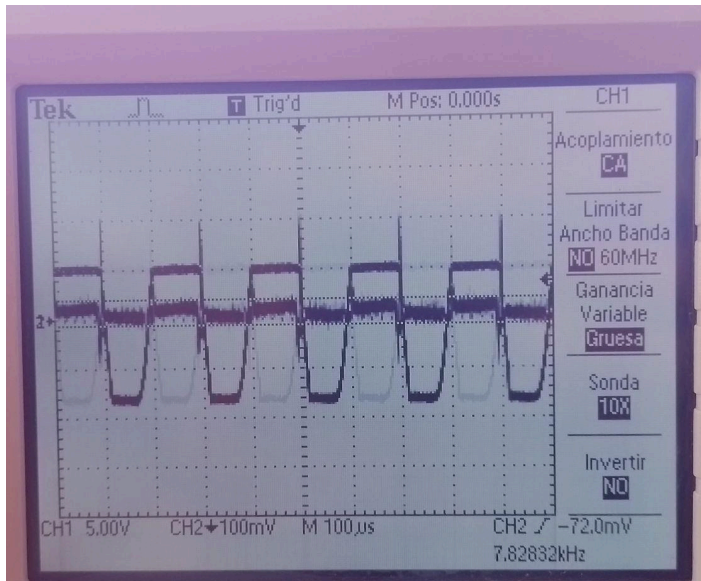


**Figura 25.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 7

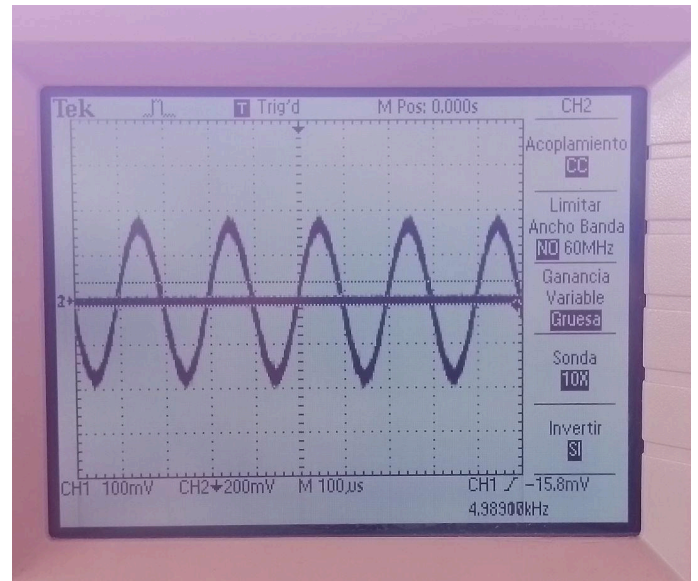


**Figura 26.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 6

- 5 KHz,  $V_i$  200 mV



**Figura 27.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 7



**Figura 28.** Voltaje diodo y voltaje RL circ. figura 6

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Característica corriente-voltaje del diodo

En la **figura 8** se muestra la respuesta del circuito en modo X-Y, la curva obtenida concuerda con la curva característica que se estimaba de forma teórica, en ella se identifica la zona donde el diodo no conduce observada del osciloscopio.

### Rectificador de media onda sin filtro capacitivo

En la **figura 11** se observa el voltaje rectificado, donde solo se muestra un semiciclo de la onda, mientras que el otro fue eliminado.

### Rectificador de media onda con filtro capacitivo

En las **figuras 13 y 14** se observa el voltaje rectificado. Gracias a la presencia del capacitor, el voltaje se asemeja o “imita” a un voltaje DC. En este caso, cuando la onda va “subiendo” o se dirige al semiciclo positivo, corresponde a la carga del capacitor, mientras que, cuando la onda va “bajando” o se dirige al semiciclo negativo, corresponde a la descarga del capacitor.

### Rectificador de precisión

Se observa que el circuito responde bien a voltajes muy pequeños, esto se debe a que, a diferencia de un rectificador convencional, cuyo nivel de tensión a rectificar está limitado al nivel de tensión del diodo en polarización directa, un rectificador de precisión es capaz de procesar señales de voltaje muy pequeñas cuya amplitud está incluso por debajo de la necesaria para polarizar un diodo. Es por eso que al compararlo con el circuito de la **figura 6** (Rectificador de media onda sin filtro capacitivo), éste no funciona correctamente con voltajes muy pequeños y es por eso que se observa que el voltaje de salida o el voltaje de RL es una línea recta o ruido en algunos casos.

El rectificador de precisión de la **figura 7**, si se aprecia el voltaje rectificado en la salida del circuito, aplicando voltajes muy pequeños (ver figuras 17, 19, 21, 23, 25 y 27).

## CONCLUSIONES

Antes de proceder con los montajes, se verificaron cada uno de los componentes a fin de comparar sus magnitudes en función a su descripción.

La característica I-V del diodo fue obtenida gracias a la configuración XY del osciloscopio y, al compararla con la gráfica estimada de forma teórica se concluye que la obtenida es bastante acertada.

Para un correcto análisis del rectificador de media onda se realizó el montaje del circuito en su esquema más básico sobre el protoboard habiendo identificado los terminales ánodo y cátodo del diodo y conectándolo en la polaridad correcta, de esta forma se buscaba evitar disfuncionalidades en el circuito. Una vez operativo el circuito se pudo observar como el diodo actuaba para la rectificación de señales alternas, esto debido a que solo permite el paso de un semiciclo.

En el montaje del rectificador de media onda con filtro capacitivo se pudieron observar que las caídas de voltaje están relacionadas con los tiempos de carga y descarga del condensador, por ende mientras más grande sea la capacitancia del condensador menor será el factor de rizado en la señal.

Por último, el rectificador de precisión es bastante efectivo para señales con voltajes pequeños (mV) en comparación con el rectificador de media onda sin filtro capacitivo, el cuál no funciona correctamente con voltajes pequeños.