



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**Escuela Superior de CÓMPUTO**



***ELECTRÓNICA ANALÓGICA***  
***PLAN 2020***

**PRÁCTICA 1**  
***DIODO RECTIFICADOR***

**DR. OSCAR CARRANZA CASTILLO**

# DIODO RECTIFICADOR

## 1. OBJETIVO

Al término de la práctica, el alumno comprobará el funcionamiento de los rectificadores simples y de los rectificadores con filtro de integración; y comparará los resultados obtenidos experimentalmente, con los obtenidos mediante simulación y teóricamente.

## 2. MATERIAL

- 8 Diodos 1N4003
- 3 Resistencia de  $100\ \Omega$  a 10 W
- 1 Transformador con derivación central de 24V/1A
- 1 Capacitor electrolítico de  $470\ \mu\text{F}$  a 50 V
- 1 Capacitor electrolítico de  $2200\ \mu\text{F}$  a 50 V
- 1 Clavija
- 1 metro de cable # 14
- 1 Protoboard

**Nota.** La simbología empleada en los circuitos eléctricos está acorde a la norma ANSI Y32.2

## 3. DESARROLLO

### 3.1 Rectificador de media onda.

Armar el circuito de la Fig. 1.1, el transformador es alimentado de la red eléctrica de  $127\ \text{V}_{\text{rms}}$  a 60 Hz.

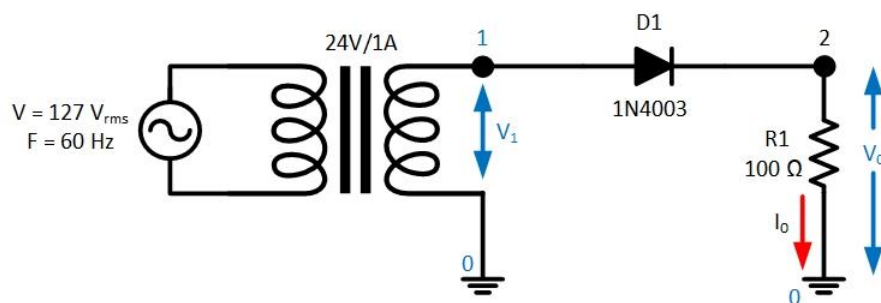


Fig. 1.1. Circuito Rectificador de media onda.

Mediciones

- a) Medir el voltaje a la salida del transformador ( $V_1$ ) con un multímetro en la opción CA en los nodos 1 y 0 del circuito, posteriormente el voltaje de la resistencia de carga ( $V_0$ ) en la opción CD del multímetro en los nodos 2 y 0, finalmente medir la corriente de salida ( $I_0$ ) en la resistencia R1 con el multímetro en la opción CD, registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Valores obtenidos en el rectificador de media onda mediante el multímetro.

$V_1$	$V_0$	$I_0$

- b) Mediante el osciloscopio medir el voltaje a la salida del transformador ( $V_1$ ) colocando el canal 1 del osciloscopio en los nodos 1 y 0 y medir el voltaje de salida ( $V_0$ ) colocando el canal 2 en los nodos 2 y 0. Graficar las señales que se obtienen a la entrada y la salida del rectificador en la Fig. 1.2, ambos canales deben de estar en el modo de CD. De la señal del canal 1 medir el voltaje pico ( $V_P$ ) a la entrada del rectificador y de la señal del canal 2 medir el voltaje pico menos el voltaje del diodo ( $V_P - V_D$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ) del rectificador, calcular el voltaje del diodo ( $V_D$ ) y la corriente de salida ( $I_0$ ) del rectificador, registrar los datos obtenidos en Tabla 1.2.

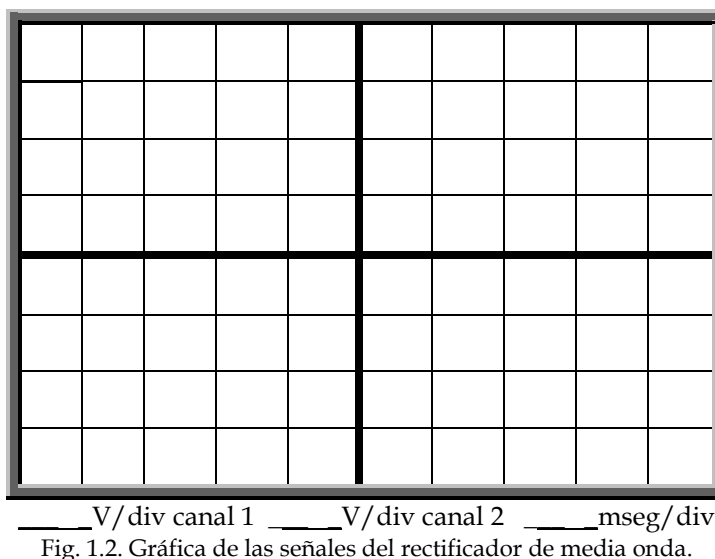


Fig. 1.2. Gráfica de las señales del rectificador de media onda.

Tabla 1.2. Valores obtenidos en el rectificador de media onda mediante el osciloscopio.

$V_P$	$V_P - V_D$	$V_0$	$V_D$	$I_0$

### 3.2 Rectificador de media onda con filtro

Armar el circuito de la Fig. 1.3, el transformador es alimentado de la red eléctrica de  $127\text{ V}_{\text{rms}}$  a  $60\text{ Hz}$ .

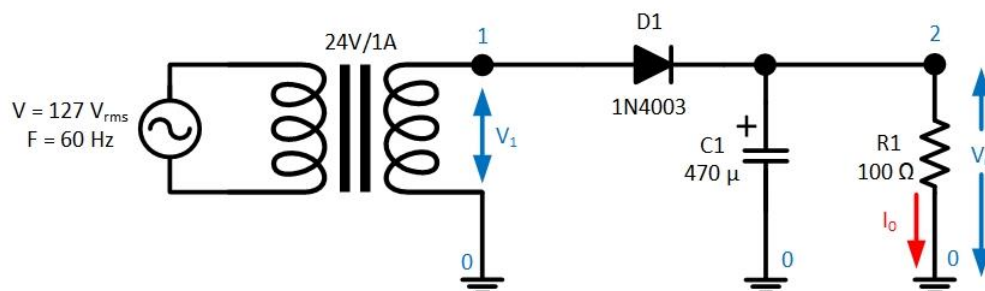


Fig. 1.3. Circuito Rectificador de media onda con filtro.

#### Mediciones

- a) Medir el voltaje a la salida del transformador ( $V_1$ ) con un multímetro en la opción CA en los nodos 1 y 0 del circuito, medir el voltaje de la resistencia de carga ( $V_0$ ) con el multímetro en la opción CD, en los nodos 2 y 0 y medir la corriente de salida ( $I_0$ ) con el multímetro en la opción CD en la resistencia R1, registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Valores obtenidos en el rectificador de media onda con filtro mediante multímetro.

Capacitor	$V_1$	$V_0$	$I_0$
470 $\mu\text{F}$			
2,200 $\mu\text{F}$			

- b) Mediante el osciloscopio medir el voltaje de entrada ( $V_1$ ) colocando el canal 1 en los nodos 1 y 0 y medir el voltaje de salida ( $V_0$ ) colocando el canal 2 en los nodos 2 y 0, ambos canales deben de estar en el modo de CD. Graficar las señales obtenidas del voltaje de entrada y de la salida en la Fig. 1.4. De la señal del canal 1 medir el voltaje pico ( $V_P$ ) de la entrada del rectificador y de la señal del canal 2 medir el voltaje máximo ( $V_{\text{max}}$ ), el voltaje mínimo ( $V_{\text{min}}$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ), además calcular la corriente de salida ( $I_0$ ), registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.4.

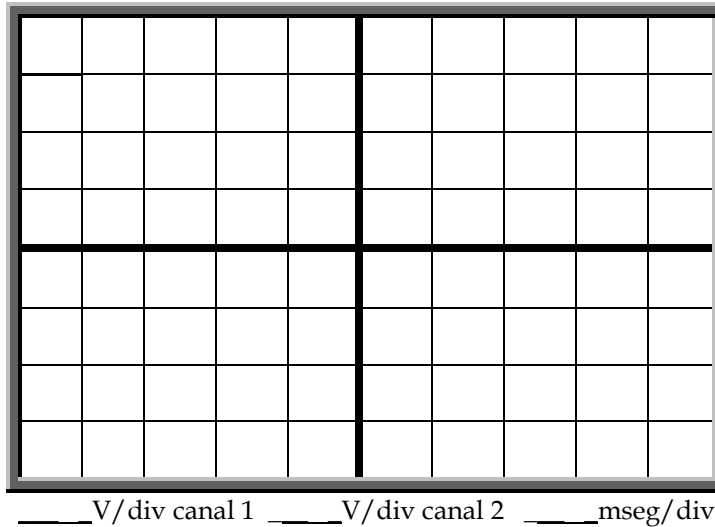


Fig. 1.4. Gráfica del voltaje de entrada y del voltaje de salida del rectificador de media onda con filtro utilizando un capacitor de  $470\ \mu\text{F}$ .

Tabla 1.4. Valores obtenidos en el rectificador de media onda con filtro mediante el osciloscopio.

Capacitor	$V_P$	$V_{\max}$	$V_{\min}$	$V_0$	$\Delta V_0$	$I_0$
$470\ \mu\text{F}$						
$2,200\ \mu\text{F}$						

- c) Medir el voltaje de rizo del rectificador ( $\Delta V_0$ ), colocando el canal 2 del osciloscopio en los nodos 2 y 0, el canal 2 debe de estar en el modo de CA. Graficar la señal obtenida del voltaje de rizo en la Fig. 1.5 y medir el valor del voltaje de rizo ( $\Delta V_0$ ), registrar el valor obtenido en la Tabla 1.4.

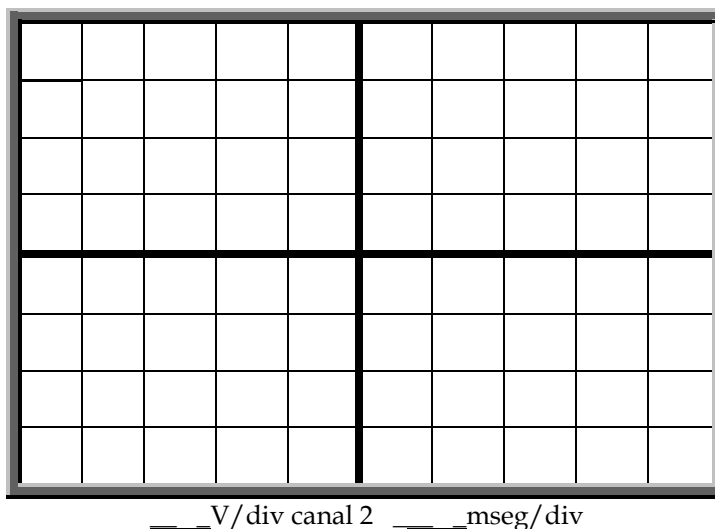


Fig. 1.5. Gráfica del voltaje de rizo del rectificador de media onda con filtro utilizando un capacitor de  $470\ \mu\text{F}$ .

- d) Cambiar el capacitor  $C_1$  de  $470\ \mu\text{F}$  por un capacitor de  $2,200\ \mu\text{F}$ ; realizar las mismas mediciones del inciso a) y registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.3; realizas las

mediciones del inciso b) y registrar la medición en la Tabla 1.4, además graficar las señales en la Fig. 1.6; y realizar las mediciones del inciso c) y registrar la medición en la Tabla 1.4, además graficar la señal en la Fig. 1.7.

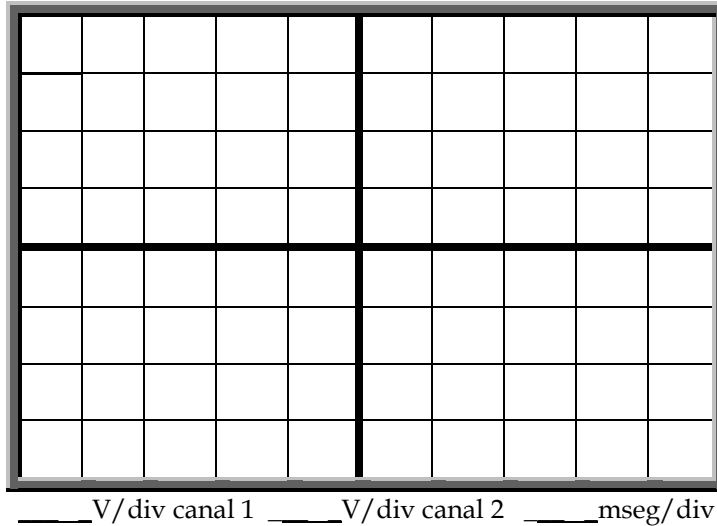


Fig. 1.6. Gráfica del voltaje de entrada y del voltaje de salida del rectificador de media onda con filtro utilizando un capacitor de  $2,200 \mu\text{F}$ .

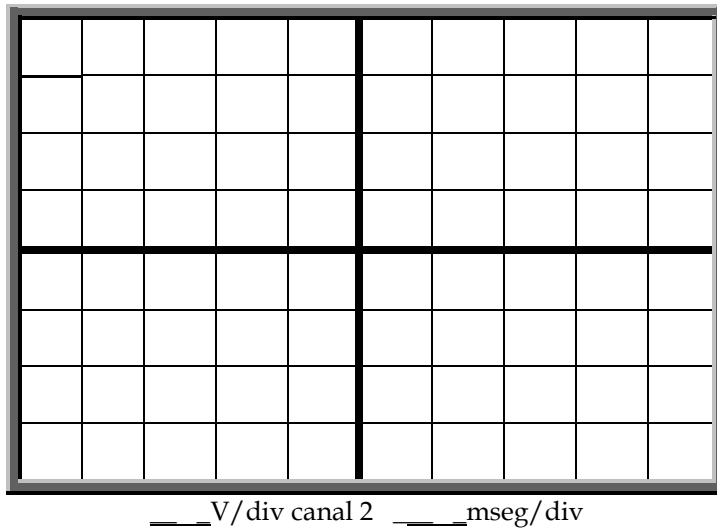


Fig. 1.7. Gráfica del voltaje de rizo del rectificador de media onda con filtro utilizando un capacitor de  $2,200 \mu\text{F}$ .

### 3.3 Rectificador de onda completa con derivación central.

Armar el circuito de la Fig. 1.8, el transformador es alimentado de la red eléctrica de 127 Vrms a 60 Hz.

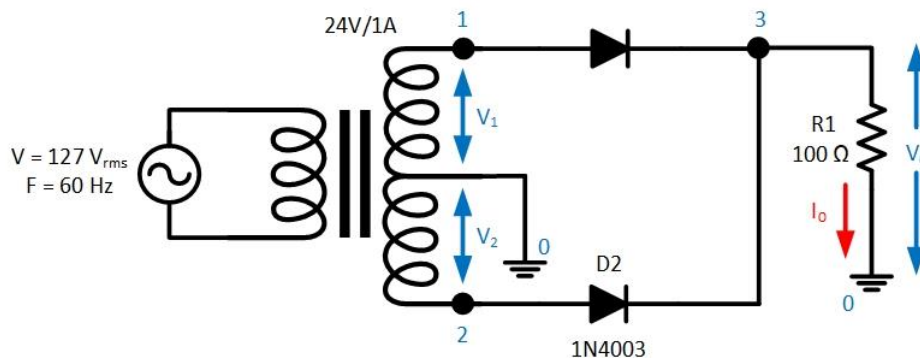


Fig. 1.8. Circuito Rectificador de onda completa con derivación central.

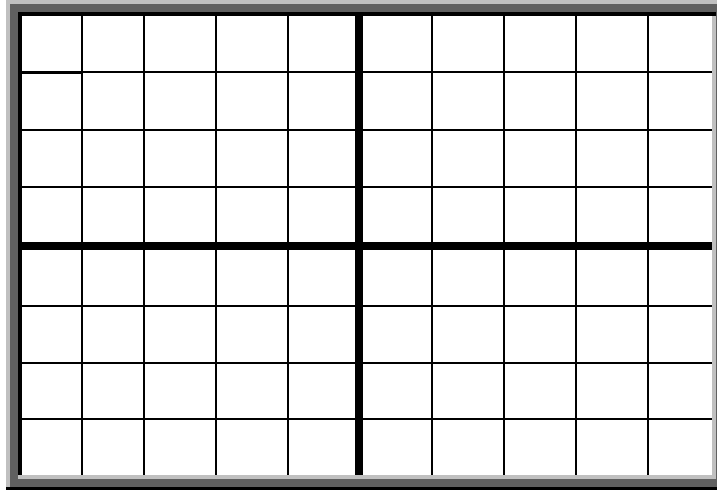
### Mediciones

- a) Medir el voltaje de las fuentes senoidal ( $V_1$  y  $V_2$ ) con un multímetro en la opción CA en los nodos 1 y 2 del circuito y el voltaje de la resistencia de carga ( $V_0$ ) con el multímetro en la opción CD en los nodos 3 y 0, además medir la corriente de salida ( $I_0$ ) en la resistencia R1 con el multímetro en la opción CD, registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa con derivación central mediante el multímetro.

$V_1$	$V_2$	$V_0$	$I_0$

- b) Mediante el osciloscopio medir el voltaje de entrada ( $V_1$ ) colocando el canal 1 en los nodos 1 y 0 y medir el voltaje de salida ( $V_0$ ) colocando el canal 2 en los nodos 3 y 0. Graficar las señales que se obtienen a la entrada y la salida del rectificador en la Fig. 1.9, ambos canales deben de estar en el modo de CD. De la señal del canal 1 medir el voltaje pico entre dos ( $V_P/2$ ) de la entrada del rectificador y de la señal del canal 2 medir el voltaje pico menos el voltaje del diodo ( $V_P/2 - V_D$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ) del rectificador, calcular el voltaje del diodo ( $V_D$ ) y la corriente de salida ( $I_0$ ) del rectificador, registrar los datos obtenidos en Tabla 1.6.



\_\_\_\_ V/div canal 1 \_\_\_\_ V/div canal 2 \_\_\_\_ mseg/div

Fig. 1.9. Gráfica de las señales del rectificador de onda completa con derivación central.

Tabla 1.6. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa con derivación central mediante el osciloscopio.

$V_P/2$	$V_P/2 - V_D$	$V_0$	$V_D$	$I_0$

### 3.4 Rectificador de onda completa con derivación central con filtro.

Armar el circuito de la Fig. 1.10, el transformador es alimentado de la red eléctrica de 127 V<sub>rms</sub> a 60 Hz.

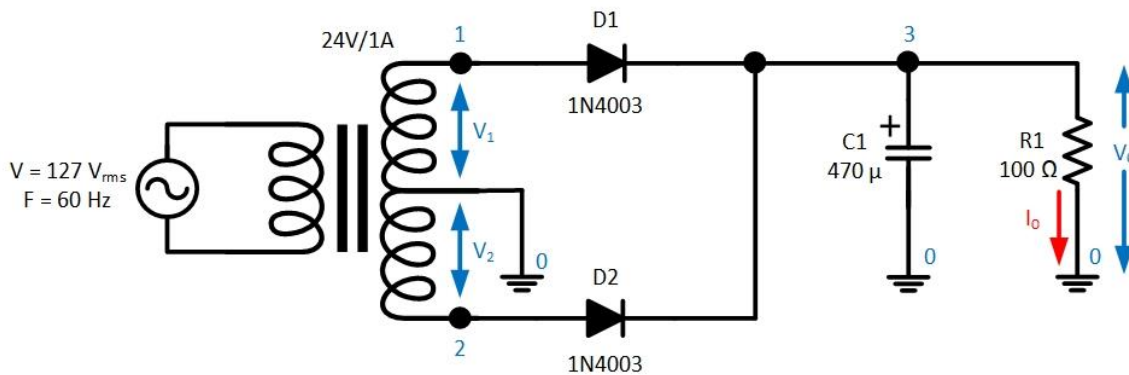


Fig. 1.10. Circuito Rectificador de onda completa con derivación central con filtro.

### Mediciones

- Medir el voltaje de la fuente senoidal ( $V_1$  y  $V_2$ ) con un multímetro en la opción CA en los nodos 1 y 2 del circuito, medir el voltaje de la resistencia de carga ( $V_0$ ) con el multímetro en la opción CD, en los nodos 3 y 0 y medir la corriente de salida ( $I_0$ ) en la resistencia R1 con el multímetro en la opción CD, registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.7.



Tabla 1.7. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa con derivación central con filtro mediante el multímetro.

Capacitor	$V_1$	$V_2$	$V_0$	$I_0$
470 $\mu\text{F}$				
2,200 $\mu\text{F}$				

- b) Mediante el osciloscopio medir el voltaje de entrada ( $V_1$ ) colocando el canal 1 en los nodos 1 y 0; medir el voltaje de salida ( $V_0$ ) colocando el canal 2 en los nodos 3 y 0, ambos canales deben de estar en el modo de CD. Graficar las señales obtenidas del voltaje de entrada y de la salida en la Fig. 1.11. De la señal del canal 1 medir el voltaje pico ( $V_P/2$ ) de la entrada del rectificador y de la señal del canal 2 medir el voltaje máximo ( $V_{\max}$ ), el voltaje mínimo ( $V_{\min}$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ), además calcular la corriente de salida ( $I_0$ ), registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.8.

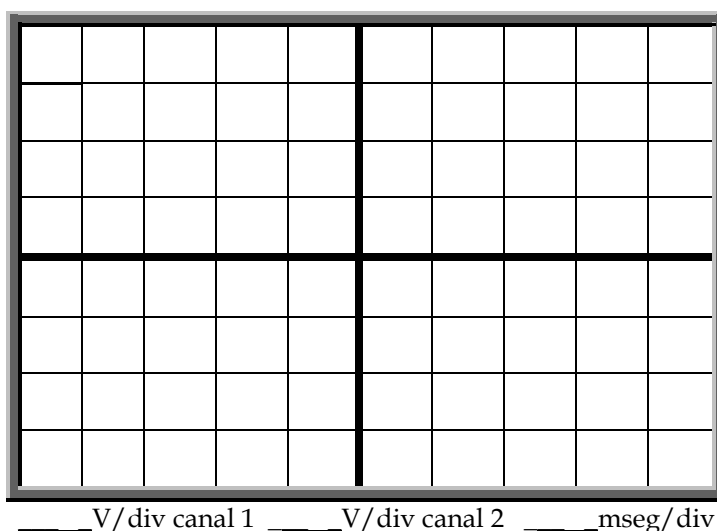
Fig. 1.11. Gráfica del voltaje de entrada y del voltaje de salida del rectificador de onda completa con derivación central con filtro utilizando un capacitor de 470  $\mu\text{F}$ .

Tabla 1.8. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa con derivación central con filtro mediante el osciloscopio.

Capacitor	$V_P/2$	$V_{\max}$	$V_{\min}$	$V_0$	$\Delta V_0$	$I_0$
470 $\mu\text{F}$						
2,200 $\mu\text{F}$						

- c) Medir el voltaje de rizo del rectificador ( $\Delta V_0$ ), colocando el canal 2 del osciloscopio en los nodos 3 y 0, el canal 2 debe de estar en el modo de CA. Graficar la señal obtenida del voltaje de rizo en la Fig. 1.12 y medir el valor del voltaje de rizo ( $\Delta V_0$ ), registrar el valor obtenido en la Tabla 1.8.

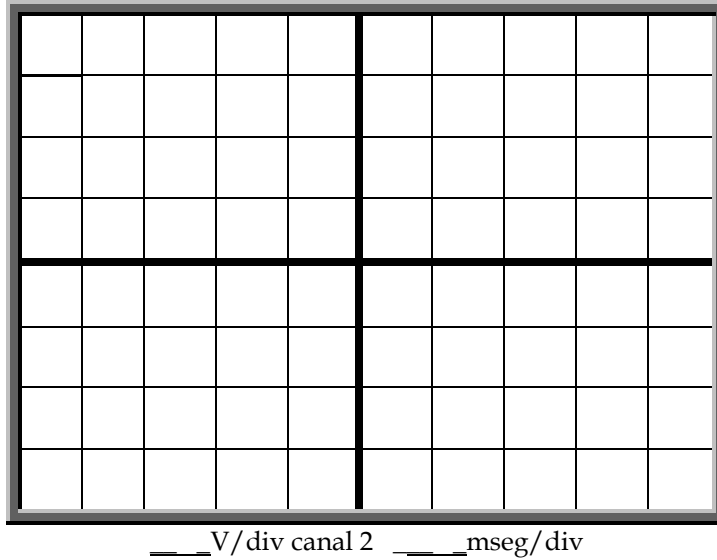


Fig. 1.12. Gráfica del voltaje de rizo del rectificador de onda completa con derivación central con filtro utilizando un capacitor de  $470\ \mu\text{F}$ .

- d) Cambiar el capacitor de  $470\ \mu\text{F}$  por un capacitor de  $2,200\ \mu\text{F}$  y realizar las mismas mediciones del inciso a), registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.7; realizar las mediciones del inciso b), registrar la medición en la Tabla 1.8 y graficar las señales en la Fig. 1.13; y realizar las mediciones del inciso c), registrar la medición en la Tabla 1.8 y graficar las señales en la Fig. 1.14.

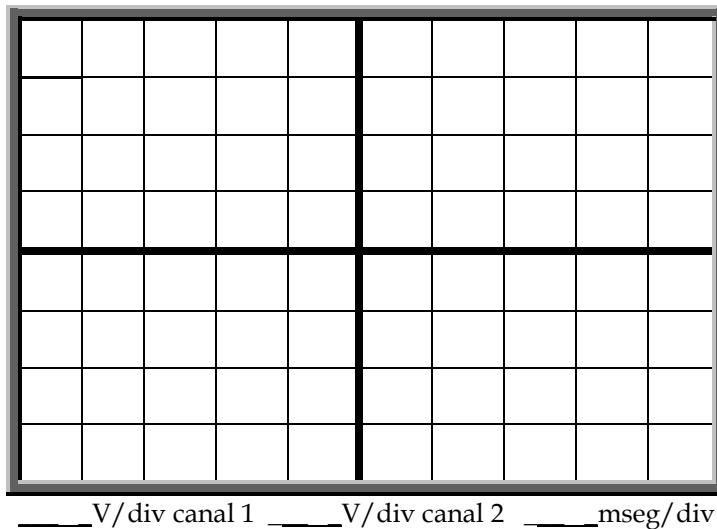


Fig. 1.13. Gráfica del voltaje de entrada y del voltaje de salida del rectificador de onda completa con derivación central con filtro utilizando un capacitor de  $2,200\ \mu\text{F}$ .

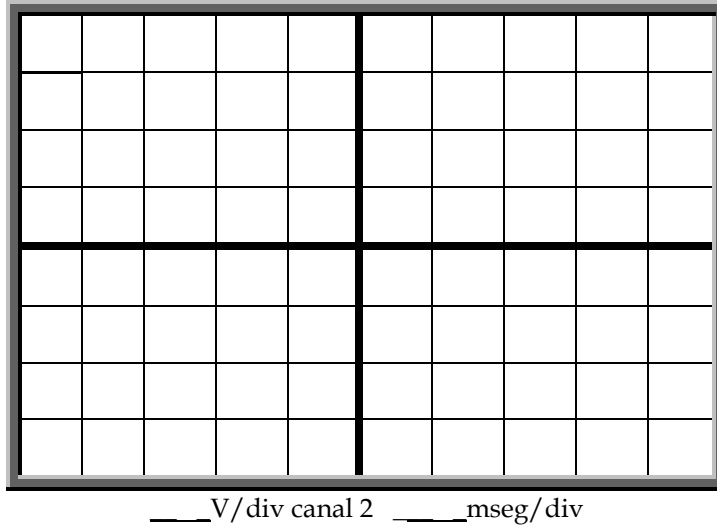


Fig. 1.14. Gráfica del voltaje de rizo del rectificador de onda completa con derivación central con filtro utilizando un capacitor de  $2,200 \mu\text{F}$ .

### 3.5 Rectificador de onda completa tipo puente.

Armar el circuito de la Fig. 1.15, el transformador es alimentado de la red eléctrica de  $127 V_{\text{rms}}$  a  $60 \text{ Hz}$ .

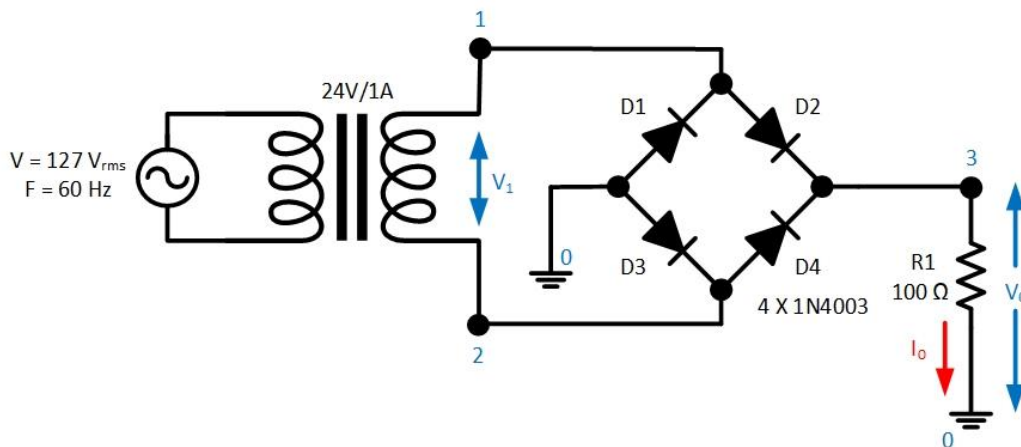


Fig. 1.15. Circuito Rectificador de onda completa tipo puente.

#### Mediciones

- Medir el voltaje de la fuente senoidal ( $V_1$ ) con un multímetro en la opción CA en los nodos 1 y 2 del circuito y el voltaje de la resistencia de carga ( $V_0$ ) con el multímetro en la opción CD en los nodos 3 y 0, y medir la corriente de salida ( $I_0$ ) en la resistencia R1 con el multímetro en la opción CD, registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa tipo puente mediante multímetro.

$V_1$	$V_o$	$I_o$

- b) Mediante el osciloscopio, medir el voltaje de entrada ( $V_1$ ) colocando el canal 1 en los nodos 1 y 2, el canal debe de estar en modo CD y graficar la señal que se obtiene a la entrada del rectificador en la Fig. 1.16. De la señal del canal 1 medir el voltaje pico ( $V_P$ ) de la entrada del rectificador, registrar el valor obtenido en la Tabla 1.10.

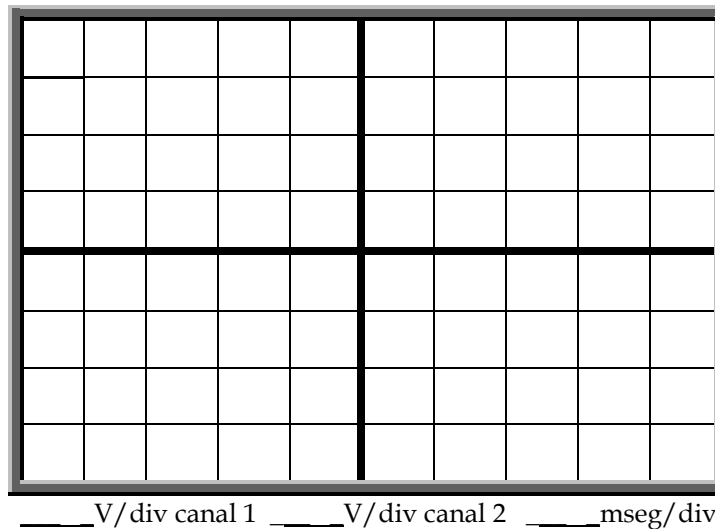
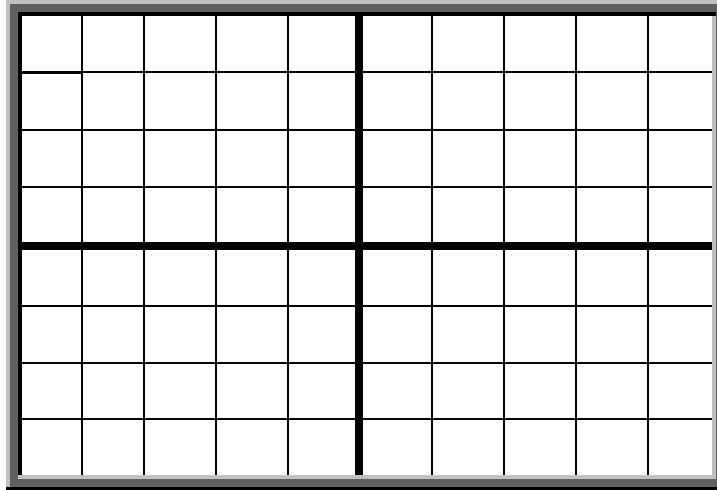


Fig. 1.16. Gráfica de la señal del voltaje de entrada del rectificador de onda completa tipo puente.

Tabla 1.10. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa tipo puente mediante el osciloscopio.

$V_P$	$V_P - 2V_D$	$V_o$	$V_D$	$I_o$

- c) Desconectar el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida ( $V_o$ ) colocar el canal 2 en los nodos 3 y 0, el canal debe de estar en modo CD. Graficar la señal que se obtiene a la salida del rectificador en la Fig. 1.17. De la señal del canal 2 medir el voltaje pico menos dos veces el voltaje del diodo ( $V_P - 2V_D$ ) y el voltaje de salida ( $V_o$ ) del rectificador, calcular el voltaje del diodo ( $V_D$ ) y la corriente de salida ( $I_o$ ) del rectificador, registrar los datos obtenidos en Tabla 1.10.



\_\_\_\_ V/div canal 1 \_\_\_\_ V/div canal 2 \_\_\_\_ mseg/div

Fig. 1.17. Gráfica de la señal del voltaje de salida del rectificador de onda completa tipo puente.

### 3.6 Rectificador de onda completa tipo puente con filtro.

Armar el circuito de la Fig. 1.18, el transformador es alimentado de la red eléctrica de  $127\text{ V}_{\text{rms}}$  a  $60\text{ Hz}$ .

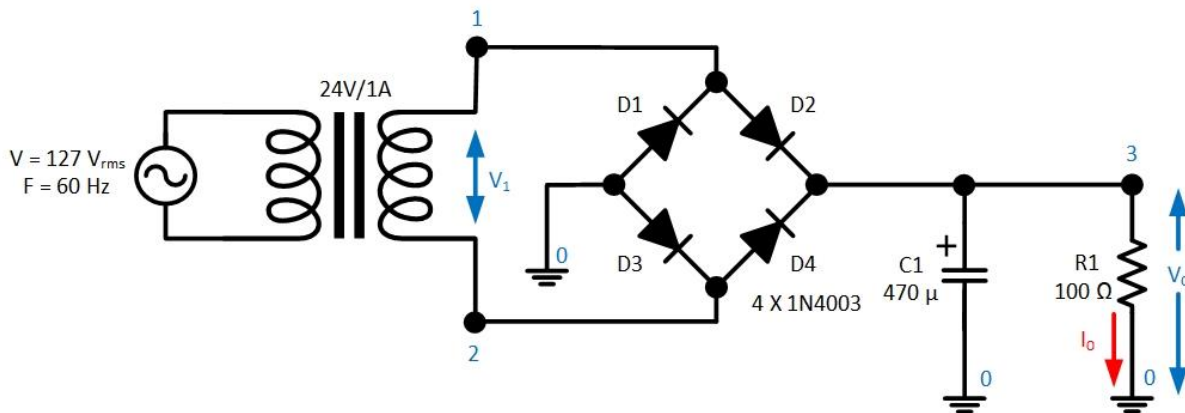


Fig. 1.18. Circuito Rectificador de onda completa tipo puente con filtro.

### Mediciones

- Medir el voltaje de la fuente senoidal ( $V_1$ ) con un multímetro en la opción CA en los nodos 1 y 2 del circuito, medir el voltaje de la resistencia de carga ( $V_o$ ) con el multímetro en la opción CD en los nodos 3 y 0 y medir la corriente de salida ( $I_o$ ) en la resistencia  $R1$  con el multímetro en la opción CD, registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.11.

Tabla 1.11. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa tipo puente con filtro mediante el multímetro.

Capacitor	$V_1$	$V_0$	$I_0$
470 $\mu\text{F}$			
2,200 $\mu\text{F}$			

- b) Mediante el osciloscopio medir el voltaje de entrada ( $V_1$ ) colocando el canal 1 del osciloscopio en los nodos 1 y 2 y graficar las señales que se obtienen a la entrada del rectificador de la Fig. 1.19. De la señal del canal 1 medir el voltaje pico ( $V_P$ ) de la entrada del rectificador, registrar el valor obtenido en la Tabla 1.12.

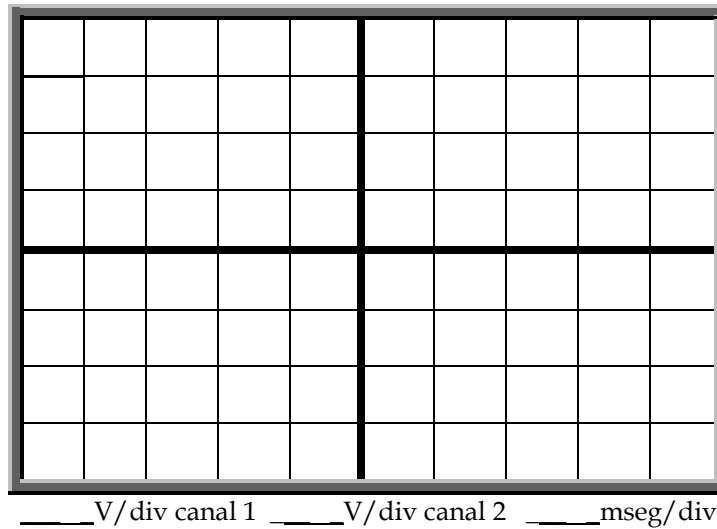


Fig. 1.19. Gráfica del voltaje de entrada del rectificador de onda completa tipo puente con filtro utilizando un capacitor de 470  $\mu\text{F}$

Tabla 1.12. Valores obtenidos en el rectificador de onda completa tipo puente con filtro mediante el osciloscopio.

Capacitor	$V_P$	$V_{\max}$	$V_{\min}$	$V_0$	$\Delta V_0$	$I_0$
470 $\mu\text{F}$						
2,200 $\mu\text{F}$						

- c) Desconectar el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida ( $V_0$ ), colocando el canal 2 en los nodos 3 y 0, graficar las señales que se obtienen a la salida del rectificador de la Fig. 1.20, ambos canales deben de estar en el modo de CD. De la señal del canal 2 medir el voltaje máximo ( $V_{\max}$ ), el voltaje mínimo ( $V_{\min}$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ), además calcular la corriente de salida ( $I_0$ ), registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.12.

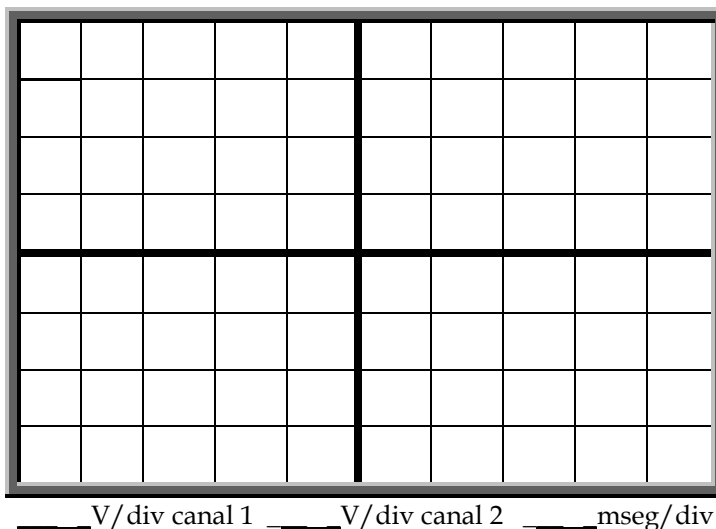


Fig. 1.20. Gráfica del voltaje de salida del rectificador de onda completa tipo puente con filtro utilizando un capacitor de  $470\ \mu\text{F}$ .

- d) Medir el voltaje de rizo del rectificador ( $\Delta V_0$ ), colocando el canal 2 del osciloscopio en los nodos 3 y 0, el canal 2 debe de estar en el modo de CA. Graficar la señal obtenida del voltaje de rizo en la Fig. 1.21, y medir el valor de voltaje de rizo ( $\Delta V_0$ ), registrar el valor obtenido en la Tabla 1.12.

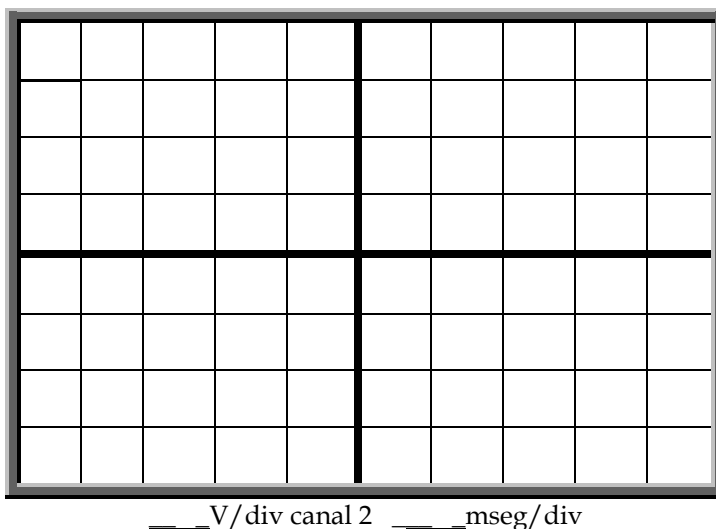
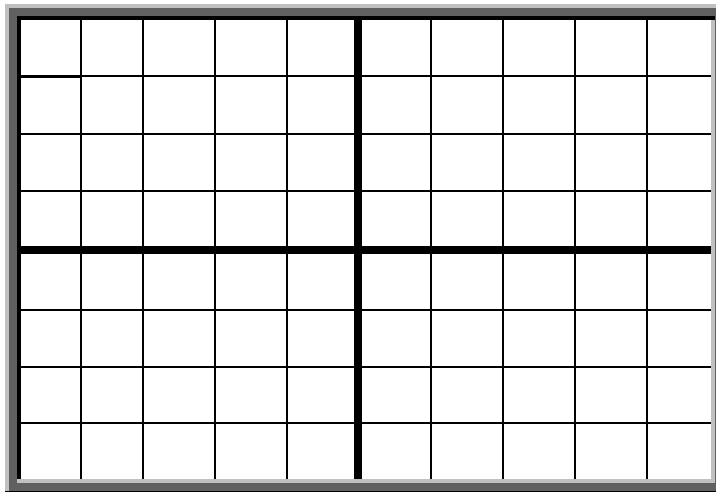


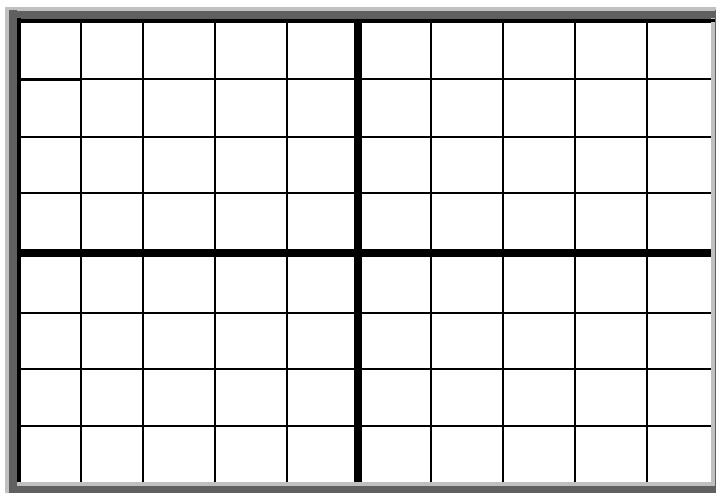
Fig. 1.21. Gráfica del voltaje de rizo del rectificador de onda completa tipo puente con filtro utilizando un capacitor de  $470\ \mu\text{F}$ .

- e) Cambiar el capacitor de  $470\ \mu\text{F}$  por un capacitor de  $2,200\ \mu\text{F}$  y realizar las mismas mediciones del inciso a), registrar los valores obtenidos en la Tabla 1.11; realizar las mediciones del inciso b) y c), registrar la medición en la Tabla 1.12 y graficar las señales en la Fig. 1.22 y Fig. 1.23; y realizar las mediciones del inciso d), registrar la medición en la Tabla 1.12 y graficar las señales en la Fig. 1.24.



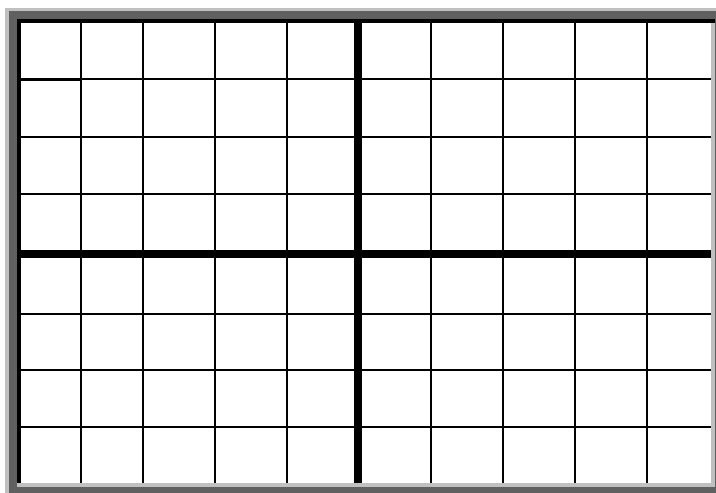
\_\_\_\_ V/div canal 1 \_\_\_\_ V/div canal 2 \_\_\_\_ mseg/div

Fig. 1.22. Gráfica del voltaje de entrada del rectificador de onda completa tipo puente con filtro utilizando un capacitor de 2200  $\mu$ F.



\_\_\_\_ V/div canal 1 \_\_\_\_ V/div canal 2 \_\_\_\_ mseg/div

Fig. 1.23. Gráfica del voltaje de salida del rectificador de onda completa tipo puente con filtro utilizando un capacitor de 2200  $\mu$ F.



\_\_\_\_ V/div canal 2 \_\_\_\_ mseg/div

Fig. 1.24. Gráfica del voltaje de rizo del rectificador de onda completa tipo puente con filtro utilizando un capacitor de 2,200  $\mu$ F.



#### 4. SIMULACIONES.

Realizar todos los ejercicios desarrollados en el apartado 3 con la ayuda de un Programa de Simulación de Circuitos Electrónicos, registra todos los datos obtenidos de las simulaciones y realiza todas las gráficas de las señales que se obtienen de los circuitos simulados.

#### 5. ANÁLISIS TEÓRICO

Realizar los cálculos de los circuitos de las secciones 3.1, 3.3 y 3.5 para obtener los valores de  $V_0$ ,  $I_0$  y  $V_{PL}$ , que corresponden a los rectificadores.

- Rectificador de media onda.
- Rectificador de onda completa con derivación central
- Rectificador de onda completa tipo puente

Y realizar los cálculos de los circuitos de las secciones 3.2, 3.4 y 3.6 para obtener los valores de  $V_0$ ,  $I_0$ ,  $V_{max}$ ,  $V_{min}$  y  $\Delta V_0$ , que corresponden a los rectificadores.

- Rectificador de media onda con filtro
- Rectificador de onda completa con derivación central con filtro
- Rectificador de onda completa tipo puente con filtro

#### 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar la comparación de los resultados obtenidas mediante el desarrollo experimental, el desarrollo mediante la simulación y los valores obtenidos en el análisis teórico.

#### 7. CUESTIONARIO

1. Menciona la importancia de los rectificadores de voltaje
2. Explica la diferencia que existe entre un rectificador de media onda y uno de onda completa.
3. ¿Cuál es la diferencia de un rectificador de onda completa con derivación central y del tipo puente?
4. ¿Cómo se mide el voltaje de salida del rectificador?
5. ¿Cómo se mide el voltaje de rizo del rectificador?

6. ¿Establecer las ventajas que tienen los rectificadores con filtro sobre los rectificadores sin filtro?

## **8. CONCLUSIONES INDIVIDUALES**

Desarrollar las conclusiones individuales teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el desarrollo experimental, en el desarrollo mediante simulación y los valores del análisis teórico, con la finalidad de que las conclusiones se reporten de forma cuantitativa y no cualitativa.

## **9. REFERENCIAS**

Reportar las referencias en formato IEEE, que se utilizaron para reforzar el desarrollo de la práctica.