

Instituto Politécnico Nacional

ESCUELA SUPERIOR DE COMPUTO

REPORTE: PRÁCTICA 01

Electrónica Analógica

Carpio Becerra Erick Gustavo

Espinoza Vera Fransisco

Portela Nájera Jesús Bambino

19 de Abril de 2023



Objetivo

Al termino de la práctica, el alumno comprenderá 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.

Introducción

Un **diodo** es un componente electrónico de dos terminales, cuya principal característica es su capacidad de permitir el flujo de corriente a través de él mismo en una sola dirección. Es crucial en muchos circuitos electrónicos, ya que permite la conversión de corriente alterna (AC) a corriente directa (DC) mediante la rectificación de la onda, concepto que se abordará con escrutinio.

El principio de funcionamiento de un diodo se basa en la interacción entre sus materiales semiconductores de tipo N y de tipo P. Típicamente, la constitución de este componente consiste de este par de tipos de semiconductores, que al unirse se convierten en una unión PN.

El material tipo P está dopado con impurezas con excedente de espacios (carga positiva), mientras que el material tipo N está dopado con impurezas con excedente de electrones (carga negativa).

Cuando se aplica un voltaje a través del diodo, los agujeros del semiconductor tipo P y los electrones en el semiconductor tipo N comienzan a distribuirse sobre la unión. El campo eléctrico en la unión previene que la mayoría de los portadores en el semiconductor atraviesen la unión, pero algunos portadores minoritarios, que son los electrones en el material tipo P y huecos en el material tipo N, son capaces de atravesarla y recombinarse con los portadores de carga opuesta en el otro lado de la unión. Este proceso produce el agotamiento de portadores en la vecindad de la unión PN; en otras palabras, no habrán portadores libres en esta zona.

Si el diodo está en polarización directa, es decir, si la terminal positiva está conectada al material tipo P, y la terminal negativa conectada al material tipo N, el voltaje aplicado al diodo crea un campo eléctrico que reduce el grosor de la zona de agotamiento, permitiendo así que los portadores mayoritarios fluyan en la unión y en consecuencia, permitiendo el flujo de corriente a través del diodo.

En contraste, si el diodo está en polarización inversa, es decir, si la terminal positiva está conectada al material tipo N, y la terminal negativa conectada al material tipo P, el voltaje aplicado incrementa considerablemente el grosor de la zona de agotamiento,



evitando de esta forma que los portadores minoritarios en el semiconductor atraviesen la unión y por lo tanto bloqueando el flujo de la corriente eléctrica en el componente.

En consecuencia, el diodo juega el papel de ‘válvula de un solo sentido’, permitiendo el flujo de electrones en sentido, y bloqueándolo en el otro. El voltaje requerido para polarizar el diodo directamente es referido como ‘caída de tensión directa’ y típicamente se encuentra el rededor de 0.6 a 1 voltio para diodos de silicio, y 0.2 a 0.3 voltios para diodos de germanio.

Los diodos tienen numerosa cantidad de aplicaciones en circuitos eléctricos, entre los que se enlistan pero no se limitan a: rectificación, regulación de voltaje, detección de señales. Existen diferentes tipos de diodos: los estándar, diodos Zenner, diodos Schottky y LED’s, cada uno diseñado para aplicaciones específicas. Para efectos de esta actividad, los diodos estándar son aquellos relevantes.

El objetivo de un **rectificador** es convertir corriente alterna (AC) a corriente directa (DC). Para este punto del curso, es bien sabido que la electricidad que se transporta en las redes mundiales, y que llega a las tomas domésticas e industriales está en corriente alterna, es decir su magnitud varía en función del tiempo, mientras que la corriente directa, utilizada en vasta cantidad de circuitos eléctricos, tiene una magnitud y dirección constantes.

El trabajo del rectificador es permitir que la corriente fluya en una sola dirección, filtrando la parte negativa de la onda de la corriente alterna, permitiendo el flujo solamente de la parte positiva. Esto, mediante el uso de diodos.

Cuando la corriente alterna se aplica a un diodo en el circuito rectificador, este bloquea el flujo de corriente durante la mitad negativa del ciclo alternante de corriente, deshaciéndose de él, mientras que permite el flujo de corriente durante la mitad positiva de dicho ciclo. Este procedimiento convierte la forma de onda alternante a una onda directa con un voltaje pulsante.

El pulso en el voltaje de la corriente ya transformada puede ser ‘suavizado’ mediante el uso de capacitores, resultando en corriente directa más estable. Cuando se coloca un capacitor en la salida del transformador este pasa a denominarse transformador con filtro. Dependiendo de la capacitancia del Capacitor utilizado, el efecto de ‘suavizado’ será proporcional.

Dadas las características de la onda alterna y la onda rectificada las magnitudes relevantes son:

V_P **Voltaje pico:** Es el valor máximo que alcanza el voltaje en la onda de entrada.

V_0 **Voltaje de salida:** Se trata el promedio de voltaje en la salida del rectificador.



I_0 **Corriente de salida:** Es la corriente en la salida del rectificador.

V_{max} **Voltaje máximo:** Se trata del valor máximo de voltaje que alcanza la onda en la salida del rectificador.

V_{min} **Voltaje mínimo:** Se trata del valor mínimo de voltaje al que llega el pulso de la onda en la salida del rectificador.

ΔV_0 **Voltaje de rizo:** Es la diferencia entre el voltaje máximo y el voltaje mínimo en la salida del rectificador.

Existen 3 principales tipos de circuitos rectificadores:

Rectificador de onda media. Solo un diodo es empleado en el proceso de rectificación. Funciona utilizando de la forma más básica los fundamentos de funcionamiento básicos de los diodos, enlistados con anterioridad, es con esta aproximación a la rectificación que la corriente directa de salida es pulsante, y solamente aprovecha la mitad de la onda de alterna en la entrada del circuito.

Las ecuaciones relevantes en el marco de esta practica referentes a este tipo de rectificador son:

$$\begin{array}{ll} \blacksquare V_p = V_{PI} = V_{rms}\sqrt{2} & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare \\ V_0 = (V_P - V_D)\left(1 - \frac{1}{2fRC}\right) & V_{min} = (V_P - V_D)\left(1 - \frac{1}{fRC}\right) \\ \blacksquare I_0 = V_0 \frac{1}{R} & \blacksquare \\ \blacksquare V_{max} = V_P - V_D & \Delta V_0 = \frac{V_P - V_D}{fRC} \end{array}$$

Rectificador de onda completa. Emplea dos diodos para convertir tanto la parte positiva como la negativa de la onda de corriente alterna en la entrada del circuito. Esto es posible gracias a un transformador con derivación central, el cual divide al voltaje alterno en dos partes iguales. El par de diodos son utilizados para conducir la corriente durante cada medio ciclo de la onda AC, resultando así en una salida de corriente directa más estable en comparación con la alternativa anterior.

Las ecuaciones relevantes en el marco de esta practica referentes a este tipo de rectificador son:

■ $V_p = V_{PI} = V_{rms}\sqrt{2}$	■
■	
$V_0 = (\frac{V_P}{2} - V_D)(1 - \frac{1}{4fRC})$	$V_{min} = (\frac{V_P}{2} - V_D)(1 - \frac{1}{fRC})$
■ $I_0 = V_0 \frac{1}{R}$	■
■ $V_{max} = \frac{V_P}{2} - V_D$	$\Delta V_0 = \frac{\frac{V_P}{2} - V_D}{2fRC}$

Rectificador de onda completa tipo puente. Se trata de otro tipo de rectificador de onda completa, este utiliza 4 diodos en un arreglo puente para convertir la señal alterna a directa. Elimina la necesidad de un transformador con derivación central, beneficiando su factor de forma y relación efectividad - costo. El rectificador tipo puente conduce la corriente en ambas mitades del ciclo alterno, resultando así en la forma más estable de señal de salida directa de entre este trio de alternativas.

Las ecuaciones relevantes en el marco de esta practica referentes a este tipo de rectificador son:

■ $V_p = V_{PI} = V_{rms}\sqrt{2}$	■
■	
$V_0 = (V_P - 2V_D)(1 - \frac{1}{4fRC})$	$V_{min} = (V_P - 2V_D)(1 - \frac{1}{2fRC})$
■ $I_0 = V_0 \frac{1}{R}$	■
■ $V_{max} = V_P - 2V_D$	$\Delta V_0 = \frac{V_P - 2V_D}{2fRC}$

A continuación los diagramas de estos rectificadores.



Materiales

- 8 Diodos 1N4003
- 3 Resistencias de 100Ω a 10W
- 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

Desarrollo y resultados experimentales

Análisis matemáticos

Simulación de práctica

Análisis de resultados

Cuestionario

1. Menciona la importancia de los rectificadores de voltaje.

Los rectificadores de voltaje son de gran importancia en la electrónica aplicada ya que son la única forma de convertir la corriente eléctrica de alterna, que es la forma en la que se distribuye en las redes mundiales, a directa, que es como se utiliza en la mayoría de los circuitos eléctricos. Por lo que sin estos, toda la infraestructura eléctrica en el mundo quedaría inservible.

2. Explica la diferencia que existe entre un rectificador de media onda y uno de onda completa

El rectificador de media onda utiliza un solo diodo para rectificar la señal, mientras que el de onda completa utiliza dos, por el mismo motivo, el rectificador de media onda ‘desperdicia’ la mitad negativa de la señal dadas sus limitaciones, mientras que, a pesar de utilizar la caída de tensión de dos diodos, el rectificador



de onda completa aprovecha mejor la mitad negativa de la señal de entrada. También es importante mencionar que el rectificador de onda completa necesita de un transformador con derivación central para funcionar.

3. ¿Cuál es la diferencia de un rectificador de onda completa con derivación central y del tipo puente?

El rectificador tipo puente no requiere de un transformador con derivación central, no obstante requiere de un arreglo con dos diodos más que el rectificador con derivación central. El arreglo de diodos del rectificador tipo puente permite a la corriente fluir en ambas mitades del ciclo alternante sin necesidad de dividir el voltaje, por lo que es significativamente más eficiente que su contraparte y por las mismas razones más ampliamente usado en la electrónica.

4. ¿Cómo se mide el voltaje de salida del rectificador?

Se colocan las puntas del multímetro en posición para medir voltaje en la resistencia de carga del circuito; es decir, en paralelo a sus terminales y en configuración de corriente directa, dado que la señal ya se encuentra rectificada.

5. ¿Cómo se mide el voltaje de rizo del rectificador?

Necesita utilizarse el osciloscopio, se coloca en paralelo a las terminales de la resistencia de carga en modo de medición de corriente alterna.

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

Un rectificador con filtro tiene la característica de que la onda rectificada, es decir, aquella medida en la resistencia de carga del circuito tiene una pulsación significativamente menos pronunciada que un rectificador sin filtro; en otras palabras, el efecto del filtro es que el voltaje de salida es bastante más parecido a un voltaje constante que a una serie de pulsaciones, que es como se observa la onda en el rectificador sin filtro, mejorando significativamente el V_{rms} de salida.

Conclusiones

Carpio Becerra Erick Gustavo

Espinoza Vera Fransisco

Portela Nájera Jesús Bambino



Referencias

- Electricalacademia.com, 2018. [Online]. Available:
<https://electricalacademia.com/electronics/diode-definition-working-principle-construction/>. [Accessed: Apr. 9, 2023]
- Matsusada Precision Inc, How diodes work and what used for. Matsusada Precision, Nov. 10, 2021. [Online]. Available: https://www.matsusada.com/column/words_diode.html. [Accessed: Apr. 09, 2023]
- T. R. Kuphaldt, “Rectifier Circuits” Allaboutcircuits.com, Feb. 12, 2015. [Online]. Available: <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/semiconductors/chpt-3/rectifier-circuits/>. [Accessed: Apr. 11, 2023]