

**CARACTERÍSTICAS DEL DIODO ZENER. RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA  
Y REGULADOR CON ZENER**

**Objetivos**

- Familiarizar al estudiante con el uso de los manuales de los fabricantes de diodos zener para entender y manejar sus especificaciones, y con la visualización de la característica corriente-voltaje de dichos dispositivos utilizando el osciloscopio en la modalidad X-Y.
- Realizar un análisis detallado del rectificador de onda completa con filtro capacitivo y del regulador con zener, utilizando el osciloscopio como herramienta fundamental para llevar a cabo las mediciones.

**Preparación**

1.- Busque las especificaciones de los dispositivos con los que va a trabajar (diodos rectificadores y diodos zener de 4,7 V y 13 V) y fotocopie las partes más importantes para tenerlas disponibles durante la realización de la práctica, o averigüe si dichas especificaciones están disponibles en línea a través de la red del laboratorio para que Ud. las pueda observar en la pantalla de su computador. Haga un listado de las características más importantes que el fabricante especifica para estos dispositivos, incluyendo una breve explicación de su significado.

2.- Característica corriente-voltaje del diodo zener:

a) Dado el circuito mostrado en la Figura 6.1, las especificaciones del dispositivo a su disposición y las indicaciones dadas por su profesor, determine el valor de la resistencia R y el valor pico de la amplitud que puede tener la señal producida por el generador para observar en el osciloscopio la característica  $i$  vs.  $v$  de este dispositivo.

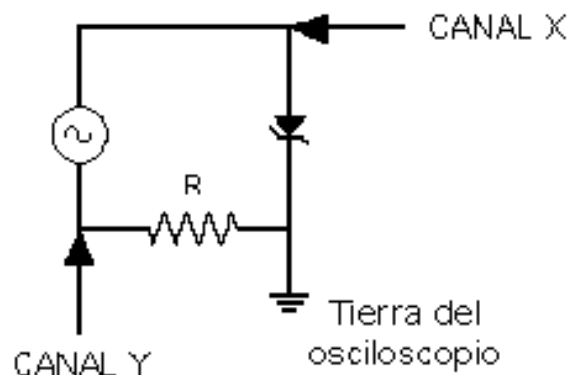


Figura 6.1. Circuito para observar la característica corriente-voltaje del diodo zener

b) Haga un diagrama de la señal que Ud. espera ver en la pantalla del osciloscopio, si las conexiones se realizan exactamente en la forma indicada en la Figura 6.1.

c) Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, haga un diagrama del circuito indicando la forma de conectar el osciloscopio para obtener una curva característica con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

d) Indique las mediciones que va a realizar para determinar el voltaje de conducción, el voltaje de avalancha, la resistencia dinámica en la región inversa y la corriente inversa del zener bajo observación. Indique en qué forma puede realizar lecturas punto a punto para obtener con mayor precisión los datos necesarios a fin de determinar los parámetros pedidos.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para registrar las mediciones necesarias a fin de determinar los parámetros pedidos en el punto anterior. Incluya en dichas tablas los valores esperados de acuerdo a las especificaciones del fabricante, y añada una columna para expresar el error porcentual entre los valores esperados y los medidos. Imprima estas tablas y llévelas al laboratorio para registrar los datos correspondientes a medida que realice la experiencia.

3.- Defina los siguientes conceptos:

- a) Regulación de carga.
- b) Regulación de línea.

4.- En el circuito de la Figura 6.2, el rectificador de onda completa con filtro capacitivo:

a) Explique brevemente cómo funciona este circuito y cuál es su objetivo fundamental. Haga un esquema de las formas de onda de voltaje y corriente que espera observar en el secundario del transformador, en los diodos y en la resistencia de carga, indicando los tiempos de interés.

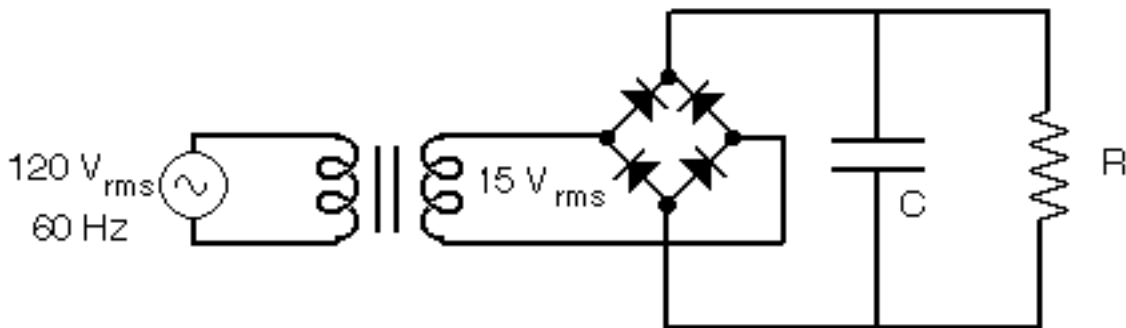


Figura 6.2. Rectificador de onda completa con filtro capacitivo

b) Determine el valor del voltaje de rizado y del factor de rizado, el valor pico de la corriente por los diodos, la potencia promedio entregada a la carga, la potencia promedio consumida por los diodos y la potencia aparente total manejada por el transformador para los valores indicados por su profesor.

c) Haga el diagrama de cableado del circuito que va a montar en el Laboratorio.

d) Basándose en el diagrama de cableado, indique la forma como va conectar los instrumentos para medir el voltaje en el primario y secundario del transformador, el voltaje en la carga (determinando con la mayor precisión posible el voltaje máximo y mínimo), y la corriente en el secundario del transformador relacionándola con el voltaje en uno de los diodos. Para esta última medición puede utilizar la configuración presentada en detalle en la Figura N° 6.3. La resistencia en serie con el secundario del transformador debe tener el valor más bajo disponible (unidades o decenas de ohmios) para producir la menor alteración posible en la magnitud de la corriente por el transformador. Al momento de realizar la comparación de los resultados con los valores teóricos, es conveniente tomar en cuenta que a pesar de que el valor de la resistencia sea pequeño, la inclusión de la misma va a reducir significativamente el valor pico de la corriente. Para cada una de las mediciones indique si el osciloscopio debe estar flotando o no.

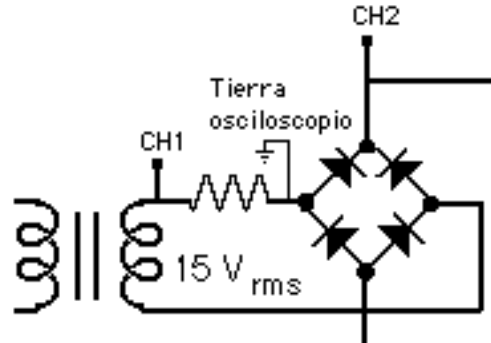


Figura 6.3: Detalle de la conexión de la resistencia de baja denominación y de las puntas del osciloscopio para medir la corriente pico por el secundario del transformador, relacionándola con el voltaje en un diodo.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare una tabla para registrar las mediciones indicadas en el punto anterior, y otra tabla que a partir de estos datos, presente los valores experimentales del voltaje de rizado, el factor de rizado, la potencia promedio entregada a la carga, la potencia promedio consumida por los diodos y la potencia aparente total manejada por el transformador. Incluya en estas tablas los valores esperados de acuerdo a los cálculos realizados, y añada una columna para expresar el error porcentual entre los valores medidos y los esperados. Imprima estas tablas y llévelas al laboratorio para registrar los datos correspondientes a medida que realice la experiencia.

5.- En el circuito de la Figura 6.4, la fuente DC con regulador zener:

a) Explique brevemente cómo funciona este circuito y cuál es su objetivo fundamental.

b) A partir de los componentes especificados por su profesor, determine los voltajes máximo y mínimo en el condensador, el valor de la resistencia de protección del zener  $R_p$ , la potencia disipada por esta resistencia, y la máxima potencia que va a disipar el diodo zener. Calcule también los voltajes máximo y mínimo en la carga, el valor pico de la corriente por los diodos, la potencia promedio entregada a la carga, la potencia promedio consumida por los diodos y la potencia aparente total manejada por el transformador.

c) Haga el diagrama de cableado del circuito que va a montar en el Laboratorio.

d) Basándose en el diagrama de cableado, indique la forma como va conectar los instrumentos para medir el voltaje en el primario y secundario del transformador, los voltajes máximo y mínimo en el condensador, los voltajes máximo y mínimo de salida a plena carga, el

voltaje de salida sin carga, las mediciones necesarias para calcular la regulación de línea y la corriente en el secundario del transformador relacionándola con el voltaje en uno de los diodos. Para esta última medición puede utilizar la configuración presentada en detalle en la Figura N° 6.3. Indique en cada caso si el osciloscopio debe estar flotando o no.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare una tabla para registrar las mediciones indicadas en el punto anterior, y otra tabla que a partir de estos datos, presente los valores experimentales del voltaje de rizado y el factor de rizado en el condensador, el voltaje de rizado y el factor de rizado en la carga, la regulación de carga, la regulación de línea, la potencia promedio entregada a la carga, la potencia promedio consumida por los diodos y la potencia aparente total manejada por el transformador. Incluya en estas tablas los valores esperados de acuerdo a los cálculos realizados, y añada una columna para expresar el error porcentual entre los valores medidos y los esperados. Imprima estas tablas y llévelas al laboratorio para registrar los datos correspondientes a medida que realice la experiencia.

NOTA.- RECUERDE LLEVAR PAPEL MILIMETRADO AL LABORATORIO.

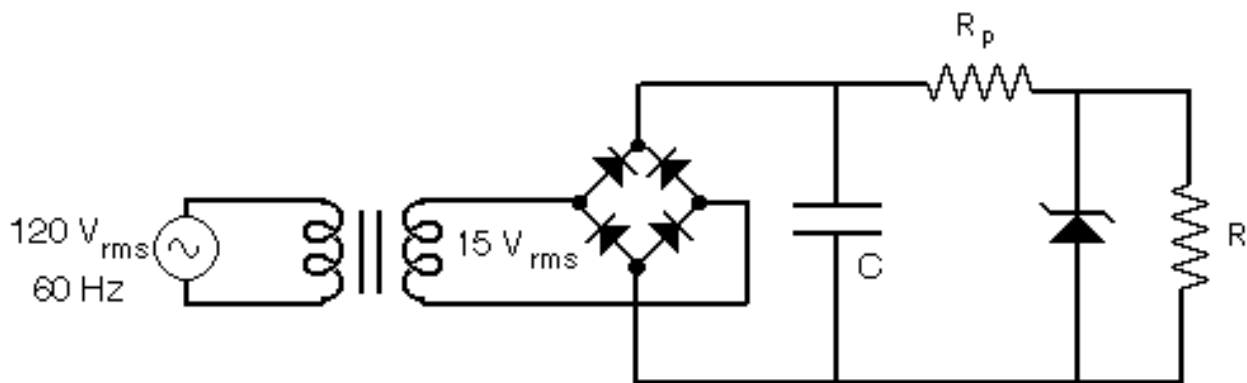


Figura 6.4: Fuente regulada: Circuito rectificador de onda completa con filtro capacitivo y regulador básico con diodo zener

### Laboratorio

- 1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.
- 2.- Encienda su mesón de trabajo y el osciloscopio. Este es un hábito que debe practicar siempre que trabaje con equipos basados en tubos de rayos catódicos.
- 3.- Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde (equipos de medición, cables, computador, monitor, ratón, cornetas, Variac, portafusibles, fusibles, puntas del osciloscopio, interruptores, tomacorrientes, fuente de poder DC, generador de funciones, etc.), notifíquelo inmediatamente al profesor.

**AVISO IMPORTANTE: RECUERDE QUE NO PUEDE CONECTAR LOS TERMINALES DE TIERRA DE CADA UNA DE LAS PUNTAS DEL OSCILOSCOPIO EN PUNTOS DIFERENTES DEL CIRCUITO. PARA LA MAYOR PARTE DE LOS CIRCUITOS DE ESTA PRACTICA EL OSCILOSCOPIO DEBE ESTAR FLOTANDO.**

4.- Monte el circuito de la Figura 6.1 y obtenga en la pantalla del osciloscopio la curva característica de este dispositivo. Haga un diagrama en papel milimetrado. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga la curva característica con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto y dibújela en el papel milimetrado. Identifique voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas.

5.- Realice las mediciones necesarias, efectuando lectura punto a punto, para obtener con la mayor exactitud posible el voltaje de conducción, el voltaje de avalancha, la resistencia dinámica en la región inversa y la corriente inversa del zener bajo estudio. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

6.- Monte el circuito de la Figura 6.2 y observe en la pantalla del osciloscopio en forma simultánea los siguientes pares de formas de onda: El voltaje junto con la corriente en el secundario del transformador, el voltaje en uno de los diodos junto con la corriente en el transformador, y el voltaje en uno de los diodos junto con el voltaje en la resistencia de carga. Para los dos primeros pares de curvas debe incluir una resistencia de prueba de bajo valor nominal, como se indica en la Figura 6.3. Dibuje en su papel milimetrado las formas de onda indicadas e identifique cuidadosamente los valores pico y los tiempos de interés en las curvas dibujadas.

7.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible el voltaje pico en el primario y secundario del transformador, los voltajes máximo y mínimo en la carga, la corriente pico en el secundario del transformador y el intervalo de conducción de los diodos. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

8.- Monte el circuito de la Figura 6.4 y observe en la pantalla del osciloscopio en forma simultánea los siguientes pares de formas de onda: El voltaje junto con la corriente en el secundario del transformador, el voltaje en uno de los diodos junto con la corriente en el transformador y el voltaje en el condensador junto con el voltaje en la resistencia de carga. Para los dos primeros pares de curvas debe incluir una resistencia de prueba de bajo valor nominal, como se indica en la Figura 6.3. Observe también en la pantalla del osciloscopio la forma de onda del voltaje en el primario del transformador y el voltaje de salida a plena carga y sin carga. Haga los diagramas correspondientes en papel milimetrado, identificando las amplitudes y los períodos de tiempo de interés en las curvas dibujadas.

9.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible el voltaje pico en el primario y secundario del transformador, los voltajes máximo y mínimo en el condensador, la corriente en el secundario del transformador, los voltajes máximo y mínimo de salida a plena carga y el voltaje máximo de salida sin carga. Efectúe también las mediciones necesarias para calcular la regulación de línea, utilizando para ello el variac disponible en el laboratorio. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo y realice los cálculos correspondientes. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

10.- Al finalizar todas las mediciones, muéstreselas a su profesor.

11.- Recuerde dejar el mesón ordenado al terminar la práctica y coloque los taburetes en su sitio.

## **Informe**

### **NOTA: Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas.**

I. En el Marco Teórico, haga un resumen, de máximo dos páginas, sobre la característica corriente-voltaje de un diodo zener, el principio de operación de un rectificador de onda completa con filtro y el principio de operación del regulador con zener.

II. En la Metodología, describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados, indicando los valores nominales de los componentes empleados.

III. En los Resultados, debe colocar los diagramas de las señales observadas en la pantalla del osciloscopio, los datos obtenidos en el laboratorio y las tablas calculadas a partir de dichos datos, incluyendo la determinación de los errores porcentuales entre los valores esperados y los obtenidos experimentalmente. Todas las tablas y gráficas deben estar debidamente identificadas. Recuerde que no tiene que “pasar en limpio” los datos tomados en el laboratorio, sino colocar directamente la información recopilada.

IV. En el Análisis de Resultados, explique los datos, gráficos y resultados obtenidos, haga las comparaciones pertinentes entre los parámetros medidos y los esperados, y analice el desempeño de la fuente DC regulada al compararla con la no regulada. Comente sobre los errores que se pueden haber cometido, cuantificándolos cuando sea procedente.

V. En las Conclusiones, indique sus conclusiones generales sobre todos los experimentos realizados.

VI. En los Comentarios finales: Describa las dificultades que se le presentaron en las etapas de montaje y medición de los circuitos en el laboratorio, analice las causas de los problemas, indique cómo los resolvió y haga un comentario sobre los procesos que debe seguir para tratar de prevenir o evitar dichas dificultades. Evalúe el grado en que Ud. considera que ha alcanzado los objetivos de la práctica.

VII. Recuerde anexar la Preparación.

## **Referencias**

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica, 2ª versión o versión electrónica, en la página <http://www.labc.usb.ve/mgimenez/Ec1181ele/index.html>. Prof. María Isabel Giménez de Guzmán. USB.

2.- Hojas de especificaciones de los componentes seleccionados.