

## RECTIFICADORES $\lambda$ Y $\lambda/2$ CON DIODOS

Diego Javier Sánchez T. [diegoatl\\_nal@yahoo.com](mailto:diegoatl_nal@yahoo.com), Nelson Antonio Becerra C. [nelsonantoniob@yahoo.com](mailto:nelsonantoniob@yahoo.com), Jaime Alberto López R. [jaimealopezr@yahoo.com](mailto:jaimealopezr@yahoo.com), Programa de Ingeniería Electrónica, Electrónica Industrial, Universidad del Quindío

### Resumen

Se realizará una descripción de los comportamientos observados y resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio utilizando circuitos con diodos. Se incluyen los rectificadores de media onda ( $\lambda/2$ ) y onda completa ( $\lambda$ ) con carga resistiva pura, carga RL serie y carga RC paralelo. Para cada uno de ellos se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio junto con simulaciones que comprueba dicho comportamiento.

### Introducción

Un rectificador es un circuito que convierte una señal de corriente alterna en una señal unidireccional. Los diodos se usan extensamente en los rectificadores. Un rectificador monofásico de media onda es el tipo más sencillo, pero pese a esto no son normalmente empleados para aplicaciones industriales. Para esto está el rectificador de onda completa, que consta de un arreglo de cuatro diodos donde dos de ellos conducirán en el semiciclo positivo y los dos restantes en el semiciclo negativo. Además de los arreglos de diodos, en la rectificación también se utilizan condensadores y bobinas para aumentar el nivel DC (de voltaje o la corriente) y disminuir el rizado.

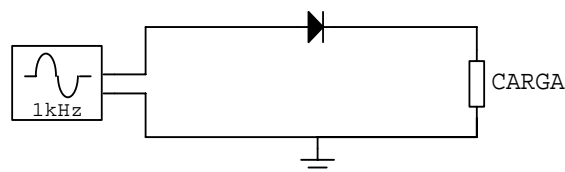
### Descripción del experimento

En las prácticas hechas en el laboratorio se realizaron los montajes de los rectificadores  $\lambda$  y  $\lambda/2$  como se ve en la Figura 1. Para cada uno de ellos se le realizó un barrido en frecuencia con diferentes tipos de carga (R, RL, RC), observando el comportamiento de la señal de salida del sistema. Además de ello también se cambió el valor de las cargas (R, RL, RC) con el fin de determinar el efecto que ellas tienen sobre el circuito.

### Resultados y discusiones

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los rectificadores:

Rectificador de media onda



Rectificador de onda completa

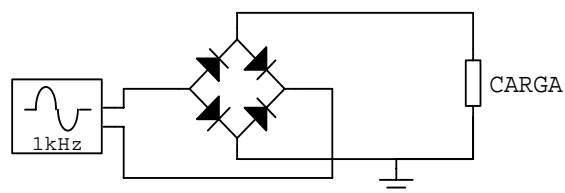


Figura 1

### Rectificador $\lambda/2$ con carga resistiva:

En el montaje realizado se utilizó una resistencia de  $987\Omega$  con una señal de  $6V_p$  a una frecuencia de  $1.05KHz$ , como se muestra en la Figura 2.

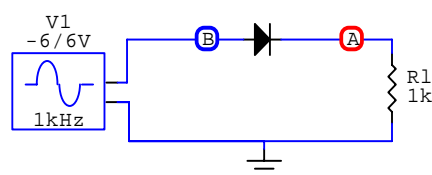


Figura 2

Con una entrada de  $6V$  pico, se tiene una señal rectificadora sin distorsión pero disminuida a  $5.3V_p$ . Esto muestra que el diodo requiere un voltaje de  $0.7V$  para comenzar a conducir (Figura 3.a).

Para frecuencias mayores de 3.5KHz, se comienza a notar una distorsión en la señal de salida rectificada (Figura 3.b). A frecuencias mayores de 10kHz esta distorsión se hace más evidente (Figura 3.c). Dicho comportamiento a altas frecuencias se da debido a que hay un efecto inductivo el cual no permite cambios bruscos en la corriente, haciendo que el diodo alcance a conducir un poco en polarización inversa. Para bajas frecuencias, esta justificación no es adecuada ya que el efecto inductivo es poco y el comportamiento de la salida se debe más bien a una mala conducción por parte del diodo.

También se observó que al aumentar la resistencia se contaba con un efecto capacitivo, esto por el efecto del aumento o disminución de corriente en el circuito.

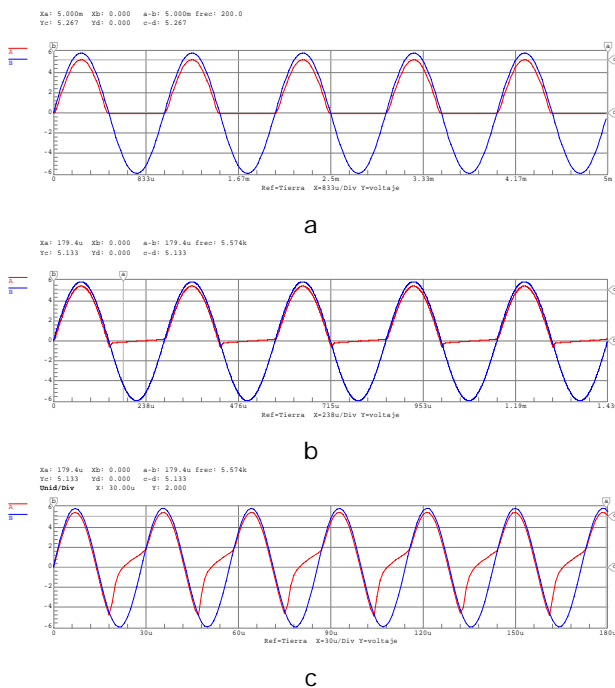


Figura 3

### Rectificador $\lambda/2$ con carga RL serie:

En el montaje se utilizó una carga resistiva de  $937\Omega$  en serie con un inductor de  $171.35\mu\text{H}$  como se muestra en la Figura 4.

A bajas frecuencias ya se podía observar un pequeño tramo negativo a la salida rectificada, el cual es provocado por problemas de conducción del diodo (Figura 5.a).

Al Aumentar la frecuencia se observa aún más el efecto inductivo del sistema. A frecuencias mayores de 20KHz se pudo observar un efecto muy particular en la parte rectificada, ya que se notaba con claridad oscilaciones en la señal de salida. Estas oscilaciones son producidas por la aparición de un efecto inductivo débil tanto que es comparable con las capacitancias parásitas del circuito motando que se presenta un circuito tanque el cual resonaba (Figura 5.b).

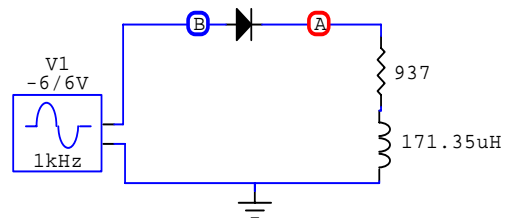


Figura 4

### Rectificador $\lambda/2$ con carga RC paralelo:

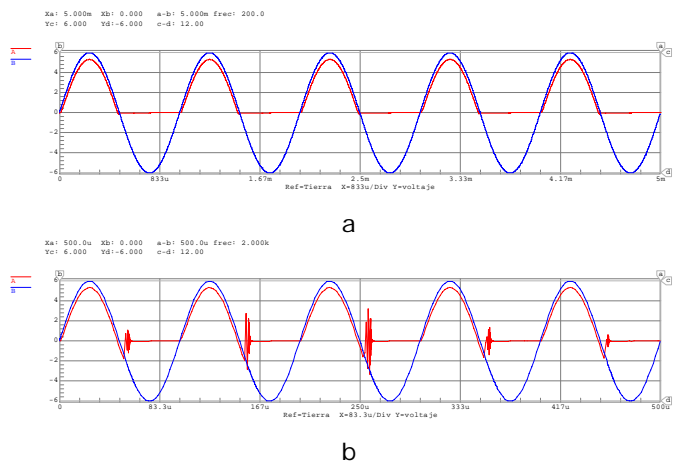


Figura 5

En el montaje se colocó una carga resistiva de  $937\Omega$  en paralelo con un capacitor de  $1\mu\text{F}$  como se muestra en la Figura 6.

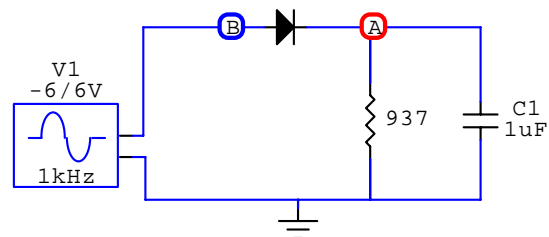


Figura 6

A bajas frecuencias ya se podía observar el efecto capacitivo deformando la rectificación por encima del cero (Figura 7.a).

Aumentando la frecuencia se observa que la señal cambia drásticamente, esto debido a que gracias al  $\tau$  del circuito el condensador no alcanza a descargarse completamente haciendo que aumente el nivel DC de la onda rectificada, disminuyendo el rizado (Figura 7.b).

A altas frecuencia se pudo observar un efecto muy particular en la parte rectificada, ya que se notaba que la señal de salida tendía a aumentar el nivel DC disminuyendo el rizado (Figura 7.c). Para eliminar aún más el rizado, es necesario aumentar el capacitor de tal forma que la descarga de este sea más lenta.

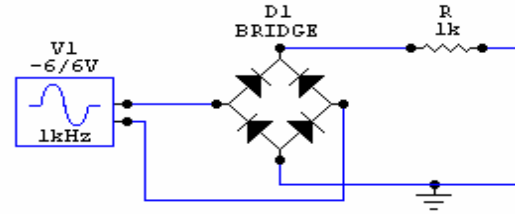


Figura 8

Al observar la señal de salida se puede ver la rectificación provocada por los diodos, que al ser rectificación de onda completa, la frecuencia de esa señal se duplica (Figura 9.a). Realizando una variación en la frecuencia con la misma resistencia se puede observar donde la señal llega a cero un pico pequeño para frecuencias bajas (Figura 9.a) que tiende a desaparecer a altas frecuencias (Figura 9.b), esto es porque se necesita una mínima corriente para que halla un disparo seguro del diodo, es decir el cambio de corriente es un poco brusco y esto se alcanza a notar en la señal.

Al variar la resistencia de un valor alto a uno bajo, se nota una disminución en el voltaje de la señal de salida, esto es provocado porque la corriente aumenta bastante cuando R es baja y el generador llega a un punto donde no puede suministrar más potencia compensando esa elevación con una caída en el voltaje (Figura 9.c).

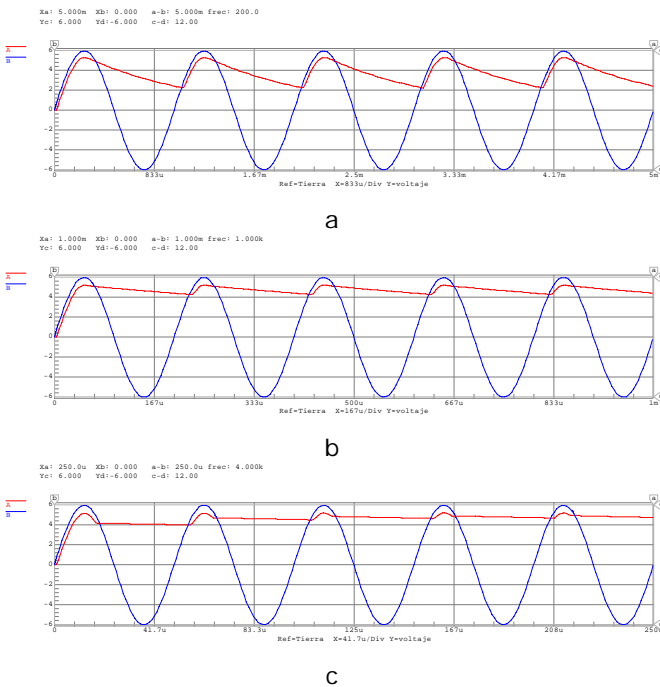
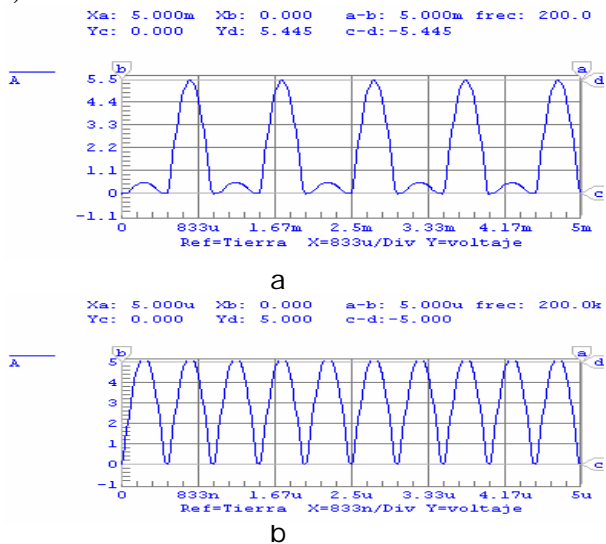


Figura 7

**Rectificador  $\lambda$  con carga resistiva:**

Este montaje se implementó con una resistencia de  $1K\Omega$  cuya medida en el multímetro fue de  $992\Omega$ , un puente de diodos y un voltaje pico en el generador de 6V tal como muestra la figura 8.



b

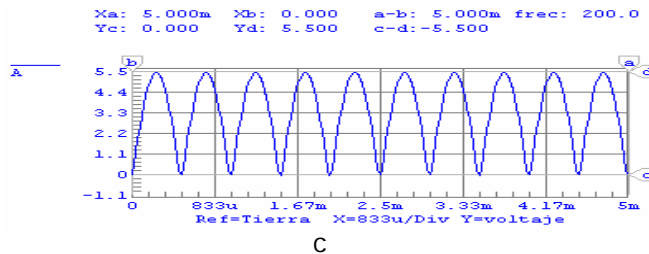


Figura 9

**Rectificador  $\lambda$  con carga RL serie:**

Ahora al circuito se le agrega en serie a la resistencia una bobina de 2.2 mH, conservando las características de la señal de entrada (Figura 10).

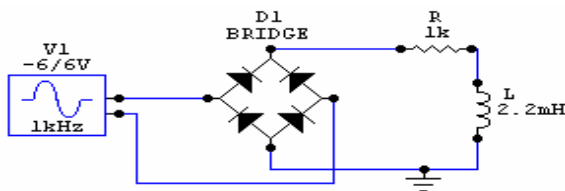
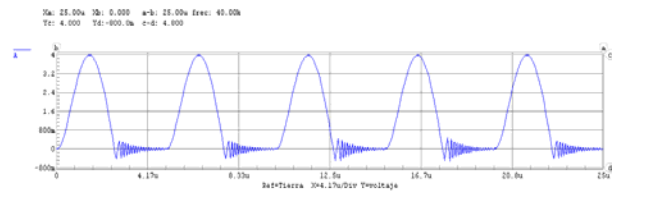


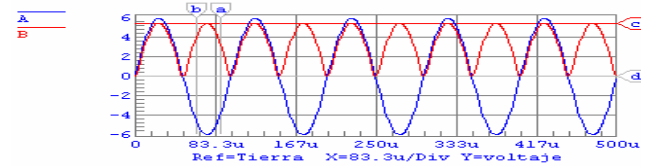
Figura 10

Realizando la variación de la resistencia se pudo observar la aparición de ruido, esto debido a que la corriente básica que necesita el diodo se limita (su sitio de trabajo) a medida que aumenta R. Al disminuir la resistencia el efecto capacitivo del circuito se aproxima bastante al efecto inductivo en el mismo, lo que provoca oscilaciones (por resonancia) en la parte baja de la señal, es decir, cuando los diodos conmutan (Figura 11.a). Este efecto tiene periodos cortos. También si se aumenta la resistencia el nivel DC crece, y por ende el voltaje en la señal de salida (Figura 11.b).

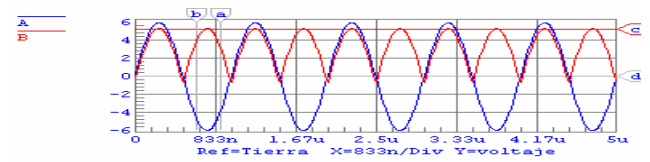
En la señal observada apareció un pico en la parte baja, esto es debido a que la inductancia no permite cambios bruscos en la corriente y el par de diodos son obligados a conducir en inversa (Figura 11.c).



a



b



c

Figura 11

**Rectificador  $\lambda$  con carga RC paralelo:**

Con las mismas características de la señal de entrada se coloca un condensador de 1nF en paralelo a la resistencia (Figura 12).

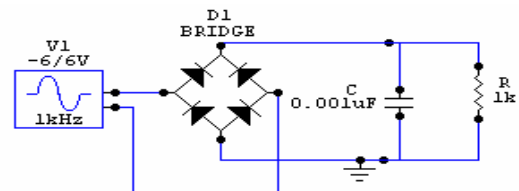


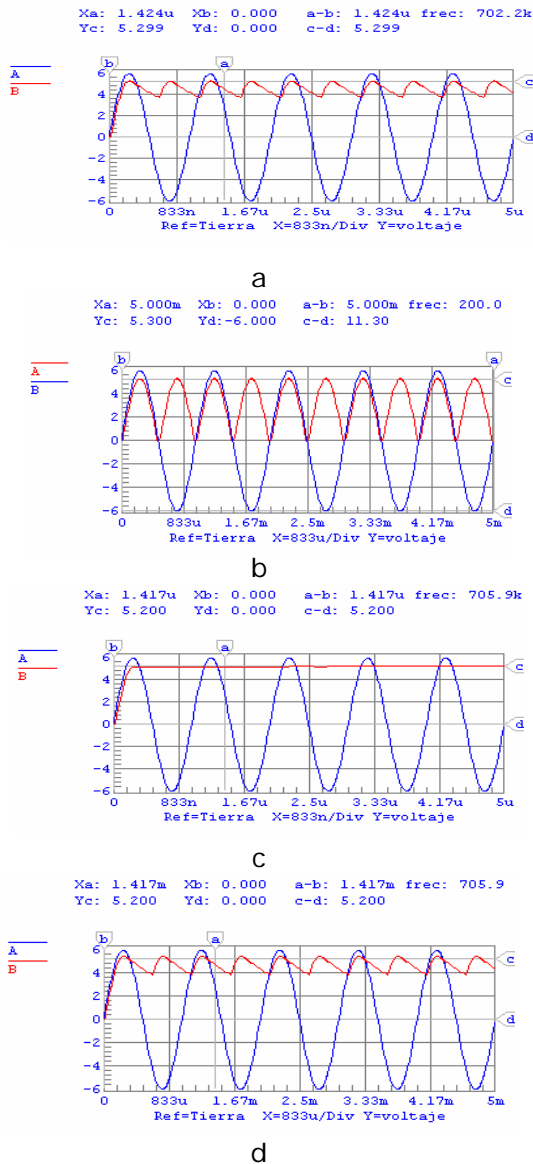
Figura 12

Realizar un barrido en frecuencia para este circuito implica que la forma de la onda se va deformando hasta quedar como una señal DC, es decir el condensador no se alcanza a descargar totalmente antes de volverse a cargar (Figura 13.a). El valor del nivel DC aumenta hasta tomar el máximo valor de la señal de entrada en una frecuencia alta (100KHz aprox.) y luego empieza a decaer, aunque se conserva la forma de la onda.

Para un valor pequeño de capacitancia (pFs) no se afecta la forma de la señal (Figura 13.b), y a medida que aumenta ese valor, la señal tiende

a ser DC, también se registra un aumento en el nivel DC (Figura 13.c).

El variar la resistencia de carga también torna la señal a una forma DC y también aumenta el nivel DC (Figura 13.d).



**Figura 13**

### Conclusiones

- Los circuitos rectificadores de media onda presentan un alto rizado en la señal de salida. Dicho rizado puede ser disminuido al colocar un capacitor en paralelo a la carga.
- En el rectificador de media onda al colocar una bobina en serie con la resistencia se

presenta una sobre conducción en la carga, es decir, se obliga al diodo a conducir en inversa (semiciclo negativo), esto es debido a que la bobina desfasa la corriente respecto al voltaje, lo que ocasiona una disminución en el nivel DC del voltaje de salida.

- Para un circuito rectificador de media onda RL al aumentar la frecuencia se presentan unas oscilaciones en la zona de no conducción del diodo, esto es debido a que se presenta un efecto capacitivo el cual es comparable al efecto inductivo provocado por la bobina y en estas condiciones la carga se comporta como un circuito tanque. Estas oscilaciones son atenuadas por efecto de la resistencia.
- Para un circuito rectificador de media onda la señal de salida tiene la misma frecuencia que la señal de entrada, mientras que en un circuito rectificador de onda completa la señal de salida presenta el doble de la frecuencia de la señal de entrada.

### Referencias bibliográficas

- Electrónica de potencia, teoría y aplicaciones. J.M Benavent, A. Abellán, E. Figueres. Alfaomega, 2000.