

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Práctica III: Fuentes de voltaje

Alumno:
Ignacio LOAIZA

Profesor
Dr. José Manuel ALVARADO REYES

18 de Septiembre de 2014



1 Resumen

En esta práctica se fabricaron varias fuentes de voltaje continuo a partir de la toma de corriente. Para hacer esto, primero se estudió el comportamiento de los capacitores, los cuales son un componente clave en no sólo las fuentes de DC, sino toda la electrónica en general. Primero se hizo una fuente de DC simple (sea con dos salidas, una neutra y otra positiva), y luego una fuente doble de DC (con tres salidas: una negativa, una neutra y una positiva). Además se estudiaron los ruidos que pueden aparecer en estas fuentes, así como la forma de minimizarlos.

2 Introducción

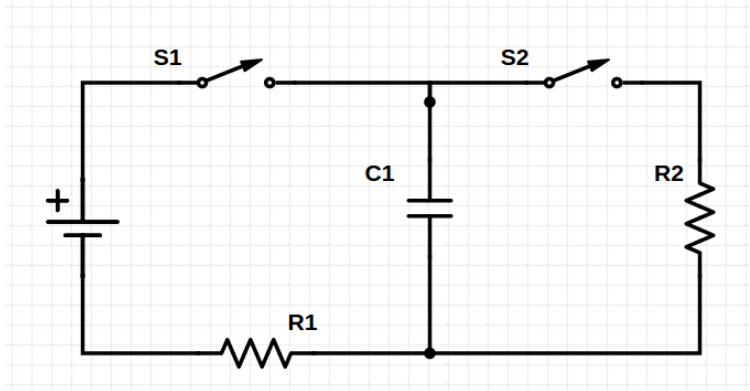
A lo largo de la carrera se han utilizado un gran número de veces las fuentes de voltaje continuo, sin realmente saber cómo funcionan. Se han estado utilizando como una caja negra, la cual se conecta a la toma de corriente y convierte a la corriente AC en DC. Resulta natural, como prospectos científicos, estudiar el funcionamiento de estos aparatos. Además se buscaron maneras para perfeccionar las fuentes y minimizar los errores, lo cual puede ser muy útil el día de mañana que haya que utilizar la electrónica para algún experimento de investigación.

3 Marco teórico

3.1 Capacitores

Un capacitor es un elemento que está formado de dos placas conductoras separadas por un dieléctrico. Los capacitores resultan muy interesantes ya que son capaces de almacenar un voltaje, y luego pueden actuar, durante un corto periodo de tiempo, como una fuente de voltaje. En este reporte no se van a deducir las ecuaciones de carga y descarga de un capacitor, tan sólo se van a citar.

Si se tiene un capacitor conectado en un circuito como el que se ve a continuación:



Esquema 1: Circuito de carga y descarga del capacitor.

En este circuito, la resistencia $R1$ corresponde a la de la carga, y $R2$ a la de descarga. Se puede controlar en qué régimen está el sistema con los interruptores $S1$ (para la carga) y $S2$ (para la descarga). El tiempo de carga o de descarga está dado por la siguiente ecuación:

$$\tau = RC \quad (1)$$

Con R la resistencia en Ohms $[\Omega]$ (de carga o de descarga), y C la capacitancia en Farads $[F]$. En la fase de carga, el voltaje de un capacitor sigue la siguiente ecuación:

$$V_c = V(1 - e^{\frac{-t}{\tau_c}}) = V(1 - e^{\frac{-t}{R1 * C}}) \quad (2)$$

Y en la fase de descarga es:

$$V_d = V e^{\frac{-t}{\tau_d}} = V e^{\frac{-t}{R2 * C}} \quad (3)$$

Además, la reactancia capacitiva está dada por:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (4)$$

La reactancia capacitiva está relacionada con la impedancia de un circuito, e indica cuanta resistencia ofrece un circuito al paso de la corriente. La inductancia se mide en Ohms $[\Omega]$, tiene una magnitud y una fase (la fase sólo aparece en corrientes alternas) y está dada por:

$$Z = R + jX \quad (5)$$

Dónde R es la resistencia del circuito, X es la reactancia (y es la fase de la impedancia), y j es el valor imaginario que corresponde a $j^2 = -1$.

4 Experimentación

4.1 Capacitores

4.1.1 Materiales

- Resistencia de $5 K\Omega$
- Capacitor de $1000\mu F$
- Fuente simple de DC
- Osciloscopio

4.1.2 Método experimental

Se conectó el capacitor primero a un circuito de carga con un voltaje de la fuente de $10V$ (corriente continua), y se observó el voltaje del capacitor en el osciloscopio. Luego se conectó el capacitor en el ciclo de descarga, y se observó su voltaje en el osciloscopio.

4.1.3 Resultados y discusión

Antes que nada, cabe notar que esta práctica nada más se hizo con el fin de verificar el comportamiento de un capacitor, y no se consideró necesario repetir el experimento con valores distintos de los componentes. En el ciclo de carga y de descarga, se obtuvo un tiempo de carga (aproximadamente) de 5 segundos. (El tiempo de carga está definido por el tiempo que le toma al capacitor cargarse al 63.2% del voltaje suministrado, o de descargarse al 36.8% de su voltaje inicial. El cálculo teórico del tiempo de carga/descarga da $\tau = R * C = 5 * 10^3 * 1 * 10^{-3} = 5s$. Se obtuvieron gráficas para la carga y descarga de acuerdo con las gráficas teóricas (que siguen el comportamiento de las ecuaciones (2) y (3)). Se logró confirmar entonces el comportamiento de los capacitores, lo cual permitirá más adelante hacer la selección correcta de un capacitor para el circuito a armar.

4.2 Fuente simple

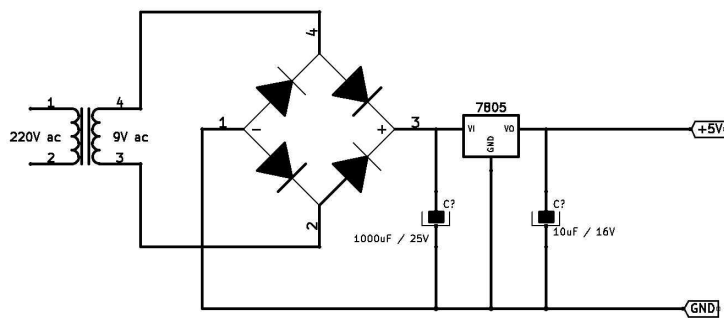
4.2.1 Materiales

- Transformador de $12V_{rms}$
- Diodos

- Capacitores de 100, 850, 1000 y 5600 μF
- Transistor 7805
- Osciloscopio
- Resistencia de $1k\Omega$.
- Resistencias de potencia de baja resistencia

4.2.2 Método experimental

Para armar la fuente simple, se tomaron varios pasos, y en cada uno se cambiaron algunas cosas, de forma que se entendiera qué estaba haciendo qué componente y porqué. Sin embargo, en general se buscó llegar a una fuente como la que se ve a continuación:

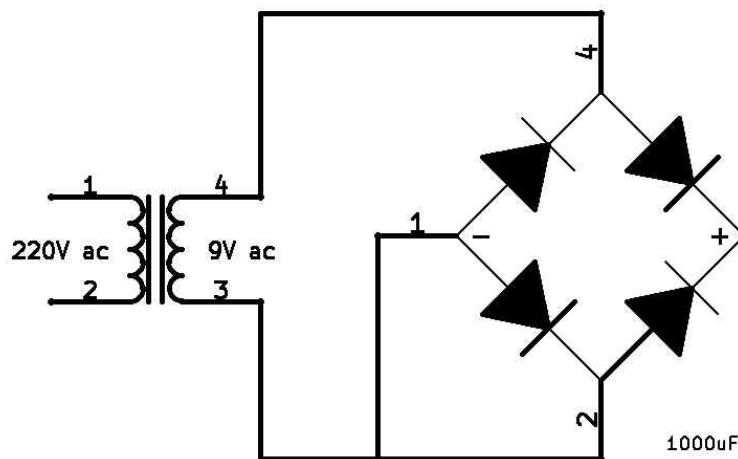


Esquema 2: Circuito correspondiente a una fuente simple de DC.

Cabe notar que, para las mediciones de los voltajes de salida (los cuales se midieron en el osciloscopio), hubo que poner una resistencia en la salida, ya que de otra forma no se generaba ninguna corriente y las mediciones eran inservibles.

El transformador con el puente de diodos

Se colocó al transformador a la salida de la toma de corriente. Luego, a la salida del transformador, se utilizaron dos métodos distintos: el de media onda y el de onda completa, como se ve en los esquemas a continuación:



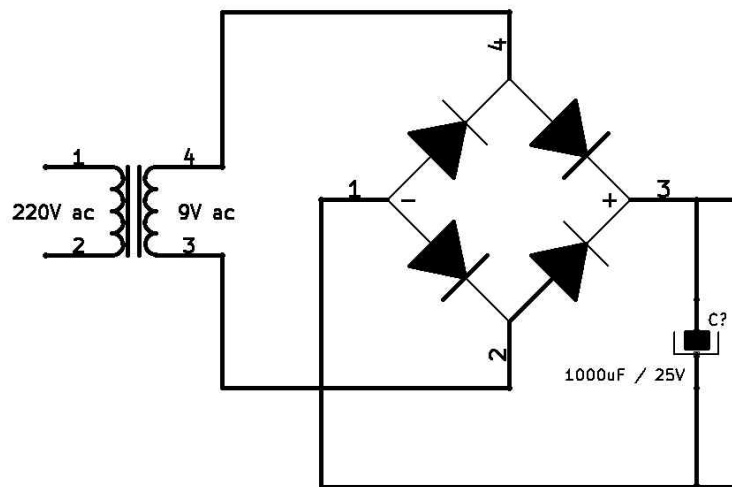
Esquema 3: Salida de onda completa.

Y:

Esquema 4: Salida de media onda.

Capacitor y voltaje Rizo

Luego, se le añadió un capacitor a la salida como se ve a continuación:



Esquema 5: Circuito con transformador, rectificador y capacitor.

Se cambió este capacitor de forma que se observó el comportamiento de la salida dependiendo del capacitor aquí colocado, midiendo los cambios en el voltaje Rizo.

Transistor

Después se le colocó el transistor al circuito (sea el regulador) y se volvió a medir el voltaje de salida.

Capacitor salida

Finalmente se le colocó el otro capacitor a la salida, obteniendo la funete simple como se puede ver en el esquema (2), y se volvió a medir el voltaje.

Impedancia

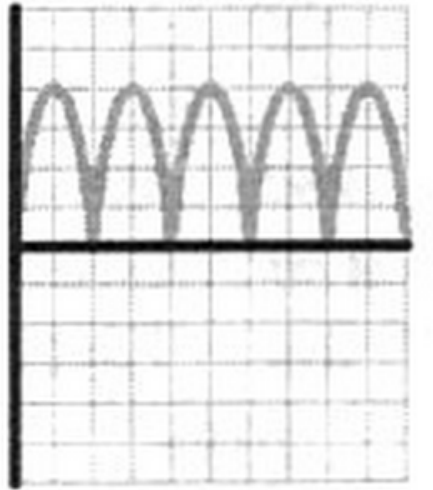
Se buscó medir la impedancia de la fuente creada. Para hacer esto, se estudió el voltaje de salida

4.2.3 Resultados y discusión

Antes que nada cabe notar que el voltaje pico a la salida del transformador fue de $20V$, con una frecuencia de $60.24Hz$.

Transformador y puente de diodos

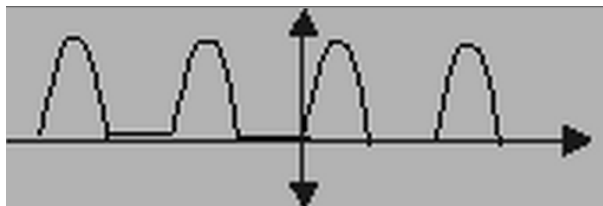
El puente de diodos volvió positivo al voltaje, sólo dejando pasar a la norma de este, como era de esperarse sabiendo que los diodos sólo permiten pasar a la corriente en un sentido. Cuando se tomó la salida de onda completa, se obtuvo un voltaje con $V_p = 20V$, con una frecuencia de $120.48Hz$:



Gráfica 6: Representación cualitativa del voltaje de salida de onda completa.

Este comportamiento se obtuvo entonces al rectificar (sea tomar la norma) de un voltaje sinusoidal con mismo valor de voltaje pico.

Al tomarla salida de media onda, se obtuvo un voltaje pico de $20V$ con una frecuencia de $60.24Hz$, con un comportamiento de la forma siguiente:

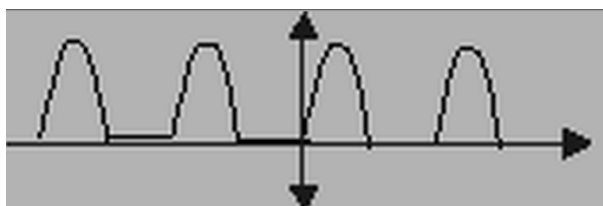


Gráfica 7: Representación cualitativa del voltaje de salida de media onda.

Este comportamiento se debe a que, al tomar una de las salidas del transformador como la tierra, al medir el voltaje con respecto a esta tierra sólo hay una de las dos secciones del voltaje inicial que "sobrevive", teniendo que esta parte del voltaje es la que se ve en la salida.

Capacitor y voltaje Rizo

Al colocar un capacitor a la salida, se obtuvo un voltaje como se ve a continuación:



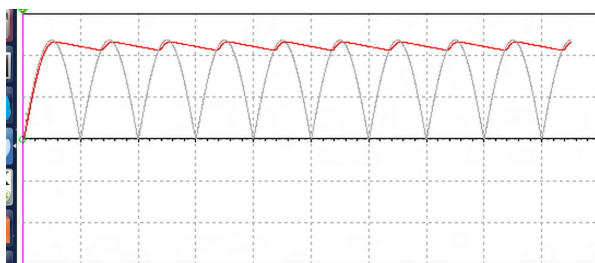
Gráfica 8: Voltaje continuo con voltaje Rizo.

Se obtuvo un voltaje continuo de $18V$ con voltajes Rizo que varían como se ve en la tabla (1) en función del capacitor utilizado.

Valor del capacitor [μF]	Voltaje Rizo pico pico [V_{pp}]
100	2
850	1
1000	0.12
5600	0.13

Tabla 1: Valores del voltaje Rizo pico pico en función del capacitor utilizado.

Cabe notar que las frecuencias del voltaje Rizo en todos los casos fue de $121Hz$. Este comportamiento se debe a que, con voltajes AC continuos, el ciclo de carga y descarga del capacitor se ve como la figura a continuación (la resistencia es casi nula en la carga, teniendo que se carga de forma prácticamente instantánea, mientras que en la descarga la resistencia es la resistencia de salida de carga, teniendo un tiempo más significativo).



Gráfica 9: Explicación del voltaje Rizo.

Al tener capacitores con una gran capacitancia, el tiempo de descarga disminuye drásticamente, causando entonces esa disminución en el voltaje Rizo.

Transistor

El transistor (o regulador) es un elemento cuyo funcionamiento interno no se estudió en esta práctica. Al colocar el transistor, el voltaje de salida se volvió de $5V$ continuos, con un ruido de $6mV$ pico a una frecuencia de $121Hz$. Se puede ver cómo este elemento terminó de transformar al voltaje alterno en voltaje continuo, eliminando casi por completo al voltaje Rizo.

Capacitor salida

Finalmente, al colocar el capacitor a la salida (se utilizó el de $5600\mu F$), no se alcanzó a medir ninguna mejora en cuanto a una disminución en el ruido del voltaje. Sin embargo, el ruido era tan pequeño para comenzar que la medición correcta es difícil con la instrumentación utilizada.

Impedancia

El primer transformador utilizado tenía un límite de corriente de $300mA$, los cuales eran utilizados al colocar una resistencia a la salida de 18Ω . El voltaje de salida no sufrió de ninguna caída con esta resistencia, y ya no se quiso disminuir más la resistencia por miedo a dañar el transformador. Se cambió entonces el transformador a uno con un voltaje de salida un poco más bajo (aunque el voltaje obtenido a la salida de la fuente fue el mismo). Este segundo transformador tenía una corriente máxima de $3A$, pudiendo alimentar a una resistencia de hasta 2Ω sin riesgo a quemarlo. Para las resistencias mayores a 15Ω el voltaje de salida salió sin ser modificado. Para resistencias entre 2Ω y 10Ω , la fuente sigue funcionando, aunque el regulador (transistor) ya no funciona correctamente. Sin embargo se logró concluir que la impedancia de la fuente fabricada es menor a 2Ω .

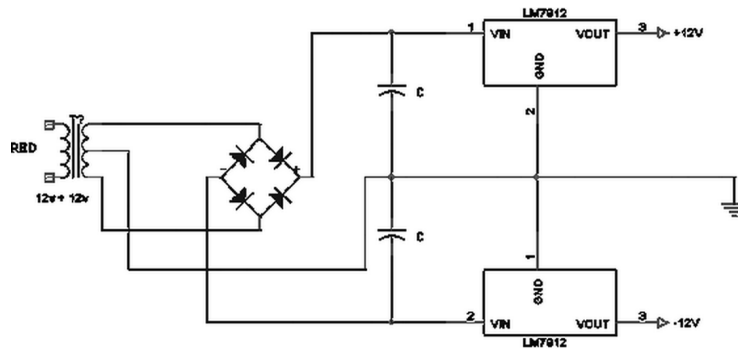
4.3 Fuente doble

4.3.1 Materiales

- Transformador
- Puente de diodos
- Capacitores de $1000\mu F$
- Transistores 7812 y 7912.

4.3.2 Método experimental

Se armó la fuente doble como el circuito siguiente:



Esquema 10: Fuente de voltaje doble.

Se midió el voltaje en las diferentes salidas de la fuente.

4.3.3 Resultados y discusión de la fuente doble

Al medir el voltaje, se obtuvo que entre cada salida había una diferencia de $12V_{DC}$, teniendo que entre la salida negativa y la positiva hubo una diferencia de $24V$. El voltaje Rizo medido fue de $20mV_{pp}$, con una frecuencia de $121Hz$. Esta fuente se hizo entonces para verificar que se entendió el funcionamiento de los componentes de una fuente de voltaje continuo.

5 Conclusión

Se observó y comprendió satisfactoriamente el funcionamiento de un capacitor. A partir de este conocimiento, se logró fabricar una fuente de corriente continua simple y una doble, entendiendo para que sirve cada componente, de forma que ya se sabe que hay adentro de la "caja negra" que se utiliza por lo general. Cabe notar que, al disminuir la cantidad de elementos que se tiene en la fuente, la impedancia de esta disminuye, por lo cual, al fabricar una fuente, hay que tomar en cuenta este factor y llegar a un buen balance entre precisión (con poco ruido, voltaje Rizo bajo) y practicidad (impedancia baja para poder hacer más experimentos).

6 Bibliografía

- (a) I. Loaiza, *Bitácora de laboratorio de electrónica 2015-1*.