

## Circuito rectificador

**Agustín Garrido**

**agugarrido@hotmail.com**

### **Primera Parte *determinación de la descarga de un capacitor***

#### **Síntesis:**

Con el objetivo de pasar de corriente alterna a corriente continua, efectuamos primero el estudio de las diversas variables que influyen en el tiempo de descarga de un capacitor. A partir de lo obtenido en esa parte del trabajo nos dispusimos a armar un circuito rectificador, usando además del resistor y el capacitor utilizados en la primera parte un diodo.

Objetivos:

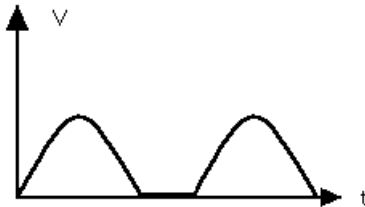
- Estudiar las diversas variables que influyen en el tiempo de descarga de un capacitor.
- Combinando las variables estudiadas y un diodo, rectificar corriente alterna para obtener corriente continua.

Introducción:

La corriente que llega a nuestras casas y con la que convivimos todos los días es alterna. Esto constituye un problema, ya que muchos de los elementos eléctricos que usamos a diario necesitan de corriente continua para funcionar. Es por esta razón que rectificar la corriente alterna tiene importancia. En el caso de las computadoras, por ejemplo, la corriente que llega del tendido es rectificadora y disminuida por un circuito inserto en el gabinete de la CPU.

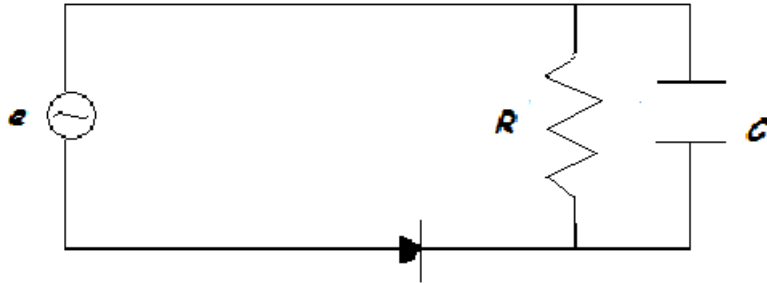
Para lograr rectificar la corriente dividiremos el trabajo en dos partes: en la primera estudiaremos con mayor profundidad los capacitores y en la segunda los usaremos para el proceso de rectificación propiamente dicho. En principio, relacionaremos las variables de capacidad eléctrica y de resistencia con el tiempo de descarga de un capacitor.

En una segunda instancia, usaremos un diodo. Un diodo es un instrumento que sólo permite la circulación de corriente en un sentido. Es conveniente aclarar también que aunque deja pasar la corriente casi en su totalidad, el diodo tiene una pequeña resistencia que implica una caída de la ddp, que en el caso de este trabajo es de 0.8V. La razón del uso del diodo es simple: una fuente de corriente alterna genera, de forma intermitente, corriente en ambos sentidos. Si nosotros interponemos un diodo en algún punto del circuito lo que logramos es que alguno de los dos sentidos de la corriente se vea imposibilitado de recorrer el circuito, por lo que habremos rectificado (parcialmente el circuito), el gráfico correspondiente es el siguiente:



*Fig. II: Rectificación de media onda.*

Como se puede ver, la corriente obtenida de esta manera no describe una recta (como sí lo hace la corriente continua a la que queremos llegar) pero es un primer paso hacia la rectificación total, ya que se ha eliminado la corriente en uno de los sentidos (en este caso el negativo). Hoy en día, los circuitos rectificadores utilizan en general cuatro diodos en una configuración conocida como puente. Nosotros estudiaremos las distintas características de los elementos del circuito siguiente que permiten una rectificación total de la corriente alterna:



Es conveniente aclarar que, si este circuito funciona como rectificador, es gracias a la característica de que los capacitores no se descargan instantáneamente, sino que, dependiendo de su capacidad eléctrica y de la resistencia de la que estén acompañados, tardan distintos intervalos de tiempo en descargarse. Si logramos encontrar la combinación adecuada de instrumentos como para que, mientras el diodo impida el paso de la corriente en un sentido, las cargas provenientes de la descarga del capacitor alimenten el circuito, habremos logrado, entonces, rectificar la corriente.

### **Materiales:**

- Computadora
- Interfaz
- 2 sensores de voltaje
- 1 Capacitor de 100  $\mu\text{F}$
- 1 Capacitor de 10  $\mu\text{F}$
- Pulsador
- Fuente continua
- Diodo IN-4007
- Resistencias varias
- Cables de conexión

### **Procedimiento experimental:**

#### **Primera parte**

El objetivo de la primera parte de este trabajo práctico es analizar y entender el proceso de descarga de un capacitor. Para ello utilizamos dos capacitores de distinta capacidad, dos resistores de distinta resistencia, una llave, el protoboard, un sensor y una interfaz conectada a una computadora. Debemos obtener la variación de la carga en un capacitor a través del tiempo; sin embargo no contamos con elementos de medición de carga, por lo que nos proponemos medir la variación de diferencia de potencial a lo largo de un periodo de tiempo. Para ello utilizamos el sensor de voltaje conectado a la interfaz. La computadora (interfaz mediante) mide los datos de ddp que obtiene el sensor, que son aproximadamente unos 2500 por segundo. De esta manera estamos en condiciones de medir la variación de la diferencia de potencial del capacitor a lo largo del tiempo.

Primeramente averiguamos el valor de la capacidad de los dos capacitores, y luego obtenemos la resistencia de los tres resistores mediante el Ohmetro. Después armamos el circuito en el protoboard de acuerdo a la figura 1, y ya estamos en condiciones de comenzar la medición. Antes de que intervenga la interfaz el sensor, debemos cargar el capacitor. Entonces cerramos el pulsador y el capacitor se carga con la misma diferencia de potencial que la fuente. Mantenemos cerrado el pulsador, presionamos el botón grabar en la computadora y lo abrimos. Al abrir el pulsador, el capacitor se descarga por la resistencia y los valores de la diferencia de potencial que esta adquiere pasan a través del sensor y la interfaz, generando un grafico en la computadora. En dicho grafico vemos en el eje X la variación de tiempo, y en el eje Y la variación de la diferencia de potencial. Esperamos hasta que el capacitor se descargue totalmente y detenemos la grabación de datos, así obtenemos el gráfico de variación de la diferencia de potencial, a través del tiempo. Por

ultimo repetimos el experimento dos veces mas, cambiando las resistencias y los capacitares, graficando en cada caso, la variación de la diferencia de potencial a lo largo del tiempo.

## **Segunda parte**

El objetivo de esta parte del Trabajo Práctico es rectificar una fuente de corriente alterna. Para ello utilizamos los mismos elementos de la primera parte, intercambiando el pulsador por un diodo (en el sentido que deja pasar corriente) y agregando un sensor, conectado al canal B del interfaz y en paralelo con la fuente de corriente alterna antes de ser rectificada. De esta manera, con los 2 sensores, podemos observar y comparar la variación de diferencia de potencial a lo largo del tiempo en una corriente alterna y en una corriente alterna rectificada mediante el proceso utilizado en el Trabajo Práctico.

Primero que nada disponemos los elementos como en la figura II para obtener un circuito rectificador de media onda (ver gráfico en la introducción), luego obtenemos la resistencia de los resistores mediante el óhmetro y averiguamos la capacidad de los capacitares y luego realizamos el circuito según la figura III para rectificar la media onda. Primeramente conectamos el capacitor de menor capacidad en paralelo con el resistor de menor resistencia y en paralelo con la fuente alterna. Sin embargo, ahora no medimos en un gráfico como los de la primera parte del Trabajo Práctico, sino en un osciloscopio que muestra el período de la onda repetido y se actualiza a cada instante. Esto se debe a que la fuente de corriente alterna tiene una variación de diferencia de potencial a lo largo del tiempo alterna, es decir, que oscila entre dos valores opuestos a lo largo del tiempo. Por ello, se grafica según una senoide en un osciloscopio. Volviendo al proceso de rectificación, tenemos la resistencia y el capacitor conectados en paralelo con la fuente de corriente alterna y vemos en la pantalla el gráfico de ésta y, superpuesto, el gráfico de la corriente casi rectificada. Así obtenemos el gráfico segundo de la segunda parte

Para mejorar la rectificación, cambiamos el capacitor por uno de mayor capacidad y observamos el cambio en el osciloscopio, que se puede apreciar en el gráfico tercero de la segunda parte. Finalmente para lograr una rectificación mucho más eficiente cambiamos el resistor por uno de mayor resistencia. Observamos la variación en el osciloscopio, que se puede apreciar en el gráfico cuarto de la segunda parte.

## Procesamiento de datos: Parte I

### Gráfico 1

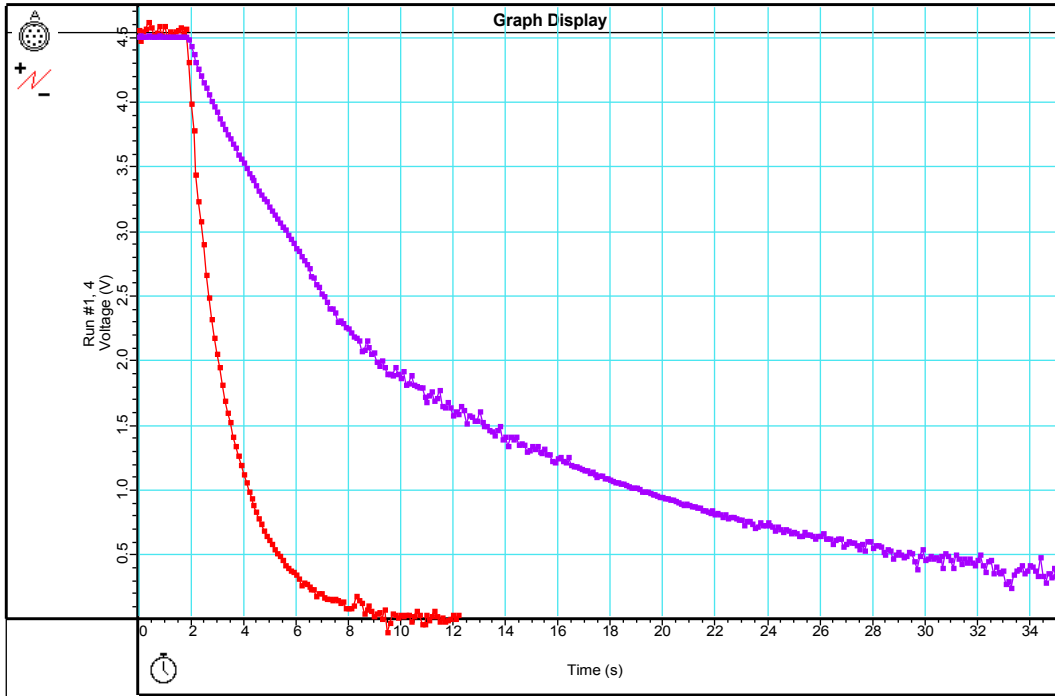
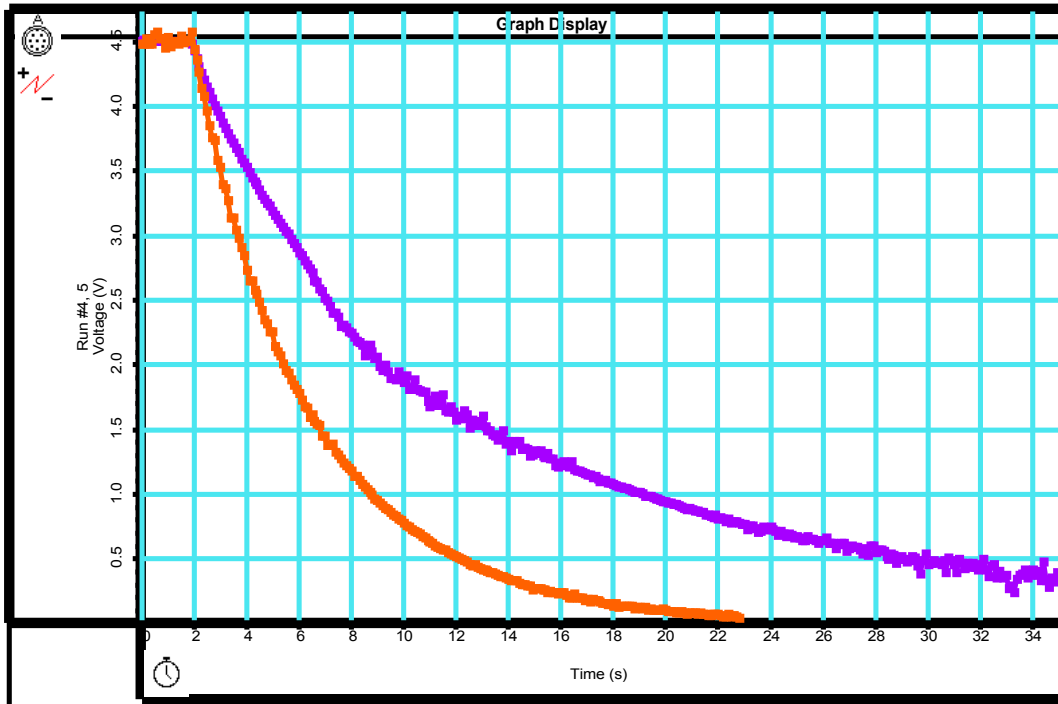


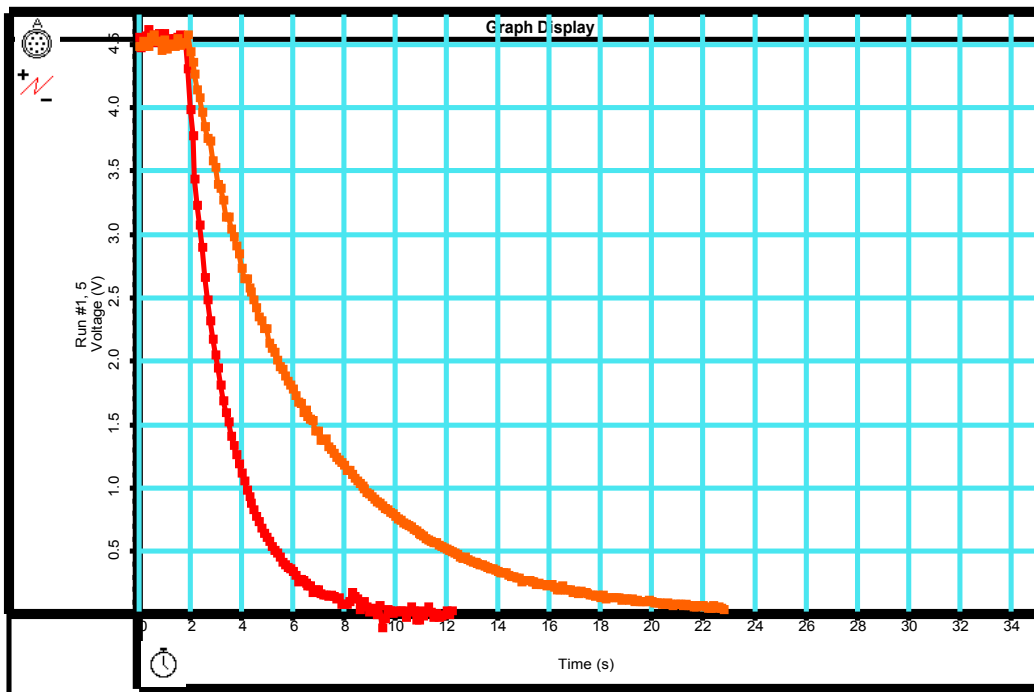
Gráfico en el que se ve el tiempo de descarga del capacitor de 100mF (azul) y de 10mF (rojo) conectados en un circuito con dos resistencias equivalentes.

### Gráfico 2



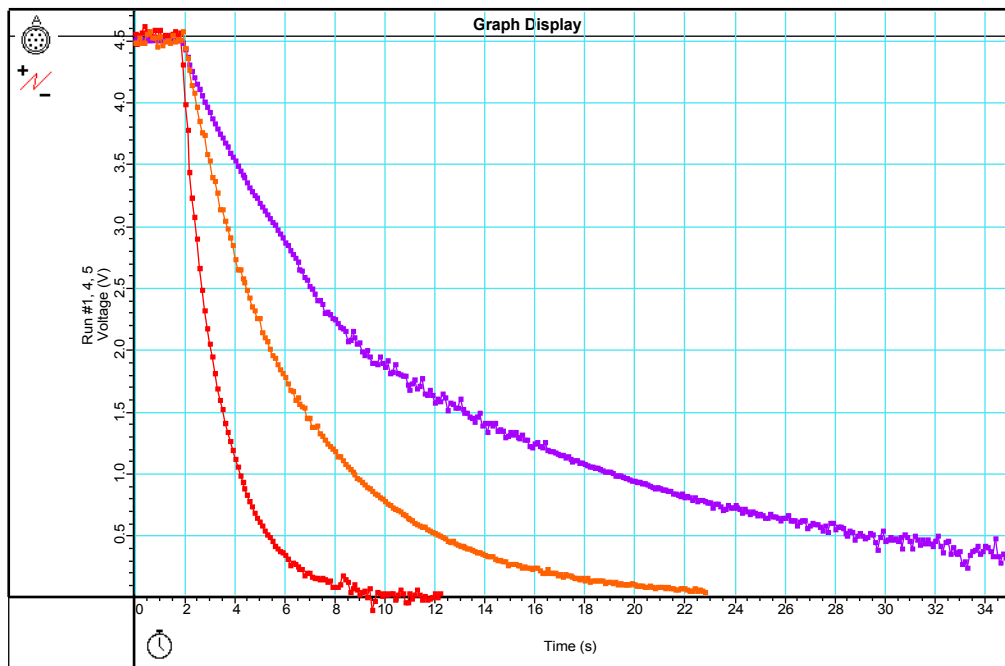
Un mismo capacitor de 100mF conectado a una resistencia de 150 y 46 ohms (azul y verde respectivamente).

### Gráfico 3



Un capacitor de 10mF conectado a una resistencia de 100 ohms y un capacitor de 100mF conectado a una de 56 ohms.

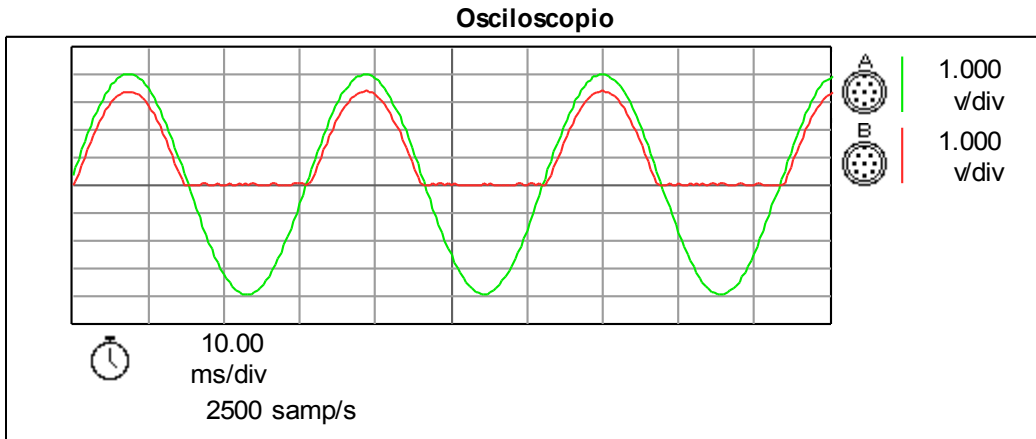
### Gráfico 4



Los casos analizados con anterioridad, todos en el mismo gráfico.

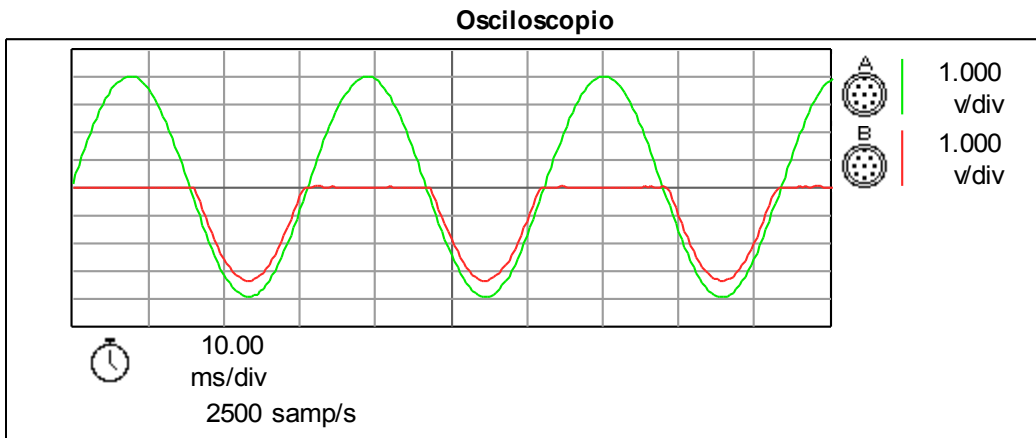
## Segunda Parte *rectificación de la onda*

**Gráfico 1<sup>a</sup>**



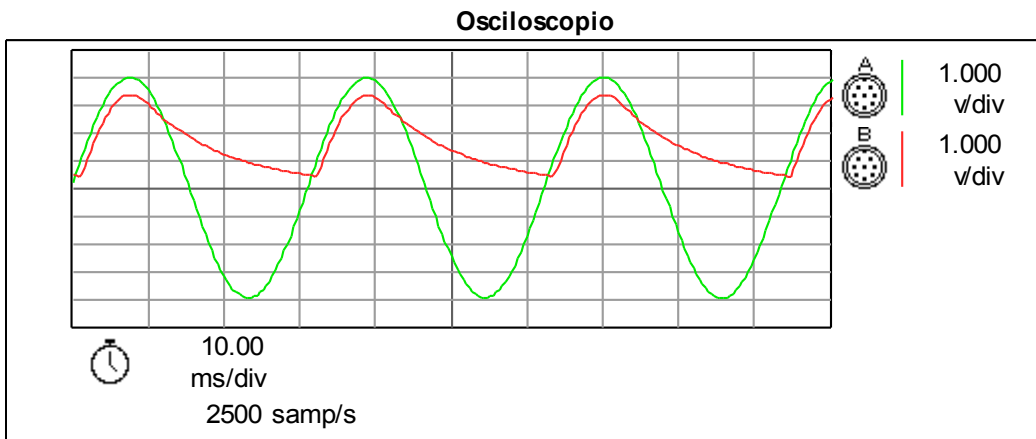
En verde se ve el gráfico correspondiente a la corriente alterna y en rojo a la rectificación de media onda. La diferencia se corresponde con la caída de ddp que ocasiona el diodo

**Gráfico 1b**



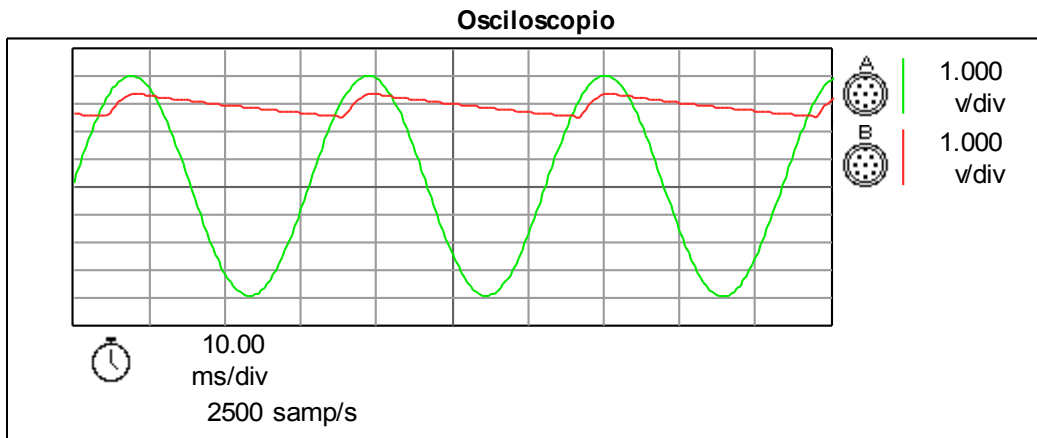
Lo mismo que en el caso anterior, pero con el diodo invertido.

**Gráfico 2**



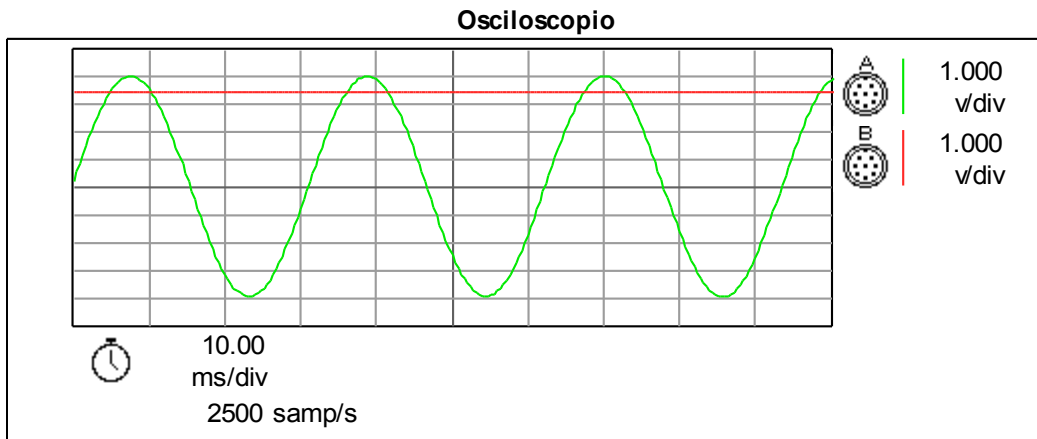
En rojo se ve la rectificación de media onda más la acción de las cargas provenientes del capacitor que se agregó al circuito

**Gráfico 3**



Lo mismo que en el caso anterior, sólo que con una combinación de capacidad eléctrica-resistencia que hace que el capacitor tarde más en descargarse.

**Gráfico 4**



Por último, vemos el cambio entre la corriente alterna (color claro) y la corriente ya rectificada.

**Análisis y conclusiones:**

**Primera parte**

**Análisis:**

A partir de los gráficos correspondientes a la primera parte de este trabajo se pueden extraer varias conclusiones. En el primero de los gráficos están comparados dos circuitos conformados por resistencias equivalentes y capacitares de distintas capacidades eléctricas; la curva azul, que tarda más en descargarse, es la correspondiente al circuito de mayor capacidad eléctrica.

En el segundo de los gráficos se comparan dos sistemas con una capacidad igual (de 100  $\mu$  F) pero con resistencias distintas (de 150 y 46  $\Omega$ ). En este caso se ve como, de sendos capacitores, el que tarda más en descargarse es aquel situado en el circuito de mayor resistencia.

El tercero de los gráficos corresponde a dos circuitos en el que no se ha mantenido ninguna de las variables, por lo que para estudiarlo mejor es necesario tener a la vista el cuarto de los gráficos en el que se comparan los tres circuitos. No se extrae, sin embargo, ninguna nueva conclusión.

## Conclusiones

En base a las observaciones mencionadas con anterioridad podemos concluir lo siguiente. Una primera conclusión, entonces, es que el tiempo de descarga de un capacitor aumenta conjuntamente con la capacidad eléctrica del mismo. (los valores utilizados están mencionados en los pies de gráfico)

La segunda conclusión de esta primera parte es que el tiempo de descarga de un capacitor aumenta conjuntamente con la resistencia del circuito.

Todos los resultados que se obtuvieron experimentales son explicables por las características de los instrumentos que usamos y que ya conocemos. En primer lugar podemos explicar la relación tiempo de descarga-capacidad eléctrica: un capacitor consiste en dos segmentos de un material conductor separados por un material no conductor, como puede ser el aire, de esta manera, cada uno de los segmentos acumula cargas cuando se lo conecta a una fuente de ddp. Lo que caracteriza a un capacitor dado es su capacidad eléctrica, que nos indica la carga que acumula dada una determinada ddp. Entonces, si tenemos dos capacitores distintos, el de mayor capacidad acumulará más cargas; esto quiere decir que a la hora de descargar (y siempre que mantengamos la resistencia), aquél con más cargas tardará más en descargar.

Para explicar la variación en el tiempo de descarga merced a la variación de la resistencia debemos recordar el papel de un resistor en un circuito. Un resistor es un dispositivo que ofrece resistencia al paso de la corriente; podemos decir, regula la velocidad con que los electrones se mueven en el circuito. Aclarado esto las conclusiones son explicables: en dos circuitos con capacitores de igual capacidad (es decir, que acumulan la misma cantidad de carga), la diferencia en el tiempo estará dada por el resistor. El circuito cuyo resistor ofrezca mayor resistencia al paso de los electrones tardará más en dejar pasar los electrones del capacitor, por lo que tendrá un mayor tiempo de descarga.

## Segunda parte

### Análisis

A partir de lo visto en la primera parte intentamos armar un circuito rectificador. Los primeros dos gráficos corresponden a un circuito con un diodo y una resistencia de  $1\Omega$ . Lo que se ve en ambos casos es que sólo están presentes las crestas de uno de los dos sentidos de la corriente, esto es: puesto de un lado, el diodo sólo permite el paso de la corriente en el sentido positivo y viceversa. También es interesante ver como las crestas que aparecen son un poco inferiores a las crestas no afectadas por el diodo.

Los gráficos 2 y 3 corresponden a circuitos a los que se les agregó un capacitor, de 10 o de 100 mF respectivamente. El gráfico resultante es, de alguna manera, la superposición de uno de los gráficos vistos en la parte primera del trabajo con el gráfico 1 a de esta segunda parte. En los intervalos en los que el diodo impide el paso de la corriente, el capacitor se descarga y son esas las cargas que logran cerrar el circuito. Nótese que el circuito tarda más en descargarse cuando usamos el capacitor de mayor capacidad, como hubiéramos predicho a partir de los resultados de la primera parte.

El último de los gráficos es el que corresponde al circuito con diodo, capacitor de 100mF y resistor de  $150\Omega$ . Como se puede observar, la corriente alterna que proviene de la fuente fue rectificadas a partir de nuestro circuito. En este último caso, al aumentar la resistencia con respecto al circuito anterior, logramos aumentar el tiempo de descarga del capacitor, por lo que las cargas del mismo alcanzan para mantener la circulación mientras el diodo impide el paso de un sentido de la corriente y hasta que el otro sentido comience a correr.

## Conclusiones

La razón de la diferencia de altura entre las crestas la podemos buscar en el comportamiento del mismo diodo; se mencionó en la introducción cómo este último deja pasar corriente sólo a partir de cierta ddp, lo que implica que siempre que se usa un diodo habrá una caída en la ddp, debido al comportamiento del mismo.

La conclusión primordial de esta segunda parte es que es posible rectificar una corriente alterna si uno construye un circuito que conjugue correctamente las variantes resistencia y capacidad eléctrica. Para construir dicho circuito es menester recordar lo que se hizo en la primera parte, en la que, a modo de conclusión, se extrajo que a mayor capacidad eléctrica y a mayor

resistencia, un capacitor tarda más en descargarse. Este tiempo de descarga es el que va a suplir a la fuente mientras ésta mande corriente en el sentido al que el diodo se opone: por eso es importante que el tiempo de descarga sea el justo.

Como una última conclusión cabe aclarar que este circuito rectificador sirve en principio para la corriente alterna con la que estamos trabajando (220V y 50 Hz), pero si, por ejemplo, la frecuencia fuera mayor, es decir, si hubiera que esperar más tiempo entre cresta y cresta, necesitaríamos que el tiempo de descarga fuera aún mayor, por lo que habría que aumentar o bien la resistencia del circuito o bien su capacidad.