

Experiencias escolares con el osciloscopio

Ramón LÓPEZ GUTIÉRREZ *

Introducción

El poco uso que solemos hacer los profesores del osciloscopio en el desarrollo de nuestra asignatura me ha inducido a elaborar una serie de prácticas que nos ayude a sacarle el máximo partido a un aparato que posee un nivel tan elevado de motivación para el alumno.

Al desarrollar las prácticas he partido de dos hechos generales en mi opinión:

A) Del desconocimiento y miedo del profesorado al uso del osciloscopio, por lo cual en los guiones de cada práctica especifico las posiciones de cada uno de los mandos para el osciloscopio que normalmente se encuentra en los laboratorios de BUP (CEMTYS, modelo 7252-B).

B) Del material existente en los laboratorios, por lo que para el montaje de las prácticas hacemos uso casi exclusivo del material de ENOSA.

Los datos referentes al osciloscopio y potenciómetros usados en las experiencias son orientativos. Cuando se utilicen polímetros hay que tener en cuenta que iremos moviendo el potenciómetro poco a poco, sin que la aguja del polímetro llegue al fondo de la escala.

Al final expongo una bibliografía donde se puede encontrar la teoría física y matemática de las distintas experiencias, así como el fundamento y funcionamiento del osciloscopio.

Las experiencias aparecen divididas en dos grandes grupos, las relativas al sonido y las de corriente eléctrica. Por último, se recomienda la lectura de las

* Profesor agregado de física y química del I. B. «Fernando III», de Martos (Jaén).

instrucciones del osciloscopio, con el fin de obtener el máximo provecho y comprensión de cada montaje.

Sonido: intensidad, tono y timbre

Objetivos

El alumno observará cómo el sonido transformado en impulsos eléctricos mediante el micrófono aparece en la pantalla en forma de onda periódica.

El alumno relacionará la intensidad del sonido con la amplitud de la onda periódica, el tono con la frecuencia y la forma de la onda con el instrumento productor del sonido y, por tanto, con el timbre.

Material a utilizar

Micrófono; puede servir uno de grabación en un cassette normal.
Conexiones para el osciloscopio.
Diapasón (ejemplo: a¹ 440) y mazo de goma.
Tester con capacidad para medir resistencias.

Realización

Se prepara el tester para medir resistencias. En el micrófono suele haber cinco clavijas: una está desconectada, dos son para el interruptor del micro y las dos restantes son activa y masa (la masa suele ser la del centro).

Con el micro en *off*, poniendo el tester para medir resistencias, conectamos la del centro (masa) el tester y vamos probando las demás clavijas; cuando se mueva la aguja del tester y haya chasquido en el micro habremos encontrado la activa.

Conectar la clavija masa del micro con masa del osciloscopio y la activa del micro con la vertical del osciloscopio.

Posiciones de los mandos en el osciloscopio CEMTYS, 7252-B:

- Amplificación vertical (botón superior) = al máximo.
- Amplificación vertical (botón inferior) = xl (máxima señal).
- Selector de barrido = 1.000 c. Frecuencia de barrido = 40.
- Amplitud horizontal = 70; que me ajusta la amplitud de barrido.
- Sincro: Es necesario que la frecuencia de la señal a observar en el eje Y y la aplicada en el eje X guarden una relación constante y exacta, que es generalmente un número entero de valor no muy elevado. Para este fin se usa el selector marcado *sincro*. Se puede colocar para esta práctica en dos posiciones: - INT o + INT, la diferencia en la pantalla es que donde antes aparecía un valle en la segunda posición aparecerá una cresta.

Conectar el osciloscopio a la red; dar brillo y enfocar imagen, situándola en la pantalla con los mandos de posición vertical y horizontal.

Excitando el diapasón más o menos, veremos en la pantalla la mayor o menor amplitud de la onda; este dato lo relacionaremos con la intensidad del movimiento ondulatorio. Este apartado también podemos realizarlo con un diapasón excitado eléctricamente, con lo que conseguimos que las ondas no se amortigüen en el transcurso del tiempo (figura 1).

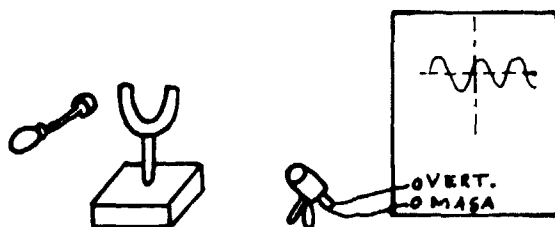


Figura 1

Produciendo un sonido grave y otro agudo (ejemplo: mediante un silbido), podemos ver en la pantalla la relación que existe entre el tono y la frecuencia.

A título orientativo, podemos ver la forma de las ondas producidas por el sonido de distintos instrumentos (flauta, armónica, etc.) y relacionarlas con el timbre.

Pulsaciones

Objetivos

El alumno observará la típica onda de las pulsaciones y comprobará (según los controles del osciloscopio) cómo la frecuencia de éstas es igual a la diferencia entre las frecuencias de las ondas individuales.

Material a utilizar

Dos diapasones (ejemplo: a¹ 440); uno de ellos con masa desplazable. Dos mazos de goma. Micrófono.

Realización

Hacemos el mismo montaje que en la práctica anterior.

Preparamos los dos diapasones de forma que tengan frecuencias muy próximas; esto lo conseguimos variando la masa desplazable en uno de ellos.

Posiciones de los mandos en el osciloscopio:

- Amplificación vertical (botón superior) = máxima.
- Amplificación vertical (botón inferior) = xl (máxima señal).
- Selector de barrido = 100 c. Frecuencia de barrido = 40.
- Amplitud horizontal = 30.

Excitando los diapasones a la vez, observaremos en la pantalla la curva característica de las pulsaciones (figura 2).

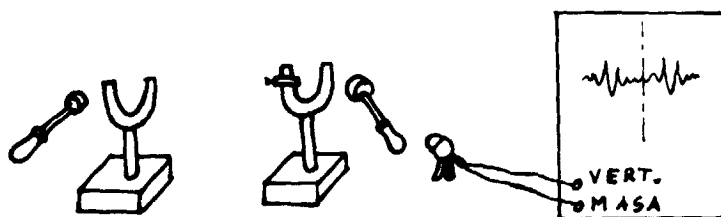


Figura 2

Electricidad.

Condensadores en un circuito de corriente continua.

Corrientes de carga y descarga

Objetivos

El alumno observará cómo el cambio de voltaje que experimenta el condensador al cargarse y descargarse se pone de manifiesto en la pantalla por medio de una onda periódica.

Material

El material a utilizar se especifica en las figuras y es del equipo de Electricidad II o de Electricidad EE. MM. de ENOSA, el generador del «Equipo generador y proyector de ondas continuas en la superficie de los líquidos», SOGERESA y una pila de 4,5 V.

Realización

Se trata de observar en el osciloscopio la carga y descarga de un condensador. El circuito teórico es el de la figura 3, con un interruptor S que cambia alternativamente de posición y está en cada contacto, un tiempo igual a varias veces la constante de tiempo del circuito (RC).

El condensador es electrolítico de $25 \mu\text{F}$, y se debe conectar su armadura + con el + de la pila, teniendo cuidado de no poner los polos de distintos signos enfrentados. El circuito práctico sería el de la figura 4.

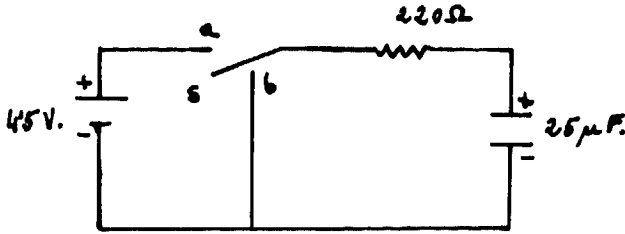


Figura 3

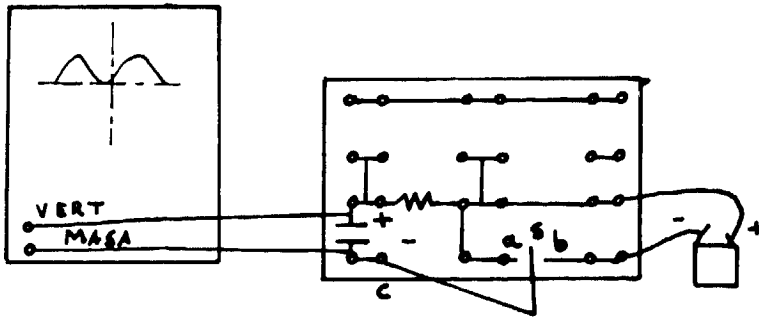


Figura 4

El problema de este montaje está en conseguir el interruptor S con las características indicadas anteriormente. La construcción sería: se toma un soporte de balanza magnética, una lámina metálica de pila de petaca (la de mayor longitud) y tres tornillos con sus respectivas tuercas, obtenidos de los portalámparas del equipo de Electricidad Elemental de ENOSA. Se monta según figura 5.

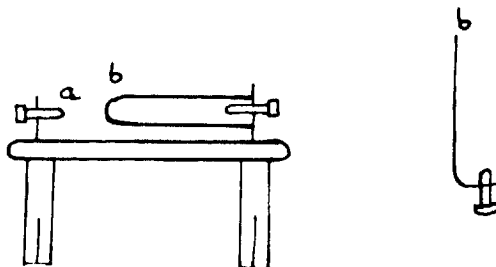


Figura 5

El interruptor S lo obtenemos con el generador de impulsos antes citado de Sogeresa, una abrazadera de plástico de las que se utilizan para fijar el cable de antena de televisión, lámina metálica grande de pila de petaca y un cable con clavija en uno de sus extremos; todos los elementos unidos entre sí, según figura 6.

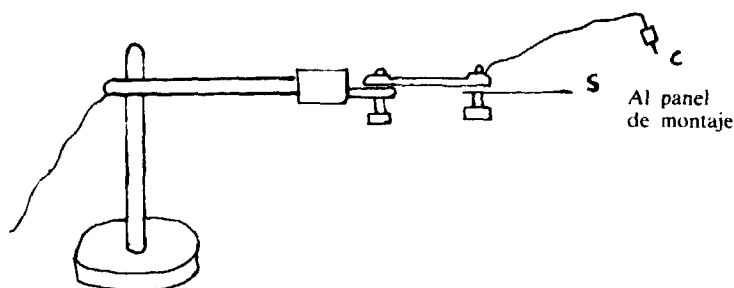


Figura 6

Este interruptor produce de forma conveniente los contactos alternativos de S en a y b; pero tiene la desventaja de que no permanece en cada contacto varias veces la constante de tiempo del circuito. Por este motivo, la figura que aparece en el osciloscopio no es la presentada en la figura 4, sino la de la figura 7.

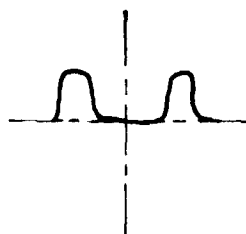


Figura 7

Posiciones de los controles del generador de impulsos y osciloscopio:

- Generador de impulsos: Posición lenta y frecuencia al máximo.
- Osciloscopio:
 - Amplificación vertical (botón superior) = 70.
 - Amplificación vertical (botón inferior) = x100.
 - Amplificación horizontal = 50.
 - Selector de barrido = 100. Frecuencia de barrido = 50.
 - Sincro = + INT o - INT.

Finalmente, conectamos el osciloscopio a la red, dejamos que se establezca la traza horizontal; y las entradas vertical y masa del osciloscopio a las armaduras del condensador, según figura 4.

Con un mecanismo más perfecto para el interruptor S, deberíamos obtener perfectamente las curvas características de carga y descarga del condensador en el osciloscopio.

Circuito RLC

Objetivos

El alumno comprueba experimentalmente el desfase entre la tensión e intensidad en un circuito RLC.

Material a utilizar

El material es de ENOSA (Electricidad II o Prácticas de Electricidad EE.MM.) y se especifica en la figura 8. Además necesitamos un tester y dos pares de conexiones para el osciloscopio. El montaje del circuito podemos encontrarlo en los manuales de ENOSA anteriormente citados.

Realización

Montamos el circuito de la figura 8. Ponemos un potenciómetro a la salida de la fuente (30 V c.a.) para adecuar al osciloscopio los potenciales que medimos. El cursor del potenciómetro lo situamos aproximadamente en la división 5.

Conectamos las entradas del osciloscopio según la figura 8.

Los mandos del osciloscopio Cemtys 7252-B los situamos en las posiciones:

- Amplificación vertical (botón superior) = 40.
- Amplificación vertical (botón inferior) = $\times 100$.
- Amplificación horizontal = 5. Selector de barrido = EXTR.

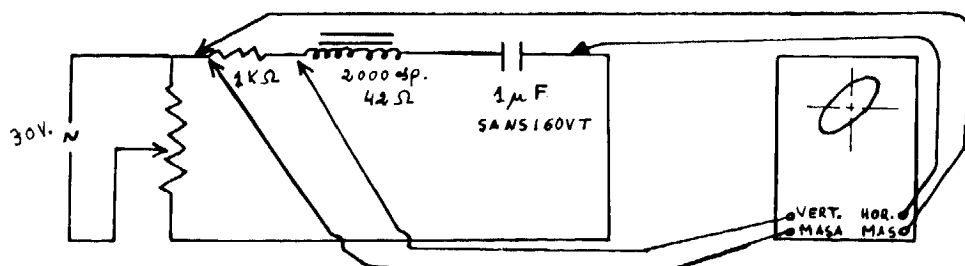


Figura 8

Conectamos la fuente y el osciloscopio a la red; damos brillo, enfocamos y centramos la imagen en la pantalla. La figura obtenida es una elipse descuadrada respecto a los ejes principales de la pantalla. El desfase entre la intensidad y el potencial entre los extremos del circuito lo calculamos según el método XY: figura 9.

$$\text{sen } D = A / B = 4,8 / 6, \text{ luego } D = 53,13^\circ$$

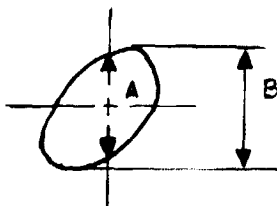


Figura 9

Esto nos indica que la señal vertical (V_R me indica la fase de la intensidad, por estar en R el potencial y la intensidad en fase) se encuentra desfasada $53,13^\circ$ respecto a la horizontal (voltaje entre los extremos del circuito).

Normalmente este resultado no es correcto, pues este desfase está enmascarado con el desfase intrínseco que tienen las dos entradas del osciloscopio. Calculemos este desfase: conectamos las entradas del osciloscopio según la figura 10; cortocircuitamos las dos entradas de masa y la entrada vertical y horizontal. La señal puede ser la misma del circuito que estamos utilizando (d.d.p. entre los extremos de la resistencia y el condensador).

Posiciones de los controles en el osciloscopio:

- Amplificación vertical (botón superior) = al mínimo.
- Amplificación vertical (botón inferior) = $\times 100$.
- Amplificación horizontal = máxima.
- Sincro = EXT. Sincro EXT = mínimo.
- El cursor del potenciómetro aproximadamente en el 6.

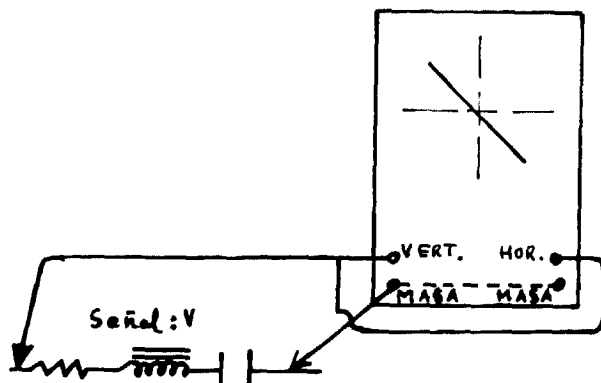


Figura 10

Con estas posiciones conseguimos que la señal tenga el mismo valor para cada entrada.

Conectamos la fuente y el osciloscopio a la red; enfocamos, damos brillo y centramos la imagen en la pantalla. La imagen obtenida es una recta inclinada 45° y situada en el $2.^\circ$ y $4.^\circ$ cuadrante; lo que nos dice que el osciloscopio con el que trabajamos tiene un desfase de 180° . Este desfase puede variar de unos osciloscopios a otros, e incluso en el mismo, cuando la medida se hace en distinto tiempo.

La diferencia de fase entre dos señales aplicadas sería igual al ángulo de desfase obtenido, menos la diferencia de fase intrínseca del osciloscopio con el que estamos trabajando. Para nuestro caso particular:

Dif. de fase = $53,13 - 180 = -126,87$ o también $53,13$.

El desfase se hubiera visualizado mejor si nuestro osciloscopio tuviera dos trazas; de esta forma, aparecerían en la pantalla dos ondas por separado y podríamos apreciar cualitativamente mejor el desfase, aunque el método que hemos utilizado por exigencias del osciloscopio es más exacto.

Por último, nos queda comprobar el resultado obtenido: $\tan D = V_L - V_C / V_R$. Con el tester medimos: $V_R = 19,5 \text{ V}$; $V_L = 27,2 \text{ V}$; $V_C = 60 \text{ V}$; luego $\tan D = 27,2 - 60 / 19,5 = -1,68$; $D = -52,27^\circ$, que equivale a un desfase en valor absoluto de $52,27^\circ$, prácticamente igual al obtenido, salvo errores de medida e instrumentación. De igual forma podríamos haber obtenido el desfase mediante $\sin D = V_L - V_C / V$.

También podríamos haber montado prácticas análogas para calcular el desfase entre la intensidad y la tensión en circuitos R, RC y RL.

Rectificación de la corriente alterna. Rectificación de media onda mediante válvula

Objetivos

El alumno comprueba la alternancia en el signo del potencial, correspondiente al doble sentido de circulación de la corriente alterna; y el único signo del potencial en la corriente rectificada, correspondiente al único sentido de circulación de esta corriente.

Material a utilizar

El correspondiente a la práctica «rectificación de corriente» de Electricidad II o de Electricidad EE.MM., ambos equipos de ENOSA. Además un par de conexiones aisladas para el osciloscopio.

Realización

a) Primeramente vamos a observar la corriente alterna; para ello tomamos la fuente de alimentación de ENOSA y conectamos según figura 11, con los mandos del osciloscopio en las siguientes posiciones:

- Amplificación vertical (botón superior) = 30.
- Amplificación vertical (botón inferior) = $\times 100$.

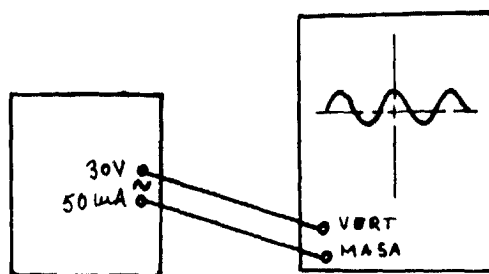


Figura 11

- Amplificación horizontal = 90.
- Selector de barrido = 100. Frecuencia de barrido = 50.
- Sincro = + INT o - INT.

Hecho el montaje, conectamos el osciloscopio; esperamos que la traza horizontal se estabilice y conectamos la fuente de alimentación a la red.

b) Observemos la corriente rectificadora de media onda: Montamos la práctica de ENOSA citada en el material a utilizar, cuyo esquema sería el de la figura 12. El potenciómetro P de ENOSA está conectado por sus bornes de utilización.

- Punteamos P y G del panel de curvas características para que la válvula actúe como diodo.
- El potenciómetro P regula la tensión de placa y el P₁ la intensidad de placa.

La corriente rectificadora de media onda podemos observarla haciendo las conexiones de la figura 12 y manteniendo los controles del osciloscopio en las mismas posiciones que el apartado a.

Rectificación de media onda mediante diodo de cristal

Material a utilizar

Es de ENOSA y se especifica en las figuras 13 y 14.

Realización

a) Corriente alterna sin rectificar. El montaje sería el de la figura 13.

Conectamos la fuente y el osciloscopio a la red, con los controles del potenciómetro y del osciloscopio en las posiciones:

- Amplificación vertical (botón superior) = 40.
- Amplificación vertical (botón inferior) = $\times 100$.
- Amplificación horizontal = 90.
- Selector de barrido = 100. Frecuencia de barrido = 50.
- Sincro = + INT o - INT.

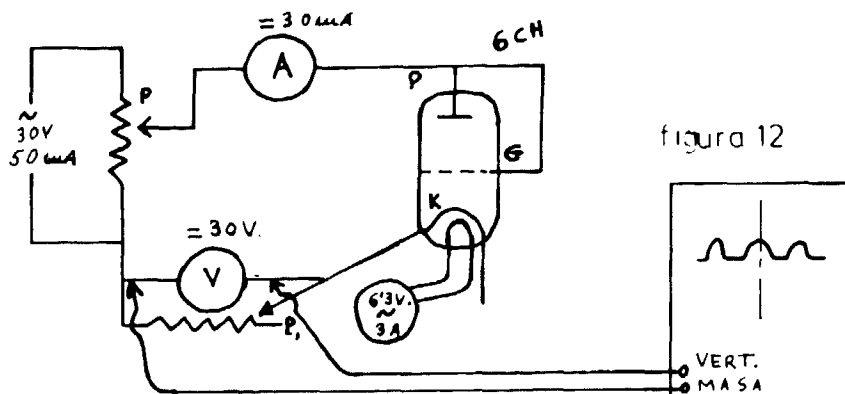


Figura 12

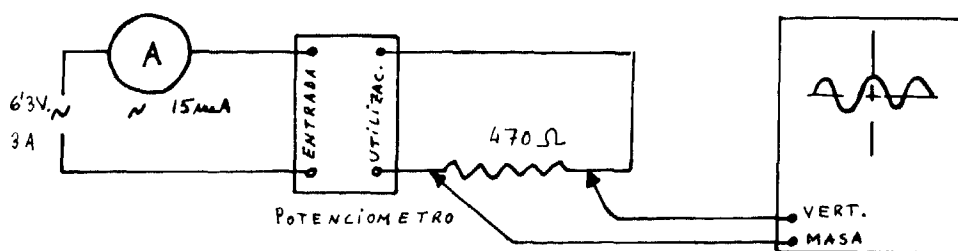


Figura 13

b) El montaje para la rectificación de media onda es el de la figura 14: El diodo puede ser de Si o Ge del equipo de Electricidad EE.MM. de ENOSA.

Los controles del potenciómetro y osciloscopio estarán en las siguientes posiciones:

- Potenciómetro = 20.
- Amplificación vertical (botón superior) = 20.
- Amplificación vertical (botón inferior) = $\times 10$.
- Amplificación horizontal = 90.
- Selector de barrido = 100. Frecuencia de barrido = 50.
- Sincro = + INT o - INT.

Conectamos el osciloscopio, dejamos que se estabilice y hacemos lo mismo con la fuente de alimentación: observamos así la corriente rectificada de media onda.

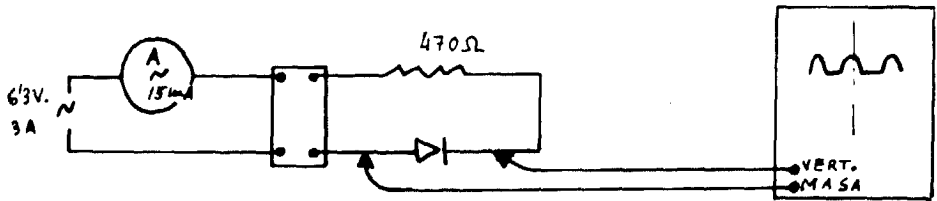


Figura 14

Rectificación de onda completa mediante diodos

Material

El material se especifica en la figura 16 y es del equipo de Electricidad EE.MM. de ENOSA.

Realización

El circuito teórico es el de la figura 15; observamos que en la resistencia circula la corriente siempre en el mismo sentido. El circuito práctico es el de la figura 16. Los diodos pueden ser de Si o Ge.

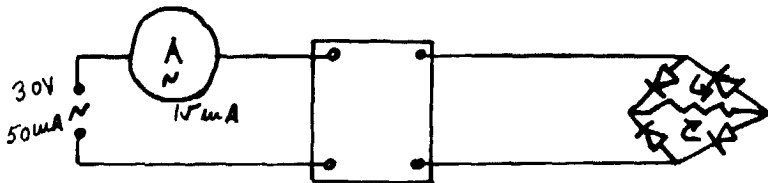


Figura 15

a) La corriente sin rectificar la podemos observar conectando el osciloscopio a las hembras de utilización del potenciómetro.

Los controles del potenciómetro y osciloscopio los situamos en las posiciones:

- Potenciómetro = 18.
- Amplificación vertical (botón superior) = 50.
- Amplificación vertical (botón inferior) = $\times 100$.
- Amplificación horizontal = 90.
- Selector de barrido = 100. Frecuencia de barrido = 50.
- Sincro = + INT o - INT.

Conectamos el osciloscopio a la red, esperamos que se estabilice; hacemos lo propio con la fuente de alimentación y observamos la corriente alterna sinusoidal.

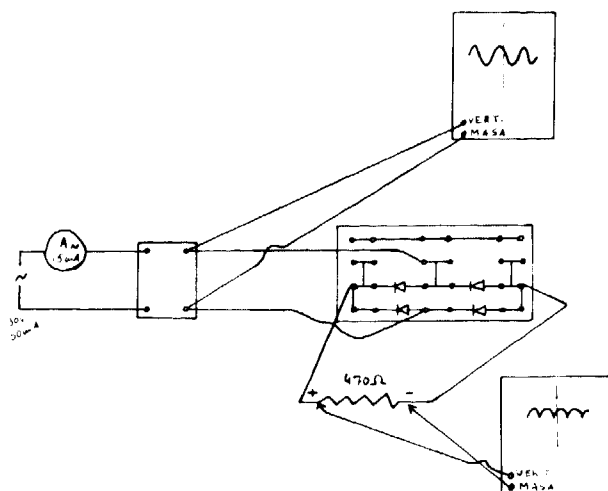


Figura 16

b) La corriente doblemente rectificada la podemos observar conectando el osciloscopio según la figura 16, entre los extremos de la resistencia. El potenciómetro y el osciloscopio conservarán sus controles en las mismas posiciones; así podremos observar la corriente rectificada de onda completa.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M., y Edward J. FINN. *Física*, vol. I. *Mecánica* y vol. II. *Campos y Ondas*. Fondo Educativo Interamericano. Aguilar, 1971.
- HALLIDAY, D. y R. RESNICK. *Física*, vol. II. México. Compañía Editorial Continental, 1965.
- LENK John D. *Cómo utilizar los osciloscopios*. Madrid. Paraninfo, 1980.
- DE MANUEL TORRES, Esteban, y SALINAS LÓPEZ, Francisco. *Física COU*. Zaragoza, Edelvives, 1978.
- DE MANUEL TORRES, Esteban, AVILÉS MARTÍNEZ, Manuel y MENDOZA EGUARRAS, Antonio. *Prácticas de electrónica para COU*. Granada, ICE. División de Orientación, 1979.
- PORTIS Alan M., HUGH D. Young. *Circuitos eléctricos*. Berkeley Physics Laboratory núm. 6. Barcelona, Reverté, 1974.
- REY PASTOR, J., y DE CASTRO BRZEZICKI A. *Elementos de Matemáticas*. Madrid, SAETA, 1967.
- SOLER, P., y NEGRO, A. *Física práctica básica*. Madrid, Alhambra, 1973.
- WHITE, H. E. *Física Moderna*. Barcelona, Montaner y Simón, 1965.
- Manual de prácticas. Electricidad II*. Madrid, ENOSA, 1972.
- Manual del equipo generador y proyector de ondas continuas en la superficie de los líquidos*, Sogeresa, 1972.

