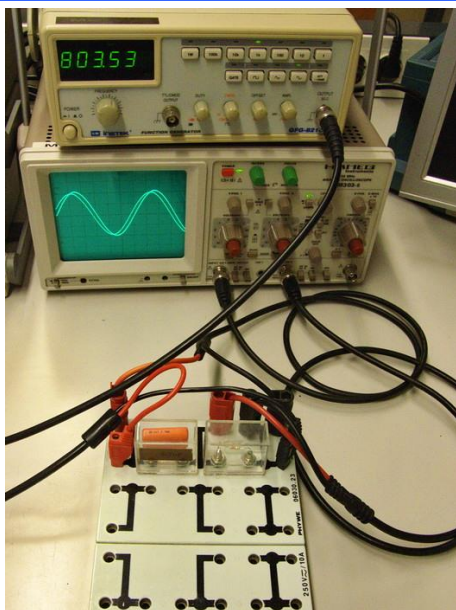


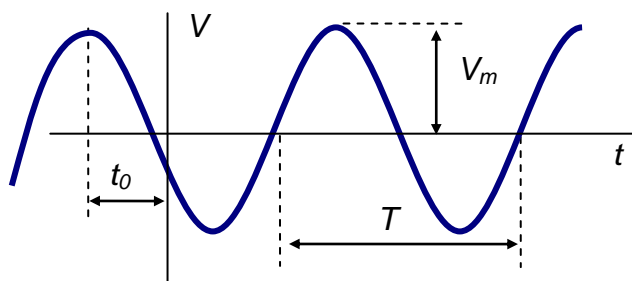
El osciloscopio. Medida de corrientes variables



Hasta este momento, hemos estado trabajando con corriente continua, esto es, una corriente eléctrica que se caracteriza por una intensidad constante en el tiempo, y por lo tanto, por una diferencia de potencial, entre dos puntos cualesquiera, que también lo es. Sin embargo, en numerosas ocasiones nos encontraremos con señales sinusoidales (*corriente alterna*) y señales cuadradas, entre otras.

En las señales sinusoidales la intensidad sigue una expresión dependiente del tiempo y de la forma $i(t) = I_{max}\cos(\omega t + \phi_i)$, y por lo tanto la tensión tendrá una expresión similar: $V(t) = V_{max}\cos(\omega t + \phi_u)$. Aparecen tres parámetros: la intensidad o la tensión máxima o *amplitud de la señal* (I_m o V_m), la *pulsación* (ω) y la *fase inicial* (ϕ_i o ϕ_u).

En la figura se muestra la curva correspondiente a la función sinusoidal, así como los parámetros de la misma. Así, si somos capaces de representar la señal tal como aparece en la figura, la medida de la tensión máxima es inmediata, mientras que la pulsación la podemos conocer a partir de la medida del periodo, T :



conocido el periodo (en segundos), su inversa en la frecuencia en hertzios ($f=1/T$) y la pulsación se calcula a partir de la expresión $\omega = 2\pi f$, siendo su unidad el radian. Si tenemos una única curva, dado que el origen de tiempos es arbitrario, lo más cómodo es hacerlo coincidir con el máximo de la señal y, por lo tanto, fijar en $\phi = 0$ la fase inicial.

Podemos representar una diferencia de potencial alterna, haciendo uso del osciloscopio. El osciloscopio es un voltímetro que mide la variación con el tiempo de la diferencia de potencial entre dos puntos. Tiene la posibilidad de medir dos señales de forma simultánea. En resumen, para su correcto uso e instalación hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Al iniciar la medida, todos los pulsadores han de estar hacia fuera y los botones centrales de los mandos de amplitud y de base de tiempos en su punto de calibración.

- La conexión del circuito con el osciloscopio se realiza a través de un cable mado BNC-bananas. Las dos bananas se conectan a los puntos cuya diferencia de potencial se desea medir. Hay que tener en cuenta que la banana negra, se corresponde con la malla del cable que se une eléctricamente a la masa carcasa del aparato y, por lo tanto, a tierra a través de la conexión externa de la BNC: por lo tanto, la banana negra está conectada a la tierra del laboratorio y este dato hay que tenerlo en cuenta dado que un circuito eléctrico sólo debería tener un nudo conectado a tierra. En caso contrario se produce un cortocircuito entre los nudos conectados a tierra.

Para obtener una señal sinusoidal haremos uso del generador de señales.

ACTIVIDAD 1: Selecciona en el generador la opción sinusoidal y fija en el generador de señales una frecuencia de 800 Hz y una amplitud de 2 V. Para ajustar la amplitud del generador, mídela con el osciloscopio.

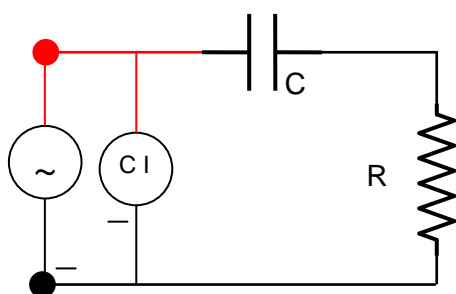


ACTIVIDAD 2. Un multímetro, midiendo señales sinusoidales, mide el valor eficaz de la señal, esto es, el valor máximo o amplitud dividido por raíz de dos. Mide con un multímetro la misma señal medida con el osciloscopio, la tensión entre los bornes del generador. Para ello debes conectar de forma adecuada el multímetro y elegir la opción de medir tensión alterna.

Amplitud medida en el osciloscopio (V_m)	Valor eficaz medido con el voltímetro (V_e)	Valor eficaz calculado $V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$



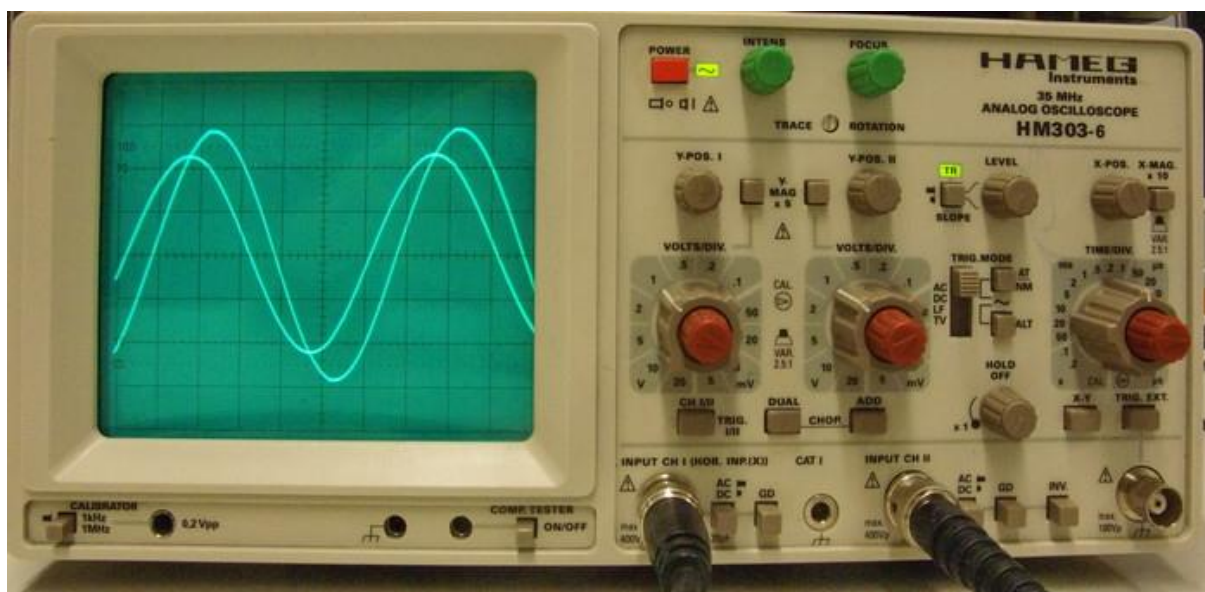
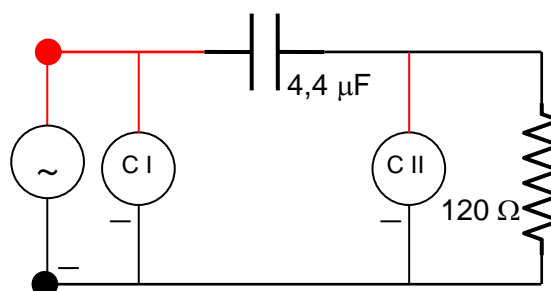
ACTIVIDAD 3: Realiza el circuito de la figura, consistente en un generador de señales, una capacidad de $4,4 \mu\text{F}$ y una resistencia de 120Ω , puestas en serie. Medirás la señal que introduce el generador (la tensión sinusoidal) con un osciloscopio analógico. Para ello conectaremos el canal 1 del osciloscopio entre los terminales del generador. Observa que el generador también se une al circuito con un cable BNC-bananas y que la banana negra está unida a la tierra del laboratorio a través del generador: luego ambas bananas negras deben estar unidas al mismo punto del circuito.



	Amplitud (V)	Periodo (ms)	Frecuencia (Hz)	Pulsación (rad/s)
Canal I				

El osciloscopio, trabajando en forma dual, nos permite visualizar dos señales de forma simultánea y en tiempo real. De esta forma podemos, además de medir cada una de las señales conocer el desfase entre ambas. Dado que el osciloscopio mide diferencias de potencial, para conocer la intensidad que circula bastará con medir la diferencia de potencial entre los extremos de una resistencia conocida, para a continuación aplicar la ley de Ohm. Si en la medida anterior hemos medido la tensión de entrada al circuito con el canal 1, si conectamos el canal 2 en bornes de la resistencia podremos conocer la intensidad que circula por el mismo.

Sin desmontar el circuito anterior, conectaremos el canal dos del osciloscopio entre los terminales de la resistencia. Tened en cuenta que la banana negra del cable conectado al canal 2 está conectada a su vez a la masa del aparato y a la tierra del circuito, por lo que se debe conectar al mismo punto en el que se han conectado el resto de bananas negras, esto es, a la tierra del circuito.



ACTIVIDAD 4: Una vez montado el circuito, selecciona el canal 2 y mide los valores de la amplitud y la pulsación de la tensión en bornes de la resistencia. Comparálos con los valores hallados anteriormente para la tensión de entrada al circuito (canal 1):

	Amplitud	Periodo	Frecuencia	Pulsación
V entrada (canal 1)				
V resistencia (canal 2)				

Hasta aquí has estudiado cada tensión por separado. Pero si las representas juntas (modo dual) verás que una aparece retrasada respecto de la otra: existe un desfase entre ambas, dado que las fases iniciales de ambas señales son diferentes.

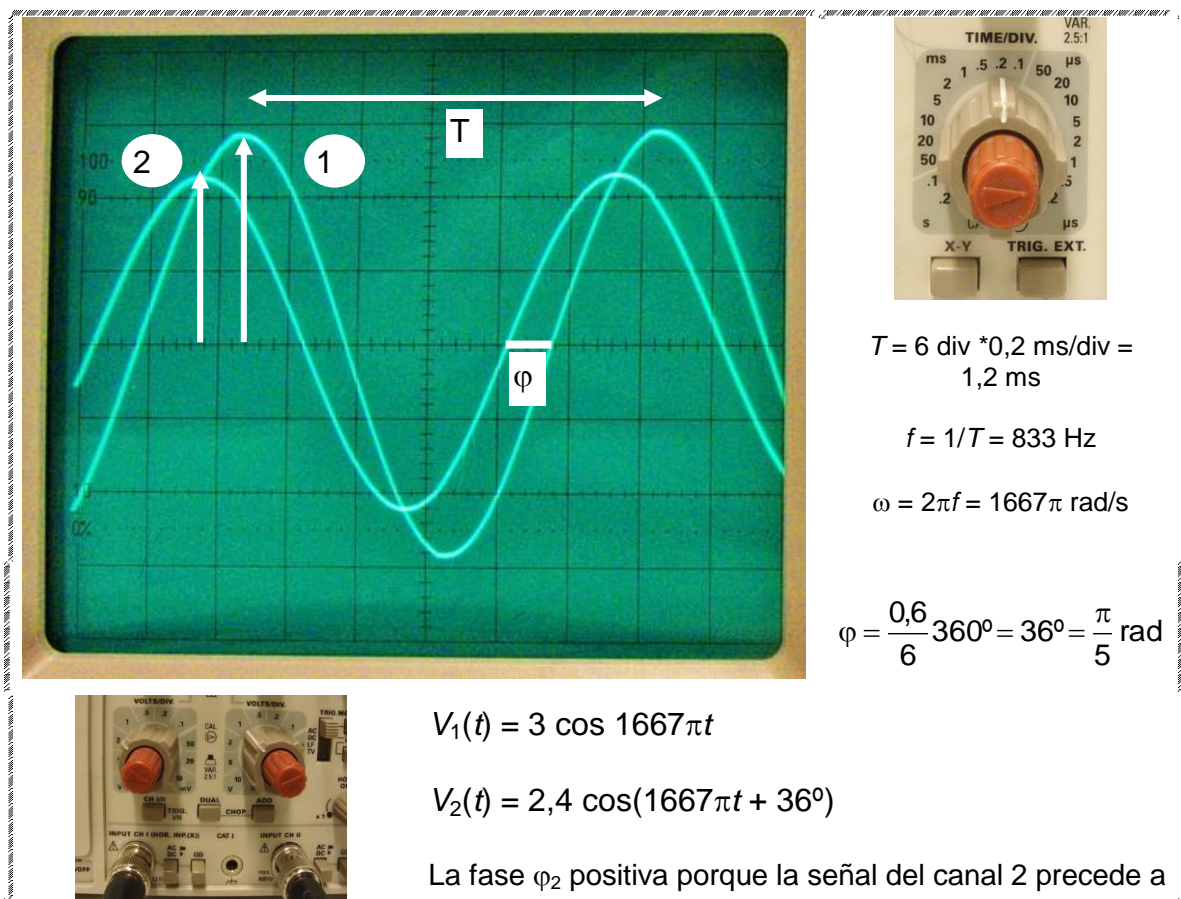
Para poder conocer el comportamiento del circuito es muy importante medir este desfase. Tendremos dos formas para hacerlo. Una primera forma de medida del desfase será a partir de la representación de ambas señales juntas. Para ello debes poner el osciloscopio en *forma dual*: aparecerán en pantalla ambas señales en un mismo eje de tiempos.

Si llamamos d al intervalo de tiempo de separación entre las dos señales expresado en divisiones, y D al periodo, también en divisiones, podemos plantear la siguiente proporción:

$$\frac{d}{D} = \frac{\varphi}{360}; \quad \varphi(^{\circ}) = 360 \frac{d}{D}$$

Ejemplo:

Supongamos que las curvas medidas en el canal 1 y en el canal 2 son las de la figura, con los controles en la posición que se indica:

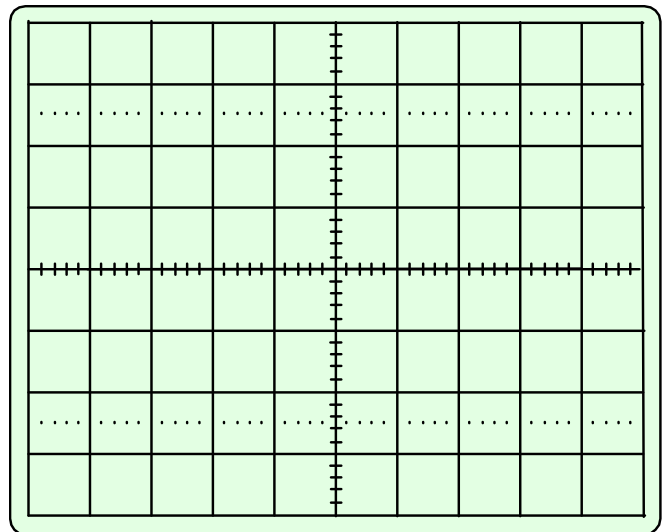


$$V_{1\max} = 3 \text{ div} * 1 \text{ V/div} = 3 \text{ V} \quad \text{la del canal 1}$$

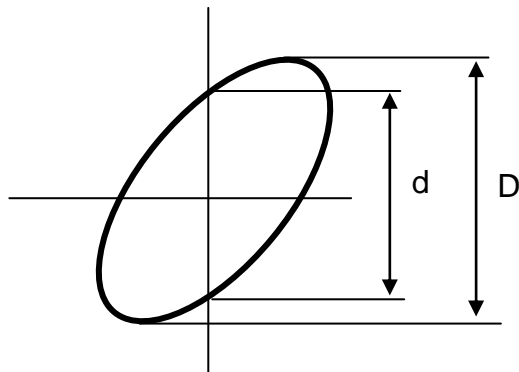
$$V_{2\max} = 2,4 \text{ div} * 1 \text{ V/div} = 2,4 \text{ V}$$

ACTIVIDAD 5. Mide el desfase de ambas señales por el método “dual”. Dibuja en el gráfico las señales visualizadas en pantalla y desarrolla claramente todo el proceso de cálculo. Recuerda que en el dibujo las escalas de ambas señales deben ser las mismas y obtén el desfase en grados. Teniendo en cuenta que la hemos tomado el origen de tiempos de tal forma que la fase inicial de la señal de entrada al circuito (canal 1) sea nula, escribe el valor de la fase inicial de la tensión en bornes de la resistencia (canal 2) con su signo correspondiente:

$$\varphi_2 =$$

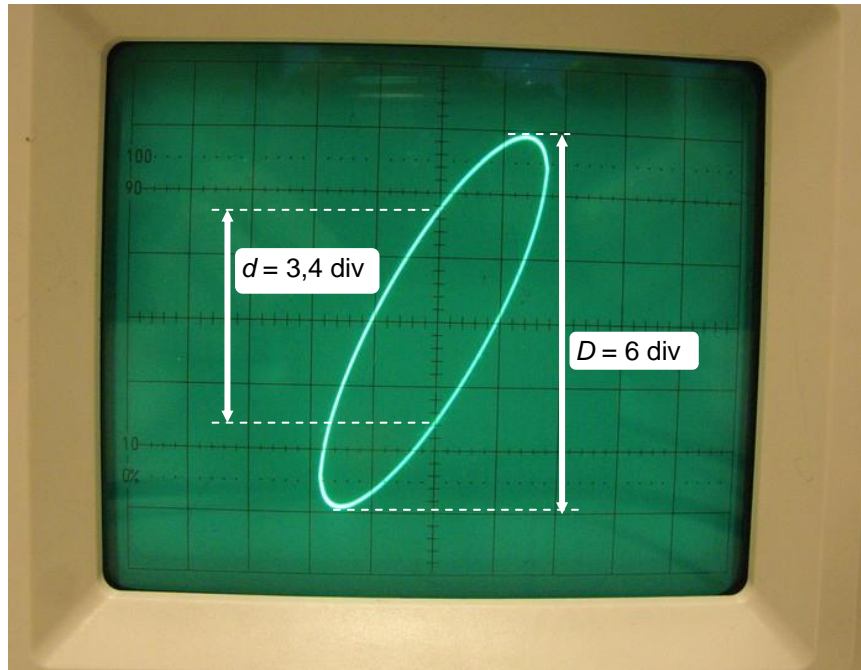


La otra forma de cálculo se realiza a partir de las figuras de Lissajous. Éstas aparecen en la pantalla del osciloscopio al representar en el eje de ordenadas la señal del canal 1 y en el de abscisas la señal del canal 2. Para ello, teniendo seleccionada la señal del canal 1 en la forma normal, se presiona la tecla XY. Aparecerá en pantalla una elipse inclinada cuya anchura dependerá del valor del desfase entre ambas señales. Una vez centrada la elipse con los ejes de referencia, se puede demostrar que el desfase se puede calcular a partir de la expresión:



$$\varphi = \arcsen\left(\frac{d}{D}\right) \quad \text{donde } D \text{ y } d \text{ son las distancias señaladas en la figura.}$$

Ejemplo:



$$\varphi = \arcsin \frac{d}{D} = \arcsin \frac{3,4}{6} = 34,5^\circ$$

No podemos conocer el signo del desfase a partir de las figuras de Lissajous (el signo afectará únicamente al sentido de giro del punto en la pantalla, sólo visible a bajas frecuencias).

ACTIVIDAD 6. Calcula el desfase de ambas señales a partir de la figura de Lissajous. Dibuja en el gráfico la figura de Lissajous visualizada en pantalla y desarrolla claramente el proceso de cálculo. Obtén el desfase en grados.

Coloca en la siguiente tabla los valores hallados por ambos métodos:

	Valor de $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ en grados
Método dual	
Lissajous	

ACTIVIDAD 7. El valor del desfase depende tanto de la frecuencia como de los elementos que conforman el circuito. Una forma de visualizar rápidamente los cambios en el valor de φ es a partir de las figuras de Lissajous. Entonces, con la figura de Lissajous en la pantalla modifica considerablemente el valor de la frecuencia de la señal de entrada, llegando a valores muy superiores a los 800 Hz.

ACTIVIDAD 8. Mide el valor del desfase a 200, 800 y 2500 Hz y completa la tabla siguiente:

	200 Hz	800 Hz	2500 Hz
φ ($^\circ$)			

ACTIVIDAD 9. Estudiaremos también como se modifica el desfase al variar la resistencia del circuito. Para ello mediremos el desfase para tres resistencias diferentes, de 22 Ω , 120 Ω y 1500 Ω , con la frecuencia de 800 Hz y colocaremos los valores obtenidos en la tabla siguiente:

	22 Ω	120 Ω	1500 Ω
φ ($^\circ$)			

¿Qué sucede con el desfase al aumentar la resistencia (o el carácter resistivo) del circuito? ¿Qué crees que sucedería si en vez de una resistencia y un condensador, únicamente tuviésemos una resistencia en el circuito?

http://personales.upv.es/jquiles/PracticasFFI/hojaexcel_osciloscopio.xls