

GRADO EN INGENIERÍA DE COMPUTADORES Y GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

LABORATORIO DE FÍSICA

PRÁCTICA 1

OSCILOSCOPIO

Relación de material:

Osciloscopio
Generador de señales de frecuencia variable: Oscilador
Transformador
Cables con bananas

OBSERVACIONES:

Antes de comenzar el experimento comprobar que todo el material que aparece en la relación se encuentra en la mesa de trabajo. Al finalizar dejar el puesto ordenado y limpio, volviendo a comprobar que todo el material está en su lugar y listo para ser utilizado de nuevo. Al finalizar desconectar todos los aparatos.

Se entregará solamente la parte final correspondiente al resumen de resultados (a partir de la página 14).

PRÁCTICA 1: MANEJO DEL OSCILOSCOPIO

Objetivos

- a) Aprender a manejar el osciloscopio para medir diferencias de potencial (amplitudes) y periodos (frecuencias) de diferentes señales que varían de forma sinusoidal con el tiempo.
- b) Aprender a seleccionar una señal determinada de un generador de señales de corriente alterna.
- c) Determinar la frecuencia de una señal de corriente alterna a partir de la comparación con otra de frecuencia conocida, mediante la visualización de la correspondiente figura de Lissajous.

1.- INTRODUCCIÓN

El osciloscopio es un aparato que se utiliza comúnmente para visualizar y estudiar diferencias de potencial que varían con el tiempo de la forma:

$$V(t) = V_0 \cos \omega t \quad (1)$$

donde: V_0 es la amplitud de la señal oscilatoria, ωt la fase y ω la frecuencia angular.

La representación gráfica de $V(t)$ en función del tiempo t se muestra en la Fig. 1

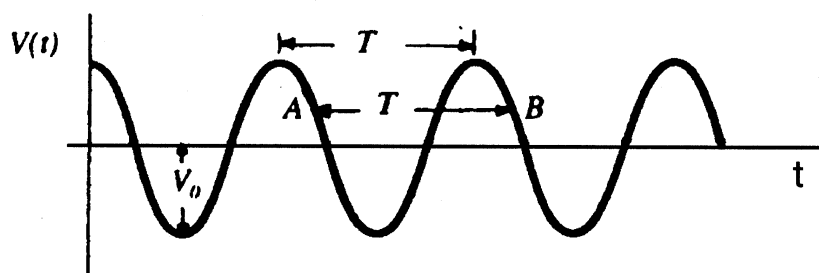


Fig. 1

El periodo (T) es el intervalo de tiempo que existe entre dos puntos que se encuentran en el mismo estado de oscilación (por ejemplo, entre dos máximos o dos mínimos consecutivos). La frecuencia angular (ω) está relacionada con el periodo (T) y con la frecuencia (ν , número de oscilaciones en la unidad de tiempo) de la forma:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu \quad (2)$$

Las unidades de ω son rad/s, las de T son s y las de ν son ciclos/s⁻¹ = hercios (Hz). Dado que radianes y ciclos son unidades adimensionales, también es posible expresar ω y ν simplemente en s⁻¹.

Por tanto, para determinar de forma completa la señal, es decir, para conocer el valor de la diferencia de potencial en cualquier instante de tiempo, es necesario conocer V_0 (amplitud) y ω (frecuencia angular). Estas dos magnitudes no se miden directamente a partir de la visualización de la señal oscilatoria en el osciloscopio.

En el osciloscopio se mide de forma directa la diferencia de potencial entre un máximo y un mínimo y así se mide el voltaje pico a pico y esta magnitud está relacionada con la que se desea conocer V_0 por la relación $V_0 = V_{pp}/2$.

En el osciloscopio se mide de forma directa el periodo (T) y a partir de la relación $\omega = 2\pi/T$ se determinará la magnitud deseada ω .

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

2.1. OSCILOSCOPIO

El funcionamiento del osciloscopio se fundamenta en la desviación que sufre un haz de electrones (como partículas cargadas que son) cuando entra en una región del espacio en la que existe un campo eléctrico, incidiendo finalmente en una pantalla fluorescente en la que brilla el lugar de impacto. Como muestra la Fig. 2, un osciloscopio consta básicamente de:

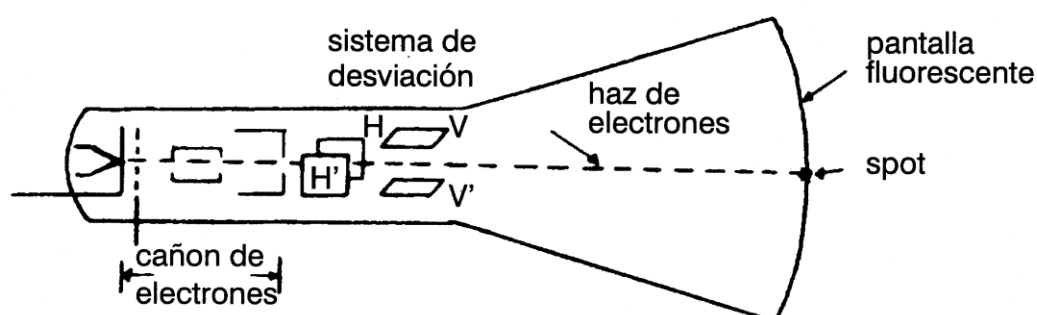


Fig.2

Tubo de rayos catódicos. - Un tubo al que se le ha hecho el vacío, encargado de emitir electrones y que éstos salgan focalizados formando un haz estrecho, el cual, si no se viera desviado, incidiría en el centro de la pantalla.

Sistema de desviación del haz. - Formado por dos pares de placas conductoras: uno de desviación horizontal (H y H') y otro de desviación vertical (V y V'). Cada par de placas conductoras constituye fundamentalmente un condensador plano.

Pantalla fluorescente. - Que transforma la energía cinética del haz que incide sobre ella en energía luminosa, dando lugar a la aparición en la pantalla de un punto brillante llamado spot. Puesto que el spot se forma en el punto de incidencia del haz, graduando la pantalla podemos medir la desviación producida y tener así información sobre los campos aplicados, o las diferencias de potencial aplicadas, entre las placas HH' y VV'.

Amplificadores de desviaciones horizontal y vertical. - Encargados de aumentar el valor de la señal aplicada para conseguir una desviación apreciable en la pantalla para que pueda medirse. Ambos pueden trabajar con diferentes niveles de amplificación, es decir, diferentes factores de escala que pueden elegirse a voluntad accionando el botón correspondiente.

Base de tiempos. - Formada por un conjunto de circuitos que produce una señal periódica cuya tensión varía linealmente con el tiempo (en forma de diente de sierra). Existe la opción de desconectar dicha base de tiempos (que se verá más adelante); en ese caso, esa tensión se aplica entre las placas de desviación horizontal HH'.

Sistema de sincronismo. - Que permite obtener fija en la pantalla la imagen de la señal en estudio.

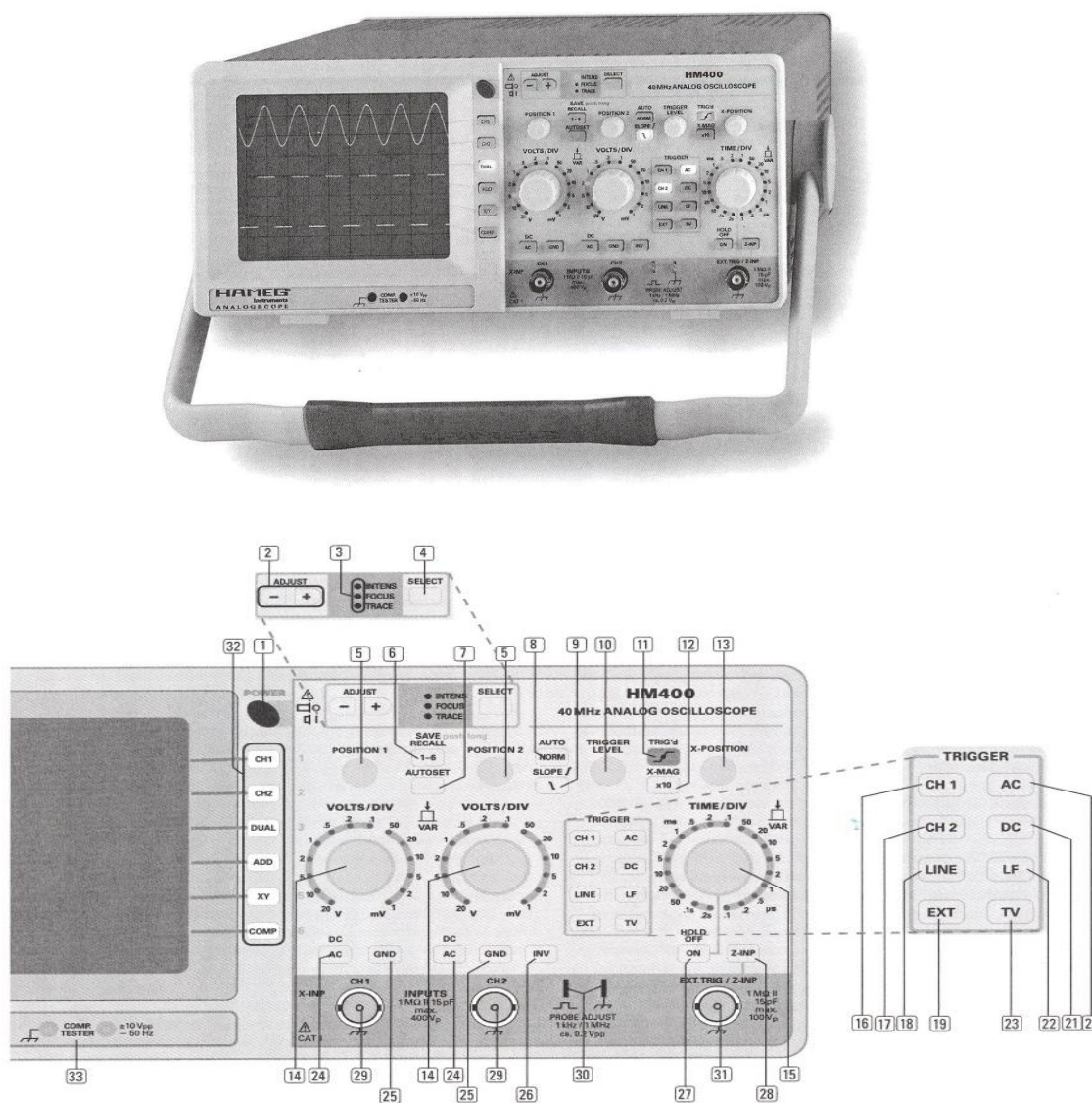


Figura 3. Controles del osciloscopio

CONTROLES BÁSICOS.

Descripción de los distintos controles que aparecen en el panel frontal de cualquier osciloscopio.

POWER. [1] Es el interruptor de encendido-apagado del osciloscopio. Cuando el osciloscopio esté encendido se iluminará el piloto.

INTENSITY [3] Ajusta el brillo de la señal sobre la pantalla. Debe mantenerse una intensidad baja, suficiente para que pueda verse cómodamente el spot o la señal en la pantalla.

FOCUS [3] Controla el enfoque del spot o de la señal sobre la pantalla con el objeto de que aparezca nítidamente.

TIME/DIV. Permite seleccionar la velocidad de desplazamiento horizontal del spot en la pantalla. Nos indica el tiempo que invierte el spot en recorrer una división de la pantalla durante su barrido horizontal. Está calibrado en diferentes rangos, tiempos que van desde los microsegundos hasta algunas décimas de segundo.

El mando *TIME/DIV* posee un botón central *VARIABLE*, que permite un ajuste fino del tiempo de barrido. En la posición *CAL* queda calibrado, coincidiendo en ese caso con el indicado por el selector *TIME/DIV*. Será el modo en el que trabajemos en esta práctica.

CANAL 1 (CH1) y CANAL 2 (CH2). Cada uno de ellos posee una entrada a la cual se puede conectar, mediante un conector BNC, la señal generada externamente que queramos estudiar. Existen diferentes posibilidades de trabajo:

- a) señal en canal 1 con base de tiempos conectada.
- b) señal en canal 2 con base de tiempos conectada.
- c) una señal en el canal 1 y otra en el canal 2 con base de tiempos conectada.

En cualquiera de estos casos, los canales 1 y 2 hacen de eje Y, es decir, la diferencia de potencial correspondiente a la señal en estudio es conectada a las placas de desviación vertical del osciloscopio. La base de tiempos hace de eje X (Fig. 1).

d) una señal en el canal 1 y otra en el canal 2 con la base de tiempos desconectada. En este caso hay que activar el modo X-Y. La señal aplicada en el canal 1 hace de eje Y y la del canal 2 hace de eje X. De esta forma podemos ver la composición en el plano X-Y de las dos señales dependientes del tiempo.

POSITION del CANAL 1 y del CANAL 2. Permiten ajustar la posición vertical de la señal que tenemos en el canal 1 o en el canal 2 respectivamente. Cuando el canal 2 funcione como eje X, su mando *POSITION* servirá para ajustarla horizontalmente.

POSITION de la base de tiempos. Sirve para ajustar las señales horizontalmente.

AC-GND-DC del CANAL 1 y del CANAL 2. Sirve para seleccionar el cómo queremos que sea tratada por el osciloscopio la señal que entra en el canal 1 o 2 respectivamente.

AC - elimina la visualización de cualquier componente de corriente continua de nuestra señal. Por tanto, es el modo apropiado para visualizar señales variables con el tiempo. Será el modo en el que trabajemos en esta práctica.

GND - en pantalla aparece una traza que nos dará el nivel cero de tensiones en corriente continua.

DC - en este modo, la señal que entra en el canal es directamente amplificada y permite visualizar la señal en su totalidad.

VOLTS/DIV del CANAL 1 y del CANAL 2. Indica el factor de escala de desviación vertical con el que se está visualizando la señal introducida en el canal 1 o 2 respectivamente. Está calibrado en diferentes rangos cuyo valor está indicado en el panel. Disminuyendo el valor del factor de escala se conseguirá aumentar el desplazamiento del spot y, por tanto, visualizar mejor el efecto de aplicar la diferencia de potencial entre las placas verticales. Se elegirá el factor de escala más pequeño que permita a su vez visualizar de forma completa la señal.

2.2. OSCILADOR DE FRECUENCIA VARIABLE O FRECUENCÍMETRO

Un generador de señales, como su propio nombre indica, es un aparato capaz de producir señales de una cierta frecuencia dentro de un cierto rango de frecuencias; asimismo, permite variar la amplitud de la señal generada. Seremos nosotros los que seleccionaremos tanto la frecuencia como la amplitud de la señal a generar por el frecuencímetro.

Aunque existe una gran variedad de ellos en función del rango de frecuencias para el que está diseñado que genere señales (de audio, de radio frecuencia, de muy alta frecuencia, de microondas, etc.), el que manejaremos en el laboratorio es un generador de audio frecuencia (desde algunos Hz hasta decenas de kHz). Además, puede generar señales de dos tipos: de forma cuadrada y de forma sinusoidal.

2.2.1. Controles básicos. - A continuación, describiremos los principales mandos que aparecen en el panel central del aparato.

POWER. Es el interruptor de encendido-apagado del aparato. En la posición ON lucirá el piloto que se encuentra a la izquierda.

ATT (dB). Es un conmutador que posee tres posibles posiciones (3 posibles niveles de atenuación) y que permite que la señal generada por el aparato sea la máxima (posición 0 dB), 10 veces inferior (posición -20 dB) o 100 veces inferior (posición -40 dB).

OUTPUT. Entre éste y el conector hembra contiguo, saldrá la señal del generador. Dicho conector hembra está unido internamente a tierra y habrá que tener cuidado de conectar siempre éste con todas las tierras de nuestro circuito.

WAVE FORM. Nos permite seleccionar la forma, cuadrada o sinusoidal, de la señal a generar.

FREQ RANGE. Es un conmutador de 4 posiciones cambia el rango de frecuencias señalada en el dial.

FREQUENCY. Es el control que, dentro del rango seleccionado, mediante FREQ RANGE, permite variar la frecuencia de la señal generada cuyo valor puede verse en el dial.

Hay que poner especial cuidado en que por los conectores de tierra y OUTPUT no llegue señal alguna al generador (no unirlos nunca con la red) ni introducir un cable que pueda estar unido a tierra por la salida OUTPUT.

2.3. TRANSFORMADOR

La señal que proviene de la red, con la que se alimentan los aparatos eléctricos, es una señal de la forma dada por la expresión (1). Sin embargo, esta diferencia de potencial es demasiado elevada para ser conectada directamente al osciloscopio con objeto de medir su amplitud V_0 . Para reducir su amplitud hasta un valor tolerable por el osciloscopio se utiliza el transformador.

3.-MÉTODO EXPERIMENTAL

Antes de comenzar lo que es propiamente el método experimental, expondremos cuál es el esquema de trabajo que deberá seguirse para medir una señal mediante su visualización en la pantalla del osciloscopio.

3.1. Encendido y forma de medir.

3.1.1. Posiciones iniciales. - Antes de encender el osciloscopio, los mandos deberán colocarse, si es que no lo están, en las posiciones que se indican a continuación:

INTENSITY	intermedia
FOCUS	intermedia

Base de Tiempo:	
POSITION horizontal	intermedio
TIME/DIV	5 ms/div

En el canal 1 y en el canal 2:

AC-GND-DC	AC
POSITION	intermedia
VOLTS/DIV	5 volts/div

3.1.2. *Encendido.* - A continuación, se seguirán los siguientes pasos:

Encender el osciloscopio. - Con lo que se iluminará el piloto. En unos cuantos segundos aparecerá en la pantalla una línea horizontal. De no ocurrir así, se emplearán los controles de POSITION. Si no aparece la señal llamar al profesor.

Ajustar el brillo y el enfoque. - De la señal con los comandos INTENSITY y FOCUS hasta conseguir una visualización lo más nítida posible.

El osciloscopio está ya en condiciones de trabajo.

3.1.3. *Forma de medir mediante el osciloscopio.* - La pantalla está dividida en una serie de cuadros, los lados de cada cuadro tienen una longitud, tanto en horizontal como en vertical, que es a la que llamamos división. El lado del cuadrado está subdividido en 5 partes a lo largo de los ejes centrales horizontal y vertical, cada una de las cuales corresponderá, por tanto, a $1/5$ de división = 0.2 divisiones. En la pantalla se medirán las distancias de desviación en unidades de divisiones. Según el factor de escala que se elija en vertical (voltaje) y horizontal (tiempo) para visualizar la señal, la medida correspondiente en cada eje se obtendrá como:

$$\text{medida} = \text{factor de escala} \times n^{\circ} \text{ de divisiones de desviación}$$

Para obtener la amplitud de la señal que estemos visualizando, mediremos la desviación en el eje vertical existente entre un máximo y un mínimo de la señal. Esta diferencia de potencial es a lo que llamamos tensión pico-pico y que denotaremos por V_{pp} .

La amplitud será simplemente $V_0 = V_{pp}/2$

Para obtener el periodo (T) de la señal, mediremos la distancia en el eje horizontal entre 2 máximos o mínimos consecutivos. La frecuencia angular (ω) y la frecuencia (ν) pueden deducirse fácilmente de (2).

3.2. *Medida de la señal del transformador*

Pretendemos determinar completamente mediante el osciloscopio la señal de salida del transformador cuando lo conectamos a la red, esto es, conocer cuánto valen su amplitud y su frecuencia. La señal proveniente de la red oscila con el tiempo entre ± 220 V eficaces. La frecuencia de la oscilación es $\nu = 50$ Hz. El transformador reduce la amplitud de esta señal sin cambiar su frecuencia.

3.2.1. Procedimiento.

1. Conectar el transformador a la red.
2. Conectar la salida del transformador al canal 1 del osciloscopio mediante los cables de que se dispone en su mesa de trabajo. En este caso no hay referencia de tierra y es indiferente qué cables se conecten a la entrada del osciloscopio. **Nunca conectar la entrada de 220V del transformador directamente al osciloscopio** ya que se quemaría.

Obtención de la amplitud de la señal, V_0 .- Disminuir o aumentar progresivamente el valor del factor de escala en vertical hasta conseguir que la señal en pantalla sea lo más grande posible sin que sobrepase sus límites. Desplazar la imagen en pantalla para medir cómodamente la diferencia de potencial entre extremos de la señal, que es precisamente la tensión pico-pico. Anotar el factor de escala en vertical y el número de divisiones que ocupa en vertical.

Obtención del periodo de la señal, T .- Elegir un factor de escala que sea el más pequeño que nos permita visualizar en pantalla al menos un periodo completo de la señal. Deberá conseguirse, además, accionando el mando LEVEL, que la figura en pantalla se mantenga estable. Anotar el factor de escala en horizontal y el número de divisiones que ocupa en pantalla un periodo completo.

3.2.2. Resultados. - Anotar y obtener las magnitudes siguientes:

Medida del voltaje

Factor de escala en amplitud (V/división) =	
Nº de divisiones =	
Tensión pico a pico (V_{pp}) en voltios =	
Amplitud (V_0) en voltios =	

Medida del periodo y la frecuencia

Factor de escala en tiempo (s/división) =	
Nº de divisiones =	

Periodo (T) en segundos =	
Frecuencia (ν) en Hz =	
Frecuencia angular (ω) en rad/s =	

Hacer una estimación de los errores de la amplitud, el periodo y frecuencia e incluirlos en la tabla.

Escribir la expresión teórica de la señal $V(t)$ según la expresión (1).

$$V(t) =$$

Dibujar la figura observada en papel milimetrado.

3.3. Medida de señales obtenidas con el generador de frecuencia variable

Se pretende seleccionar, con la ayuda del osciloscopio, dos señales distintas de todas las posibles que proporciona el generador de señales de corriente alterna.

3.3.1. Procedimiento.

1. Comprobar que el osciloscopio se encuentra en las condiciones indicadas inicialmente para su correcto funcionamiento.

2. Comprobar que el generador tenga su nivel de salida de señal (amplitud) en posición intermedia. Elegir tipo de onda sinusoidal.

3. Conectar al canal 1 del osciloscopio la señal generada por el generador teniendo cuidado de que el borne de tierra del generador esté conectado al borne de tierra del osciloscopio.

4. Seleccionar en el generador una señal de frecuencia de 800 Hz y amplitud de 3V, con la ayuda del osciloscopio.

5. Seguir el mismo procedimiento que el descrito en el apartado 3.2.1. para mostrar la medida del voltaje pico-pico y el periodo de la señal seleccionada (**medida A**). Realizar una estimación de los errores de la amplitud, periodo y frecuencia. Escribir la expresión teórica de la señal $V(t)$ y dibujar la figura observada en papel milimetrado.

3.3.2. *Resultados.* - Anotar y obtener las magnitudes siguientes:

Medida del voltaje

Factor de escala en amplitud (V/división)	
Nº de divisiones	
Tensión pico a pico (V_{pp}) en voltios	
Amplitud (V_0) en voltios	
Estimación del error de la amplitud (V_0)	

Medida del periodo y la frecuencia

Factor de escala en tiempo (s/división)	
Nº de divisiones	
Periodo (T) en segundos	
Estimación del error del periodo (T)	
Frecuencia (ν) en Hz	
Frecuencia angular (ω) en rad/s	
Estimación de error de la frecuencia angular (ω)	

6. Elegir otra señal de frecuencia 6000 Hz y una amplitud de 0.2 V. Repetir el paso 5 para esta señal (medida B).

3.4. Determinación de la frecuencia de una señal a partir de la Figura de Lissajous

El resultado de componer dos movimientos armónicos simples en direcciones perpendiculares cuyas frecuencias guardan una relación sencilla, es lo que llamamos figuras de Lissajous (Fig. 4). Los movimientos armónicos simples que vamos a componer en direcciones perpendiculares serán, por un lado una señal obtenida mediante el generador de frecuencias, y por otro, la señal obtenida del transformador. Recordar que como el transformador va a estar alimentado por la red, a la salida del mismo tendremos una señal alterna sinusoidal de frecuencia 50 Hz y de amplitud constante.

La relación existente entre las frecuencias (f) de los movimientos armónicos simples que se componen y los puntos de tangencia con un sistema de ejes coordenados (XY) en el que se encuadra la correspondiente figura de Lissajous que se obtiene, es la siguiente:

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{\text{número de puntos de tangencia en el eje Y}}{\text{número de puntos de tangencia en el eje X}} \quad (3)$$

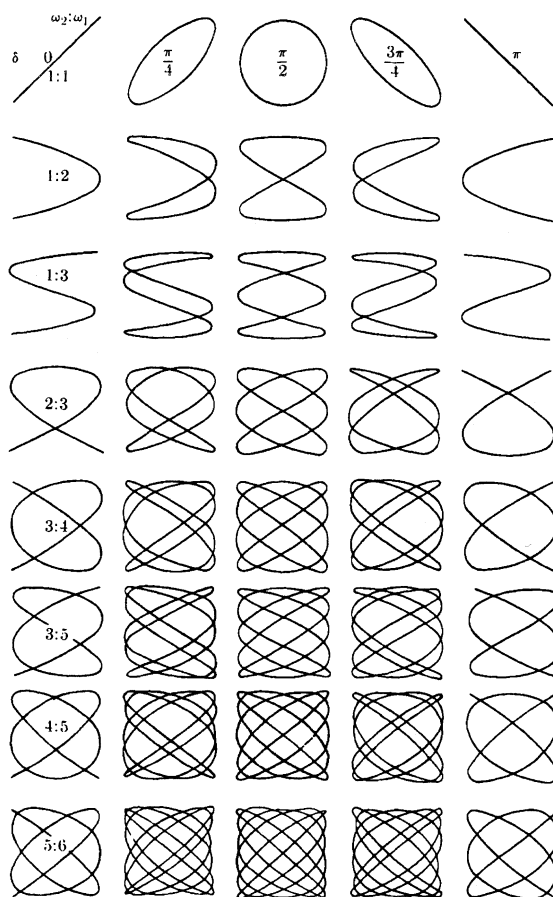


Figura 4. Figuras de Lissajous

Emplearemos dicha relación para calcular la frecuencia de una señal producida por el generador al compararla con la señal del transformador, de frecuencia 50 Hz.

3.4.1. Procedimiento.

a) Determinación de la frecuencia de una señal utilizando tres métodos

Los pasos a seguir son los siguientes:

Método 1.- A partir de la figura de Lissajous

1. Colocar el mando de la base de tiempos en modo X - Y.
2. Conectar la señal del generador en el CANAL 1 y la señal del transformador en el CANAL 2. Ahora al tener desconectada la base de tiempos, este canal 1 hace las funciones de eje X y el canal 2 de eje Y.
3. Ir variando lentamente la frecuencia del generador de señales hasta que se produzca en la pantalla, lo más estática posible, **una figura de Lissajous correspondiente a la relación de frecuencias 1:1** (ver Fig. 4). A partir de la expresión (3), encontrar el valor de la frecuencia de la señal del generador.
4. Dibujar aproximadamente la figura obtenida.

Para comprobar la bondad de este método, se procederá a medir frecuencia de esta misma señal por otros dos métodos.

Método 2.- A partir de la base de tiempos del osciloscopio

5. Conectando la base de tiempos medir de forma directa el periodo y a partir del mismo la frecuencia para así poder comparar los resultados.

Método 3.- A partir de la lectura directa del oscilador

6. Tomar la lectura directa de la frecuencia seleccionada en el oscilador.

*b) Repetir todo el proceso para señales con una **relación de frecuencias 1:3**.*

GRADO EN INGENIERÍA DE COMPUTADORES Y GRADO EN INGENIERÍA DE COMPUTADORES

LABORATORIO DE FÍSICA

PRÁCTICA 1:

OSCILOSCOPIO

RESULTADOS

Nombre del alumno: _____

Grupo de clases de teoría: _____

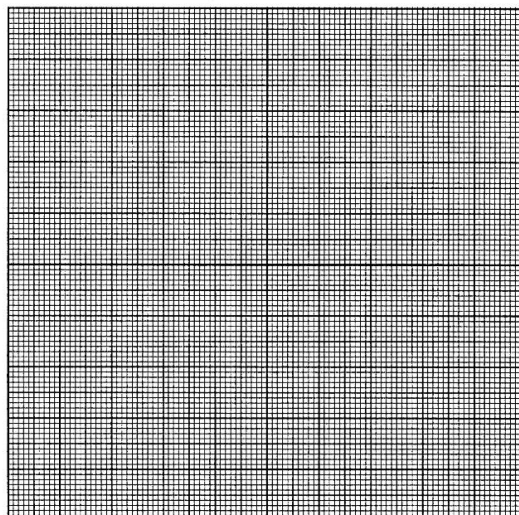
Grupo de Laboratorio: _____

1.- Medida de la señal del transformador

Medida del voltaje	Valor	Estimación del error
Factor de escala en amplitud (V/división)		
N° de divisiones		
Tensión pico a pico (V_{pp}) en voltios		
Amplitud (V_0) en voltios		
Medida del periodo y la frecuencia	Valor	Estimación del error
Factor de escala en tiempo (s/división)		
N° de divisiones		
Periodo (T) en segundos		
Frecuencia (ν) en Hz		
Frecuencia angular (ω) en rad/s		

Resultado: $V(t) =$

Dibujar la figura observada



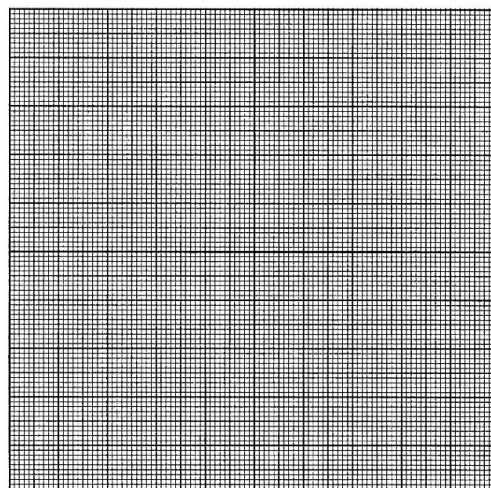
2.- Seleccionar las señales del generador sugeridas en el apartado 3.3.1

1.- SEÑAL A

Medida del voltaje	Valor	Estimación del error
Factor de escala en amplitud (V/división)		
Nº de divisiones		
Tensión pico a pico (V_{pp}) en voltios		
Amplitud (V_0) en voltios		
Medida del periodo y la frecuencia	Valor	Estimación del error
Factor de escala en tiempo (s/división)		
Nº de divisiones		
Periodo (T) en segundos		
Frecuencia (ν) en Hz		
Frecuencia angular (ω) en rad/s		

Resultado: $V(t) =$

Dibujar la figura observada



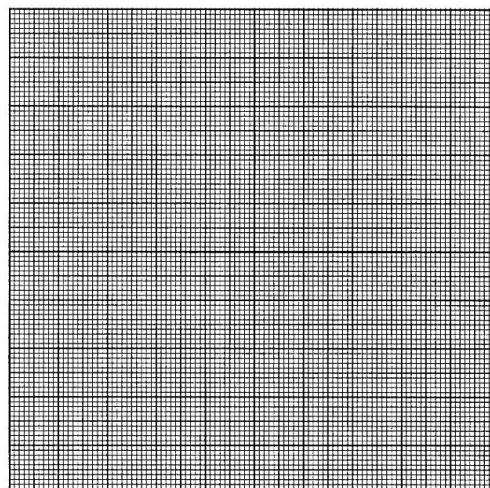
2.- Seleccionar las señales del generador sugeridas en el apartado 3.3.1

1.- SEÑAL B

Medida del voltaje	Valor	Estimación del error
Factor de escala en amplitud (V/división)		
Nº de divisiones		
Tensión pico a pico (V_{pp}) en voltios		
Amplitud (V_0) en voltios		
Medida del periodo y la frecuencia	Valor	Estimación del error
Factor de escala en tiempo (s/división)		
Nº de divisiones		
Periodo (T) en segundos		
Frecuencia (ν) en Hz		
Frecuencia angular (ω) en rad/s		

Resultado: $V(t) =$

Dibujar la figura observada

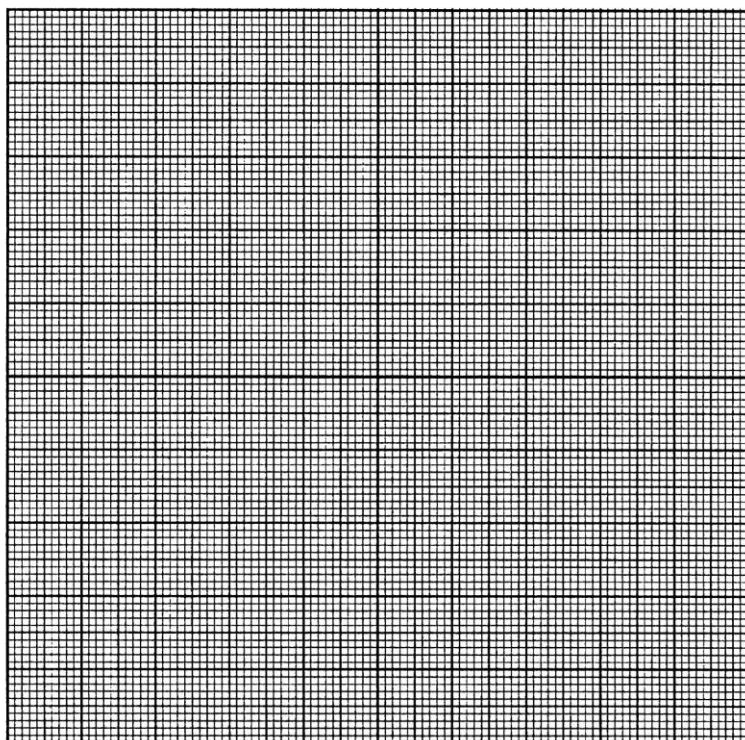


3.- Determinación de la frecuencia de una señal haciendo uso de tres métodos

a) Para una relación de frecuencias 1:1

Métodos	Frecuencia del generador obtenida con:	$f(\text{Hz})$
Figuras de Lissajous	$\frac{f_x}{f_y} =$	
Osciloscopio	Determinar el periodo en el osciloscopio y deducir la frecuencia	
Generador	Anotar la lectura del frecuencímetro (generador de señal)	

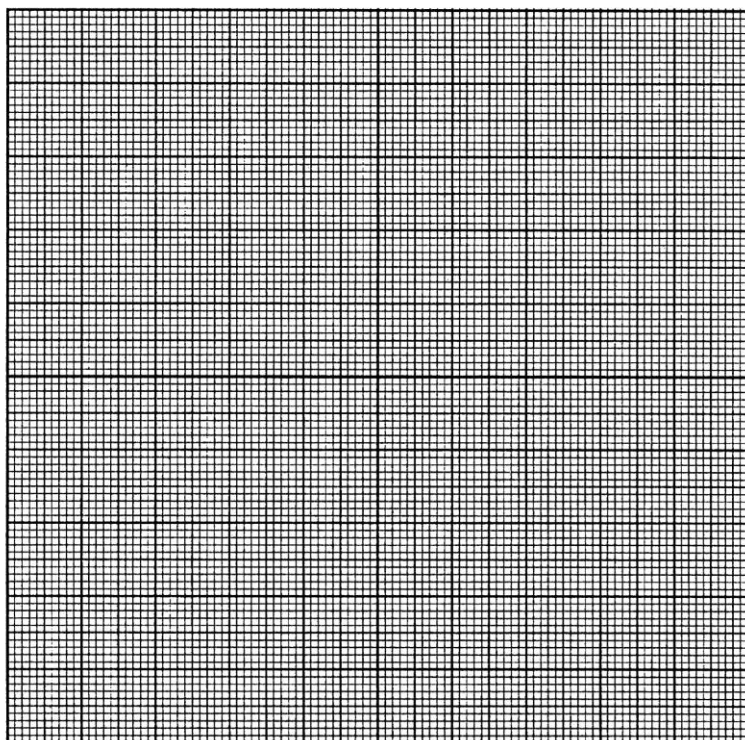
Dibujar la figura observada



b) Para una relación de frecuencias 1:3

Métodos	Frecuencia del generador obtenida con:	$f(\text{Hz})$
Figuras de Lissajous	$\frac{f_x}{f_y} =$	
Osciloscopio	Determinar el periodo en el osciloscopio y deducir la frecuencia	
Generador	Anotar la lectura del frecuencímetro (generador de señal)	

Dibujar la figura observada



COMENTARIOS U OBSERVACIONES ADICIONALES (OPCIONAL):