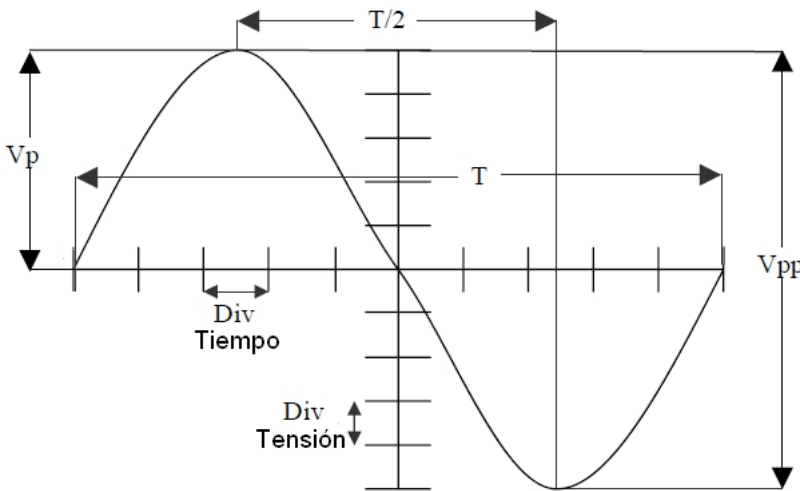


donde el ángulo de desfase será:

$$\varphi = \frac{t_d \cdot 360^\circ}{T}$$

### Modo de operar con el osciloscopio:

Primero vemos como medir la tensión de pico,  $V_P$  y la tensión pico a pico,  $V_{PP}$ . Siguiendo la siguiente figura:



Las tensiones se miden con ayuda del mando giratorio situado junto a la entrada de señal y está graduado en  $\frac{\text{Voltios}}{\text{div}}$ . Por tanto, el valor de la tensión de pico de una señal será: el valor de hemos fijado en los  $\frac{\text{Voltios}}{\text{div}}$  por el número de cuadrados que recorre verticalmente.

Conectaremos el generador de señales sinusoidales por medio de un cable coaxial, a una de las entradas del osciloscopio. Ajustando la base de tiempos a la frecuencia de la señal de entrada (girando adecuadamente el mando situado arriba a la derecha del osciloscopio que viene graduado en  $\frac{\text{tiempo}}{\text{div}}$ ) conseguiremos que la señal se fije sobre la pantalla. Una vez fijada la señal obtendremos sobre la pantalla la senoide que corresponde a la tensión dada por el generador.

Donde el valor del tiempo se establecerá como el valor de escala escogido por el número de cuadrados que recorre horizontalmente.

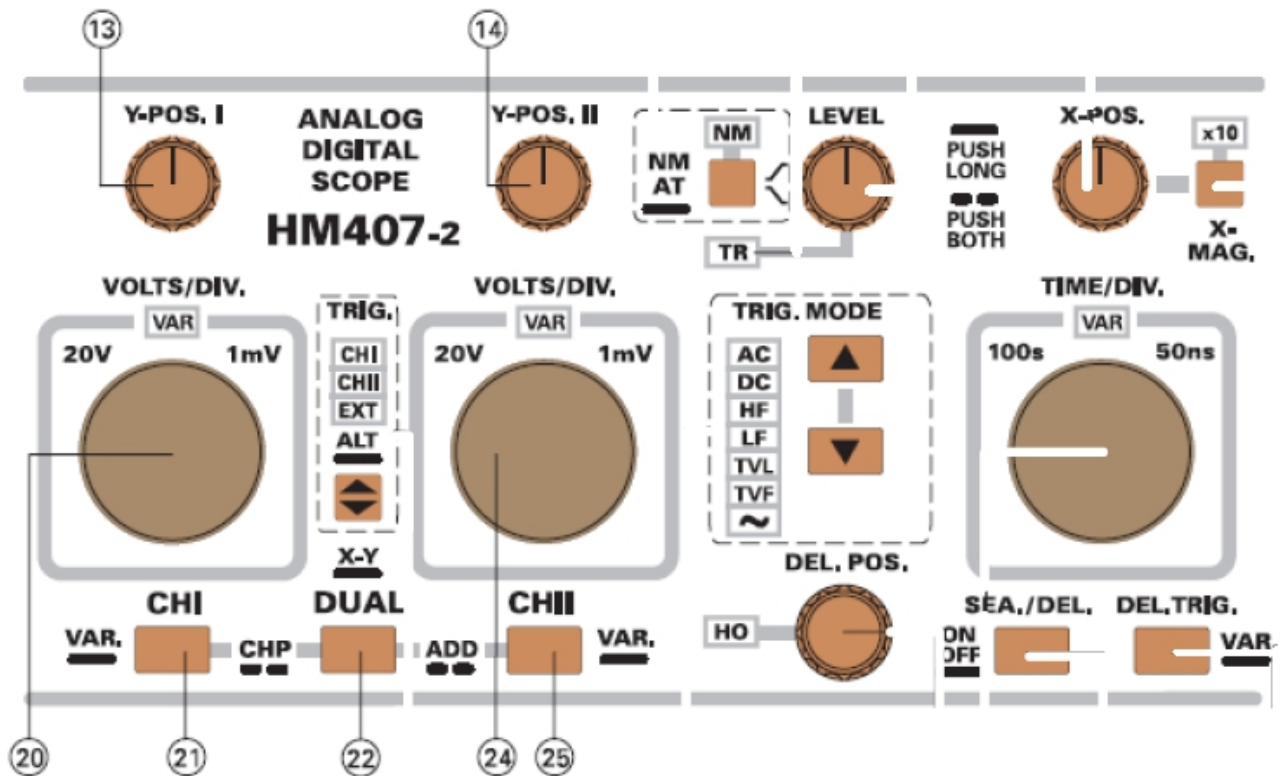
A partir de las medidas de  $V_P$  podemos calcular la tensión eficaz  $V_{ef}$  como  $V_{ef} = \frac{V_P}{\sqrt{2}}$ . Es el voltaje que mediría un voltímetro colocado entre los conectores del generador.

Para una amplitud fija mediremos el periodo de la señal de entrada. Para ello tendremos en cuenta la escala de la base de tiempos en la que estamos trabajando. Anótese la precisión nominal de los aparatos en sus correspondientes escalas. Dentro de esta precisión, se debe apuntar la máxima que el observador pueda apreciar.

Uno de los osciloscopios utilizados es, Hameg-407 el cual funciona:

## Características

- Sistema vertical, donde se controla la representación de la amplitud de las señales. Dichos controles se reflejan en la siguiente figura.



Este osciloscopio permite representar en pantalla dos ondas diferentes al mismo tiempo. Para ello, la sección vertical dispone de dos bloques idénticos llamados Canal CH1 y Canal CH2. Podemos representar en pantalla la forma de onda CH1 o la forma de onda CH2 de forma individualizada (Modo Monocanal), representar las dos al mismo tiempo (Modo Dual) o convertir el Canal CH1 en eje X y el Canal CH2 en eje Y (Modo XY).

- Una breve pulsación de la tecla 21 conmuta a Canal CH1 modo monocanal.
- Una breve pulsación de la tecla 25 conmuta a Canal CH2 modo monocanal
- Una breve pulsación de la tecla 22 conmuta a modo DUAL.
- Una pulsación prolongada de la tecla 22 conmuta a modo XY.

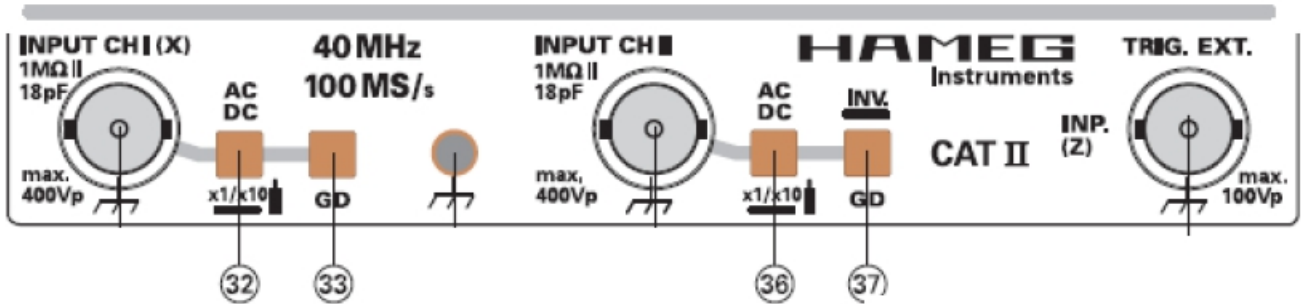
Para el control de la posición vertical de la forma de onda:

- Con el botón giratorio 13 podemos mover verticalmente la forma de onda del canal CH1 a la posición vertical que deseemos. (En modo XY este botón queda desactivado).
- Con el botón giratorio 14 podemos mover verticalmente la forma de onda del canal CH2 a la posición vertical que deseemos.

Acoplamiento de la señal de entrada. Existen tres modos de acoplar la entrada a la sección vertical del osciloscopio:

- Acoplamiento DC. Deja pasar la señal a la sección vertical tal como viene del exterior.

- Acoplamiento AC. El acoplamiento AC bloquea mediante un condensador la componente continua (OFFSET) que posee la señal exterior.
- Acoplamiento GND. Con este tipo de acoplamiento se desconecta la señal exterior de la sección vertical, y en su lugar se conecta a masa (0 voltios). Esto nos permite situar una línea horizontal en la pantalla de referencia cero.



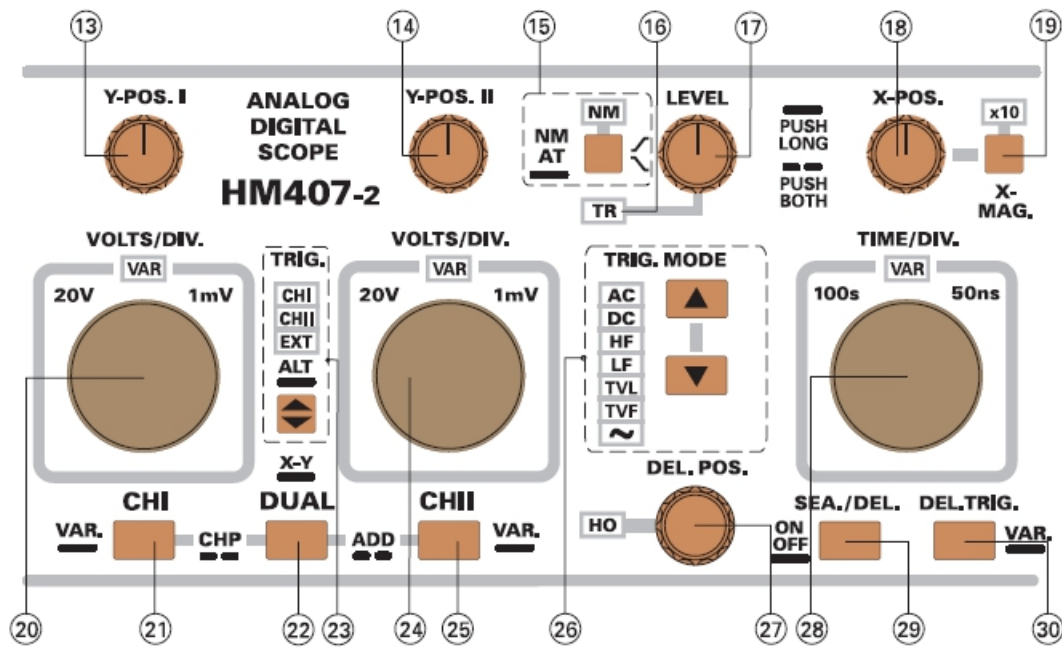
- Una pulsación breve en la tecla 33 nos permite conmutar entre entrada exterior conectada o entrada exterior desconectada y conectada a masa para el Canal CH1. En posición GND quedan inactivos la tecla 32 y el botón giratorio 20.
- Una breve pulsación de la tecla 32 conmuta entre el modo AC (tension alterna) o DC (tension continua), para el canal CH1.
- Una pulsación breve en la tecla 37 nos permite conmutar entre entrada exterior conectada o entrada exterior desconectada y conectada a masa para el Canal CH2. En posición GND quedan inactivos la tecla 36 y el botón giratorio 24.
- Una breve pulsación de la tecla 36 conmuta entre el modo AC (tension alterna) o DC (tension continua), para el Canal CH2..

La variación de la escala vertical se realiza con un conmutador giratorio con un gran numero de posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema vertical. Por ejemplo, si el mando se encuentra en la posición 2 voltios/division significa que cada una de las divisiones verticales de la pantalla representan 2 voltios.

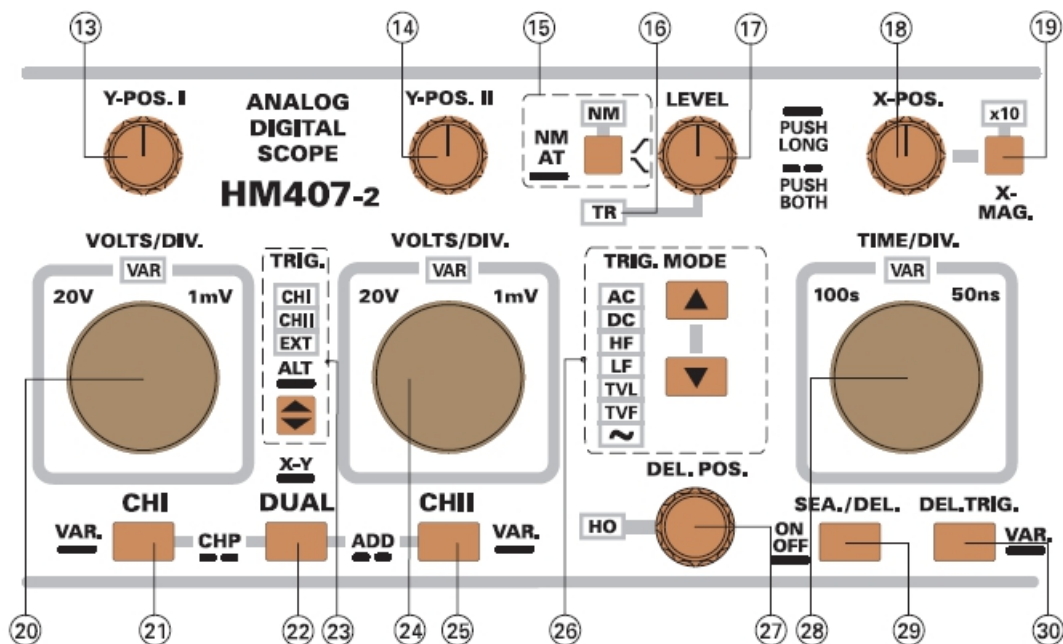
- Mediante un giro del botón 20 a la derecha se aumenta la escala vertical del Canal CH1, y un giro a la izquierda lo reduce. Esta función esta activa (función equilibrada en VOLTS/DIV) cuando el led VAR no se ilumina. Si el led VAR esta iluminado, esta función esta inactiva y este botón actúa como ajuste fino .
- Una pulsación prolongada de la tecla 21 conmuta el Canal CH1 entre VOLTS/DIV y ajuste fino.
- Mediante un giro del botón 24 a la derecha se aumenta la escala vertical del Canal CH2, y un giro a la izquierda lo reduce. Esta función esta activa (función equilibrada en VOLTS/DIV) cuando el led VAR no se ilumina. Si el led VAR esta iluminado, esta función esta inactiva y este botón actúa como ajuste fino .
- Una pulsación prolongada de la tecla 25 conmuta el Canal CH2 entre VOLTS/DIV y ajuste fino.

Para realizar la inversión del canal CH2. Se realiza una pulsación prolongada de la tecla 37 conmuta entre presentación de la forma de onda del Canal CH2 invertida o no invertida.

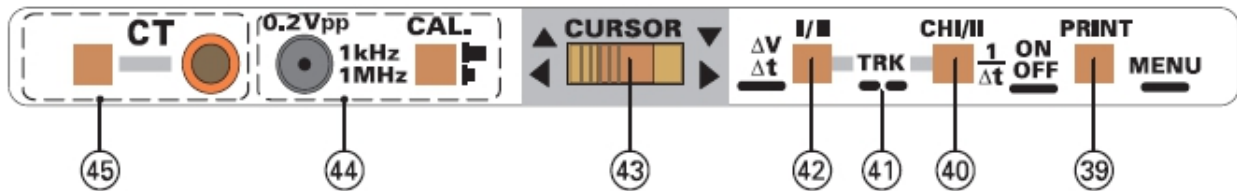
- El sistema horizontal es la parte del osciloscopio que produce el movimiento horizontal (barrido) del punto en la pantalla.



- Girando el botón 18 se desplaza la forma de onda en la pantalla en sentido horizontal.
  - El giro del botón 28 nos permite elegir la escala de tiempos sobre el eje horizontal, en modo calibrado ( Led VAR no iluminado). Si dicho Led está iluminado, se trabaja en modo ajuste fino.
  - Una pulsación prolongada sobre la tecla 30 conmuta entre modo calibrado y modo ajuste fino.
  - Una pulsación sobre la tecla 19 activa o desactiva el Led x10. Con el Led activado se produce una expansión del eje X por un múltiplo de 10, de forma que se presenta en pantalla una décima parte horizontal de la forma de onda.
- Sistema de disparo el punto en el cual se origina el barrido en la parte izquierda de la pantalla.



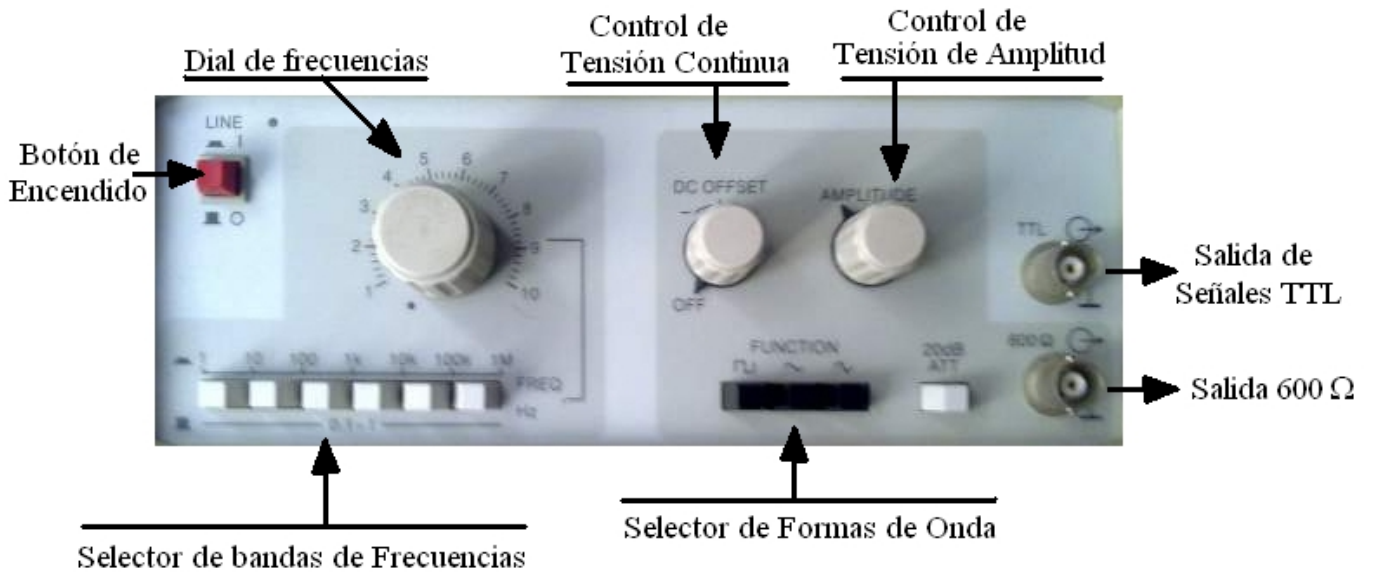
- Una pulsación leve sobre la tecla 15 cambia la pendiente en la cual se dispara la forma de onda. Con ello se determina si el disparo se efectúa en la pendiente ascendente o descendente.
  - El giro del botón 17 selecciona el nivel de disparo dentro de una pendiente.
- Para el manejo de los cursores se utilizan las teclas 40, 41, 42 y el mando deslizante 43. El procedimiento ordenado es:




Para el manejo de los cursores es necesario que el READOUT este activado. El procedimiento es el siguiente:

- Activar los cursores (ON/OFF). Mediante una pulsación prolongada de la tecla 40 se activan o desactivan los cursores.
- Elegir entre medida de voltajes o medida de tiempo/frecuencia ( $\Delta V / \Delta t$ ). Mediante una pulsación prolongada de la tecla 42 se puede seleccionar medir voltaje o medir tiempo/frecuencia.
  - Seleccionar el Canal 1 o el canal 2 (CH1/CH2). Si se ha elegido medida de voltaje, y el osciloscopio se encuentra en modo DUAL o en modo XY, mediante una breve pulsación de la tecla 40 se puede elegir entre Canal 1 o Canal 2.
  - Seleccionar entre medida de tiempo o medida de frecuencia ( $1 / \Delta t$ ). Si esta seleccionada la medida de tiempo/frecuencia, mediante una breve pulsación de la tecla 40 se puede elegir entre medir tiempo o medir frecuencia. En modo DUAL no se puede medir tiempo/frecuencia.
- Activar el cursor que queremos mover (I/II). Mediante una breve pulsación de la tecla 42 se activa el cursor I o el cursor II. El cursor activo se presenta como una línea continua, y el cursor inactivo mediante una línea entrecortada.
- Mover el cursor activo en el READOUT. El mando deslizante 43 gobierna la posición del cursor activo.

Modo de operar con el generador de funciones:



- Pulsamos sobre la tecla para escoger una señal sinusoidal 
- Escogemos un frecuencia de 10k Hz. Pulsando sobre la tecla correspondiente en el selector de bandas y hacemos un ajuste fino con el dial de frecuencias.
- Conectamos en la entrada de 600 $\Omega$  un cable coaxial de conexión con conexiones de cocodrilo.
- Con la ruleta de Amplitud ajustamos la tensión.
- La tensión de offset se deja en "OFF".
- Conectamos el cable de conexión a un sonda del osciloscopio, para terminar de fijar la tensión de la señal alterna.

### Secuencia de trabajo:

1. Montar el siguiente circuito en una protoboard: