

Práctica 3

El generador de funciones y el osciloscopio

3.1. Objetivo de la práctica

En esta tercera práctica se termina de conocer el funcionamiento básico de los instrumentos que tenemos en el laboratorio. Ahora le toca el turno al generador de funciones y al osciloscopio. Se comienza a usar el generador de funciones, comprobando los diferentes tipos de señales de salida que de él se pueden obtener, y aprendiendo a usar los mandos de dicho aparato.

Además empezaremos a usar el osciloscopio. Se enseña cómo se maneja la señal que aparece en pantalla (la representación de dicha señal, no la señal propiamente dicha). Se medirá la frecuencia de la señal y sus parámetros de tensión pico-pico, amplitud y componente continua.

Entre los mandos que aprenderemos a usar están los del disparador: modo, nivel y pendiente. Los modos de acoplo de la señal: AC, DC o GND (referencia). Cómo fijar y variar la sensibilidad del canal. Cómo establecer el barrido de tiempos, con su magnificador, etc.

Finalizaremos la práctica con el uso del multímetro para la medida de tensiones alternas tanto en modo AC V como DC V. Hay que recordar que el multímetro que disponemos (HP 34401A) es un voltímetro de verdadero valor eficaz.

3.2. Material necesario para la práctica

Para el desarrollo de esta práctica es necesario el siguiente material:

- Generador de funciones HM 8131-2 y su latiguillo (BNC, cocodrilos)
- Osciloscopios modelos HM 407, HM 305 y las dos sondas correspondientes
- Cable coaxial (BNC, BNC) de dos metros de largo
- "T" BNC
- Fuente de alimentación HM 7042-2 y sus latiguillos
- Multímetro HP 34401A y sus latiguillos



Figura 3.1: Fotografía del generador de funciones donde se han marcado los siguientes controles: (14) Encendido y apagado, (13) Activación de la señal de salida, (12) Conector BNC de salida y (2) Conector BNC de entrada de disparo.

3.3. Desarrollo de la práctica

Al utilizar el osciloscopio hay que tener en cuenta el modelo de osciloscopio que tiene.

En el texto que se les ha entregado están descritos todos los pasos necesarios para el desarrollo de la práctica, también hay una serie de información útil para el buen desarrollo de la misma. Los pasos que debe de seguir comienzan en el Apartado 3.4 y se extienden hasta el Apartado 3.8.

3.4. Conocimiento del generador de funciones

3.4.1. Ajuste del generador de funciones

La primera parte de esta práctica consiste en la familiarización con el generador de funciones. En primer lugar hay que encender el instrumento con la ayuda del botón (14), y se observará que la salida está activada (13). En el caso de que no esté la salida se puede activar o desactivar con la ayuda de (13) (para más detalles ver la Figura 3.1).

Una vez que se enciende el generador, el menú que nos presenta es el siguiente:

Fr: 100.000000 KHz

►Sin Tri Sqr ->

Si no está seleccionada la señal sinusoidal, la activaremos pulsando la tecla correspondiente (5). Ahora vamos a fijar una frecuencia de 20 kHz y una amplitud de pico a pico de 5 V. Para ello seleccionamos la tecla marcada como FREQ. (8) y con el teclado (10) pulsamos las teclas 2, 0 y kHz (para más detalles ver Figura 3.2). El display indicará ahora

Fr: 20.000000 KHz

- val + ◀ cur ▶



Figura 3.2: Fotografía del generador de funciones donde se han marcado los siguientes controles: (5) Selección señal sinusoidal, (8) Selección de la frecuencia (9) Selección de amplitud y (10) Teclado para introducir los distintos valores.

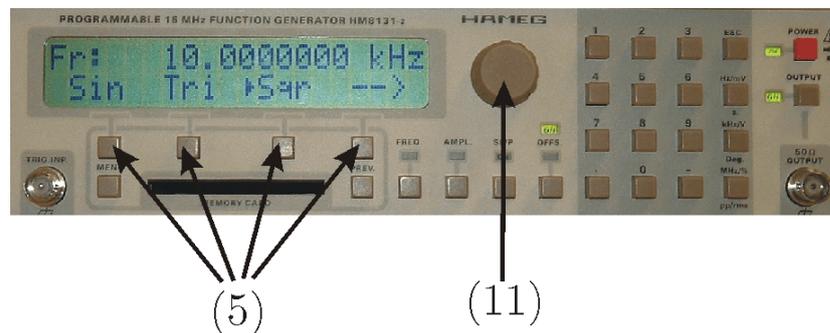


Figura 3.3: Fotografía del generador de funciones donde se han marcado los siguientes controles: (5) Teclas para activar y cambiar ciertos campos del display y (11) Mando rotatorio.

Para fijar la amplitud pulsamos la tecla marcada como AMPL. (9) y el display presenta el siguiente mensaje

Ampl: 4.00 Vpp

- val + ◀ cur ▶

o cualquier otro valor de amplitud. Y con el teclado (10) pulsamos las teclas 5 y V. Con ésto hemos puestos los parámetros que interesaban a nuestra señal.

Para cambiar estos parámetros (por ejemplo frecuencia, amplitud, ...) si se pulsa la tecla correspondiente (8) ó (9) —ver Figura 3.2—, se puede usar las teclas marcadas como (5) —las teclas que nos permiten navegar por el menú— y el mando rotativo (11), para más detalles ver la Figura 3.3. Pulsando las flechas (◀) (▶) cambiamos el dígito sobre el que actuamos y con las teclas - y + o el mando rotativo se puede cambiar el valor del dígito. Compruebe esta forma de ajustar los parámetros situando la frecuencia a 32,478 kHz y la amplitud 3,63 V pico a pico.

Para comprobar que es así vamos a verlo en el osciloscopio. El osciloscopio no mide, es un instrumento que muestra en la pantalla un "trozo" de la señal para que el usuario realice la medida, de forma que la medida la hace la persona, con lo que eso lleva consigo de conocimiento de lo que tiene que medir.

Cuando digo que presenta un "trozo" de la señal, quiero decir que si la señal tiene una forma determinada al representarla en un papel, con el eje horizontal

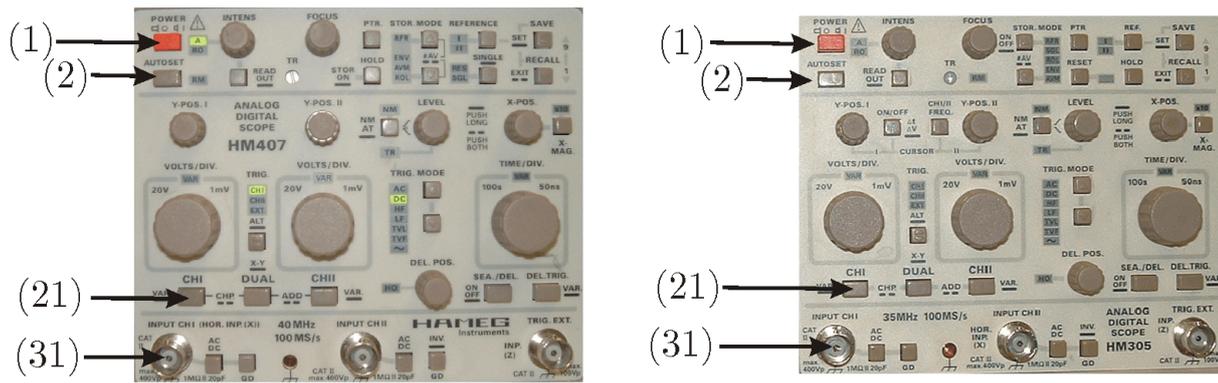


Figura 3.4: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se han marcado los siguientes controles: (1) Encendido y apagado, (2) AUTOSET, (31) Conector BNC del canal I y (21) Pulsador para activar el canal I.

representando el tiempo y el vertical los voltios, en la pantalla del osciloscopio aparecería un recorte, de duración controlable, del papel en que se realizará dicha representación.

El osciloscopio representa la forma que tiene la señal en un intervalo de tiempo (concreto y regulable) una y otra vez, de forma que para que la señal quede estable en pantalla, todos aquellos "trozos" de señal que represente en la pantalla deben ser exactamente iguales. Esto implica que las señales que son representables son aquéllas que son periódicas y aquéllas que son continuas, como es nuestro caso.

Para realizar finalmente la medida, nos ayudamos con una cuadrícula pintada en la pantalla, así como con los datos de la posición de ciertos mandos del osciloscopio.

Es importante notar que cada cuadrícula se encuentra dividida mediante cuatro rayitas que indicaría una fracción de 0.2 divisiones a la hora de realizar las cuentas oportunas. Siempre se medirá distancias en la pantalla y se traducirán a la correspondiente magnitud (voltios o segundos).

3.4.2. Ajuste del osciloscopio

Conecten el osciloscopio, apretando el botón POWER (1). Tras unos segundos aparecerá una línea horizontal. Conectaremos nuestra sonda del osciloscopio al canal 1 (31), asegurándonos que la sonda está en x1. La sonda dispone de una zona de color gris, ahí se encuentra el conmutador para seleccionar la posición de la sonda en x1 ó x10. La forma de conectar la sonda al generador de funciones es la siguiente; la sonda propiamente dicha la conectamos al cocodrilo rojo del latiguillo del generador de funciones. **Ahora vamos a utilizar un mando, que en este momento nos va a resultar muy cómodo, pero que más adelante recomiendo que no se utilice.** Este mando es el AUTOSET (2). Una vez pulsado veremos una señal estable en la pantalla del osciloscopio. Si aparecen varias trazas en la pantalla del osciloscopio active solamente el canal 1

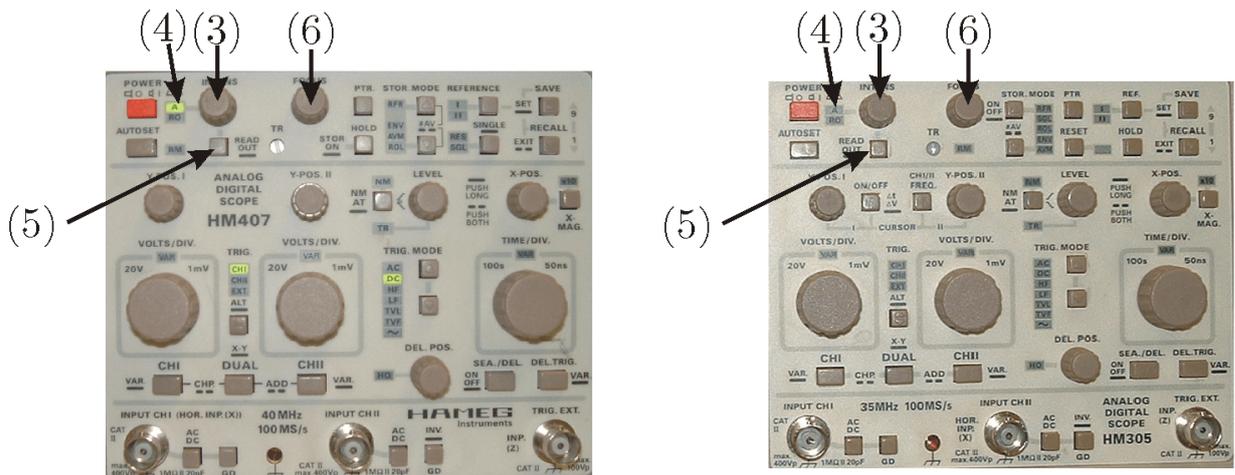


Figura 3.5: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se han marcado los siguientes controles: (3) Mando para variar la intensidad, (6) Mando para variar el enfoque, (5) Pulsador para activar la traza o el READ OUT y (4) Indicador de la traza o el READ OUT.

con el botón adecuado (21) y vuelva a pulsar el AUTOSET, ahora observará una traza estable en la pantalla. funciones (para más detalles ver la Figura 3.4).

A partir de ahora no utilice más el mando AUTOSET.

3.5. Conocimiento de los diversos controles del osciloscopio

En este apartado vamos a conocer con un poco más de detalle algunos de los controles del osciloscopio, para ello utilizaremos la señal generada anteriormente con el HM 8131-2. Es importante que compruebe materialmente la explicación de los diversos controles.

3.5.1. Mando de intensidad

Todos los osciloscopios disponen de un mando (3) para regular la intensidad de la traza en la pantalla. Mediante el giro del mando INTENS se ajusta el brillo de la traza. Estos modelos de osciloscopio disponen de una zona en la parte superior y otra en la parte inferior denominada READ OUT, donde el osciloscopio nos proporciona cierta información. Con este mando también se puede activar el brillo de la traza en el READ OUT pero previamente hay que activar el control sobre dicha zona con una pulsación breve sobre la tecla READ OUT (5). También con estas teclas, pero con una pulsación prolongada se puede activar o desactivar la presencia del READ OUT (para más detalles ver la Figura 3.5).

También los osciloscopios disponen de un mando para ajustar el enfoque (6). Se puede saber sobre que actuará (es decir traza o READ OUT) los mandos de intensidad y enfoque sin más que ver que LED está iluminado en (4) si está A se

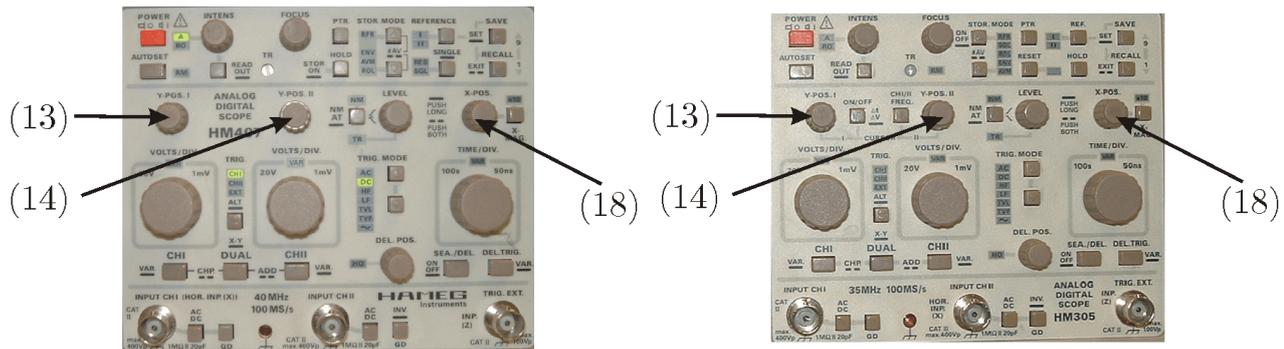


Figura 3.6: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se han marcado los siguientes controles: (13) Mando para variar la posición Y del canal I, (14) Mando para variar la posición Y del canal II y (18) Mando para variar la posición X de las señales.

actuará sobre la traza y en caso de que esté RO se actuará sobre el READ OUT (para más detalles ver Figura 3.5).

3.5.2. Mando de posición Y

Este mando (13) nos permite desplazar verticalmente la señal representada (concretamente el canal I, con (14) se varía la posición del canal II). Gire el mando y observe como cambia la posición de la representación de la señal (para más detalles ver la Figura 3.6).

3.5.3. Mando de posición X

Con el mando (18) podemos desplazar la posición horizontal de la señal. Actúe sobre el potenciómetro y fíjese como varía la posición de la señal (para más detalles ver la Figura 3.6).

Estos dos últimos controles son mandos relativos a la posición de la señal representada, no se puede cambiar la forma de la señal representada.

3.5.4. Sensibilidad del canal

Con el mando (20) se puede ajustar la sensibilidad del canal I vertical. Como estos osciloscopios tienen dos canales existen otros mandos de sensibilidad para el canal II (24), para más detalles ver la Figura 3.7. Veamos ahora cuál es su papel. Al hablar del osciloscopio se explicó que debería permitir visualizar de forma óptima señales con distintas amplitudes, pues bien éste es el papel de la sensibilidad. Observe, en la parte inferior del READ OUT de la pantalla del osciloscopio,

Y1:2V ~

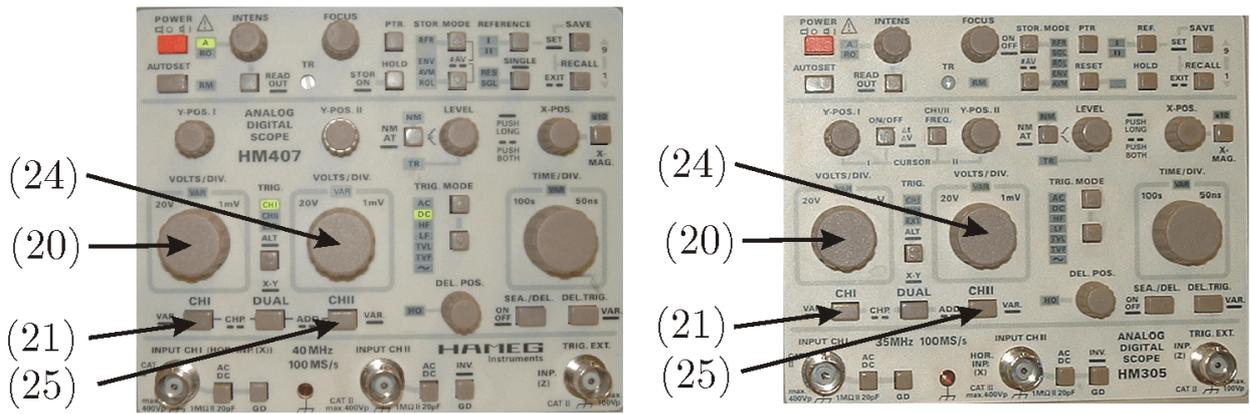


Figura 3.7: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se han marcado los siguientes controles: (20) Mando de sensibilidad del canal I, (24) Mando de sensibilidad del canal II, (21) Pulsador para activar el canal I y (25) Pulsador para activar el canal II.

Tabla 3.1: Cálculo de la amplitud pico a pico de una señal para distintos valores de sensibilidad.

Sensibilidad	Divisiones pico a pico	Amplitud pico a pico (V)

esa es la indicación de la sensibilidad del canal 1 en el osciloscopio modelo HM 407. En el modelo HM 305 la lectura del READ OUT es

$$CH1:2V \sim$$

Y qué es lo que quiere decir, que una división equivale a 2 V. Conservando los parámetros seleccionados en el generador de funciones, 32,478 kHz de frecuencia y 3,63 V de amplitud, podemos observar en la pantalla del osciloscopio que la amplitud de la señal pico a pico es de 1,8 divisiones, que equivale a un valor de pico a pico de

$$1,8 \text{ división} \times 2 \frac{V}{\text{división}} = 3,6 V$$

Ejercicio 3.1. *Varíe la sensibilidad del canal, observe como varía la amplitud representada de la señal y compruebe que el valor de pico a pico se corresponde con el valor fijado, para ello complete la Tabla 3.1. ¿Con qué sensibilidad se obtiene un resultado mejor?, ¿Por qué?*

Ejercicio 3.2. *Ajuste la sensibilidad a 500 mV/división y observará unas pequeñas fluctuaciones en los picos de la señal, conecte ahora el cocodrilo negro del generador con el cocodrilo negro de la sonda y observe la pantalla. ¿Se ve mejor ahora la representación de la forma de onda?, ¿Sabe por qué? Si la respuesta a la anterior pregunta es no, por favor lea detenidamente el apartado 3.11.*

Todos los osciloscopios tienen una posición variable en las sensibilidades de los canales. En esta forma no se podría medir correctamente la amplitud de la señal. Para activar esta posición variable en nuestros osciloscopios, se debe pulsar prolongadamente la tecla (21) para el canal I y (24) para el canal II, con lo que se puede realizar la función de ajuste fino de la sensibilidad del canal y se ilumina el LED VAR, con el mando de la sensibilidad se puede ajustar finamente la sensibilidad.

El ajuste del calibrado previo se mantiene hasta que el mando se gira un punto a la izquierda. Con esta acción se obtiene una representación de la señal descalibrada en su amplitud presentando el READOUT una lectura tal que

$$Y1 > 500 \text{ mV} \sim$$

ó

$$CH1 > 500 \text{ mV} \sim$$

dependiendo del modelo, y la amplitud de la señal presentada es menor. Si se gira más hacia la izquierda aumenta el coeficiente de deflexión y al llegar a su límite inferior genera una señal acústica. Si se gira en sentido de las agujas del reloj, se reduce el coeficiente de deflexión y aumenta la amplitud de la señal representada, hasta alcanzar el margen superior del ajuste fino y entonces otra señal acústica nos avisa que está calibrado el canal.

En el READOUT se puede leer ahora

$$Y1:500 \text{ mV} \sim$$

ó

$$CH1:500 \text{ mV} \sim$$

Para salir del ajuste fino se puede volver a pulsar la tecla correspondiente de forma prolongada. Ahora, compruebe su funcionamiento.

3.5.5. Base de tiempos

El mando que controla la base de tiempos nos permite representar señales que varíen con el tiempo con distintas velocidades. Con el control correspondiente (28) —para más detalles ver la Figura 3.8— se puede cambiar la base de tiempos. Al realizar el AUTOSET con la señal que le hemos aplicado en el READOUT (en la parte superior) se lee

$$T:10 \mu\text{s}$$

Veamos ahora el papel de la base de tiempos, en este caso podemos observar que un periodo de la señal ocupa 3,1 divisiones y en consecuencia el periodo de la señal será

$$T = 3,1 \text{ división} \times 10 \frac{\mu\text{s}}{\text{división}} = 31 \mu\text{s}$$

y por tanto corresponde a una frecuencia de

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{31 \times 10^{-6}} \text{ Hz} = 32,258 \text{ kHz}$$

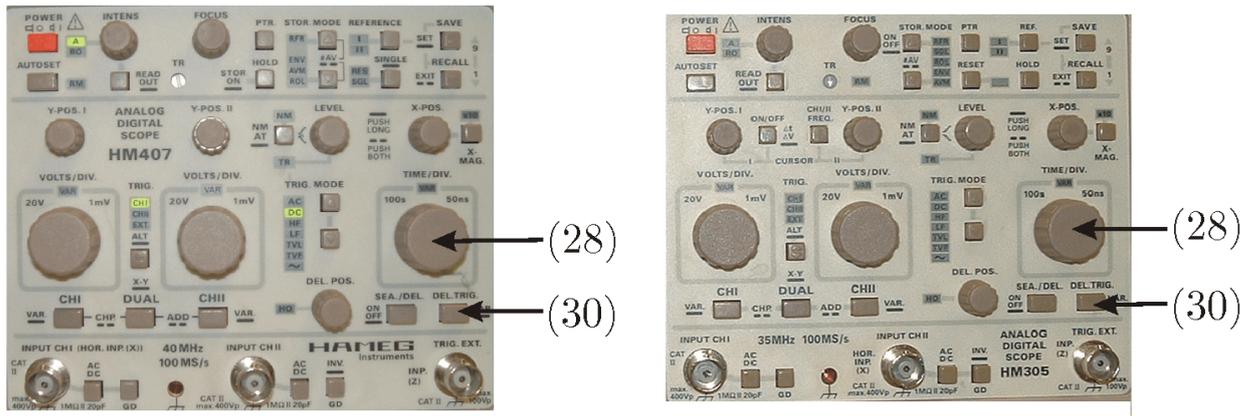


Figura 3.8: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se han marcado los siguientes controles: (28) Mando de ajuste de la base de tiempos.

Tabla 3.2: Cálculo del periodo y de la frecuencia de una señal para distintos valores de la base de tiempos.

Base de tiempos	Divisiones por periodo	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)

Ejercicio 3.3. *Varíe la base tiempos y complete la Tabla 3.2. ¿Con qué valor de la base de tiempos se obtiene un mejor resultado?, ¿Por qué?*

Al igual que existía un ajuste fino en la sensibilidad del canal también existe en la base de tiempos. La tecla es la (30), ver la Figura 3.8. La forma de operar es exactamente igual que en el caso de las sensibilidades. Compruebe su funcionamiento.

Ejercicio 3.4. *Para finalizar con la base de tiempos y la sensibilidad de canal proceda a ajustar en el generador de señales una función de onda sinusoidal de frecuencia 20 kHz y de amplitud 3,5 V pico a pico. Ajuste la sensibilidad del canal y la base de tiempos para obtener una medida óptima de los parámetros de la señal y complete la Tabla 3.3.*

Ejercicio 3.5. *Ahora cambie la posición de la sonda a x10, observe como la sonda tiene un conmutador que permite seleccionar la posición x1 y x10. ¿Qué le ocurre a la amplitud de la señal representada en pantalla?, ¿Qué debe hacer con el ajuste de la sensibilidad del canal cuando quiere medir una amplitud y tiene la sonda en x10? Finalmente, ¿cómo debe calcular la amplitud de la señal medida con el osciloscopio a partir del valor de sensibilidad mostrado por el READ OUT, si utiliza la sonda en x10?*

Tabla 3.3: Cálculo del periodo y de la amplitud pico a pico de una señal sinusoidal de frecuencia 20 kHz y de amplitud 3,5 V pico a pico.

Base de tiempos	
Sensibilidad del canal 1	
Divisiones por periodo	
Divisiones pico a pico	
Periodo (s)	
Frecuencia (Hz)	
Amplitud pico a pico (V)	

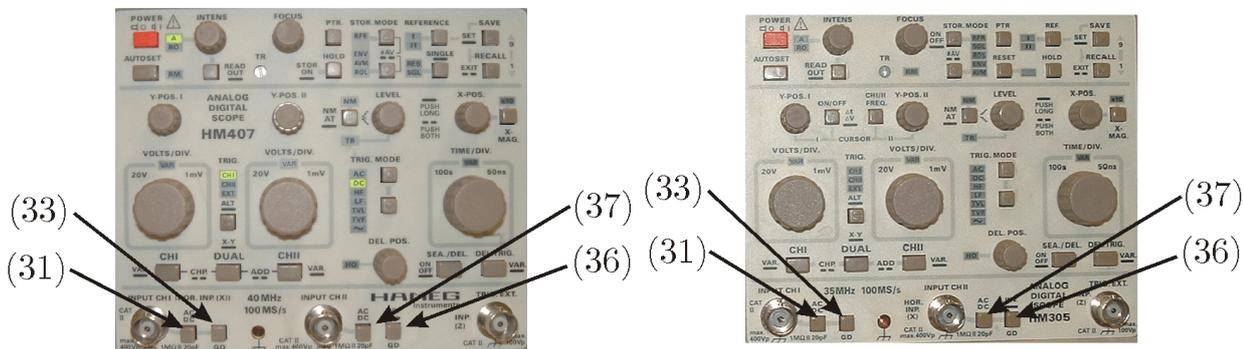


Figura 3.9: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se han marcado los siguientes controles: (31) Pulsador de selección de modo de acoplo AC y DC del Canal I, (37) Pulsador de selección de modo de acoplo AC y DC del Canal II, (33) Pulsador de selección de modo de acoplo GND del Canal I (36) Pulsador de selección de modo de acoplo GND del Canal II.

3.5.6. Modos de acoplamiento

La señal que conectamos a la sonda se puede acoplar de tres formas distintas:

- **Acoplo DC:** En este modo se ve la componente continua y la componente alterna. En el READ OUT se observa que junto a la información de la sensibilidad del canal aparece este símbolo = que indica el acoplo DC seleccionado (para más detalles ver la Figura 3.9).
- **Acoplo AC:** En este modo sólo se ve la componente alterna de la señal. El osciloscopio introduce un condensador que bloquea la componente continua y en consecuencia sólo se visualiza la componente alterna. La selección entre acoplo AC y DC se realiza con el botón (31) para el canal I y con (37) para el canal II. En el READ OUT se observa que junto a la información de la sensibilidad del canal aparece este símbolo ~ que indica el acoplo AC seleccionado (para más detalles ver la Figura 3.9).
- **Acoplo GND:** En este modo el osciloscopio desconecta internamente la señal y permite ajustar el nivel de referencia. Este acoplo se consigue pulsando (33) para el canal I y (36) para el canal II, (para más detalles ver la Figura 3.9).



Figura 3.10: Fotografía del generador de funciones HAMEG HM-81131-2 donde se ha marcado el control (12) Pulsador de selección del offset.

En el modelo HM 407 también se puede cambiar la referencia sin necesidad de activar el acoplo GND, ya que en READOUT de la pantalla se observa el símbolo de tierra

⊥

y se puede cambiar la posición de este símbolo. Sin embargo, el nivel de referencia se sitúa mucho mejor si realiza el acoplo a GND y ésta es la recomendación que damos a los alumnos para la realización de una mejor medida. En el READ OUT se observa que junto a la información de la sensibilidad del canal aparece este símbolo \perp que indica el acoplo GND seleccionado.

Vamos a ver los distintos modos de acoplo. Para eso generamos una señal con nuestro generador que tenga los siguientes parámetros:

- Frecuencia: 20 kHz
- Amplitud: 4 V pico a pico
- Offset: 2 V

Para fijar el offset pulsamos la tecla OFFS. (12) y con la ayuda del teclado (ó de la forma que queramos) fijamos un offset de 2 V, ver la Figura 3.10.

En primer lugar fijamos la referencia en el centro de la pantalla, para ello seleccionamos el modo de acoplo GND y movemos la referencia hasta el centro. Una vez ajustada la referencia desactivamos el modo de acoplo de GND y seleccionamos el modo de acoplo AC. Fijamos la base de tiempos más adecuada y la sensibilidad del canal 1 a 1 V/división. Observamos la forma de onda que tiene una amplitud de 4 divisiones y ahora acoplamos la señal en modo DC, observando cómo la señal se desplaza verticalmente dos divisiones.

Ejercicio 3.6. *Dibuje las señales que se obtienen en el osciloscopio en los acoplos DC y AC, con la sensibilidad indicada y la base de tiempos más adecuada.*

Cambie el offset del generador de señales varias veces y aprenda a medir el nivel del offset de una señal alterna con el osciloscopio.

3.5.7. Calibración o Compensación de las sondas

Todos los osciloscopios tienen un punto para poder calibrar las sondas (44), ver Figura 3.11. La importancia de la calibración o compensación de las sondas

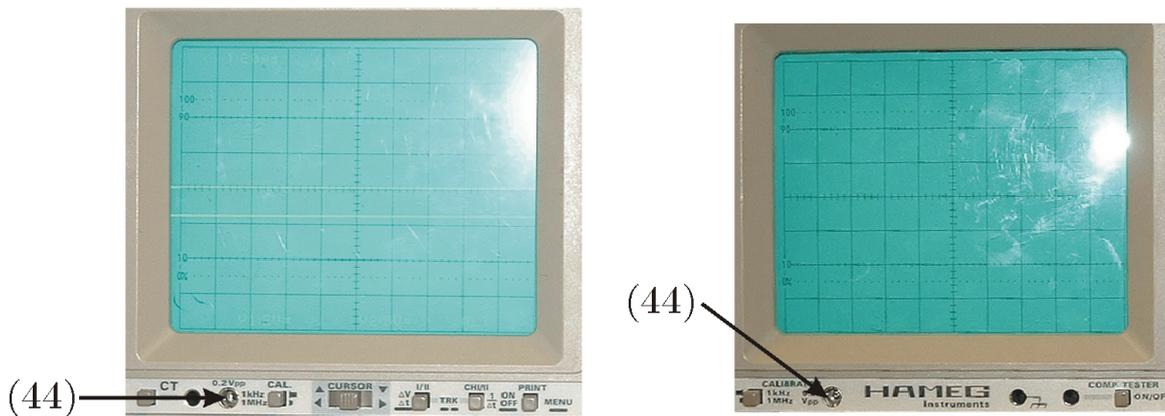


Figura 3.11: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado el control (44) Señal de compensación de las sondas.

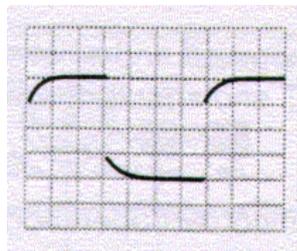


Figura 3.12: Representación gráfica de una señal cuadrada con una sonda sub-compensada.

ya se ha visto en las clases teóricas impartidas, ahora vamos a verlo en la práctica. Para ello, aunque se podría utilizar una señal interna que nos proporciona el osciloscopio, nosotros vamos a utilizar una señal generada con ayuda del generador de funciones. El siguiente procedimiento deberá ser realizado, aunque no se indique explícitamente, como paso previo a las medidas con la sonda, al menos al comienzo de cada sesión de prácticas, considerándose luego compensada durante el resto de la sesión si no se ha vuelto a manipular.

Ajustamos en el generador una señal de forma cuadrada con los siguientes parámetros:

- Frecuencia: 1 kHz
- Amplitud: 2 V pico a pico

Recuerde que el offset del generador debe de estar a cero.

Una vez que tenemos la señal conectamos la sonda, asegurándonos que está en el modo de atenuación $\times 10$. Ajustamos la base de tiempos a $100 \mu\text{s}/\text{div}$ y la sensibilidad del canal a $50 \text{ mV}/\text{div}$. Si observa, la sonda dispone de un tornillo (al lado del conmutador $\times 1$, $\times 10$) que permite realizar el ajuste del condensador que tiene en su interior la sonda. Variando este condensador se puede observar la Figura 3.12.

Cuando se produce la situación representada en la Figura 3.12 se dice que

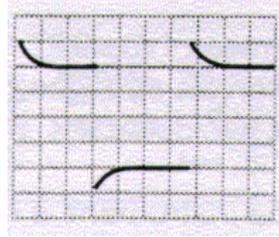


Figura 3.13: Representación gráfica de una señal cuadrada con una sonda sobrecompensada.

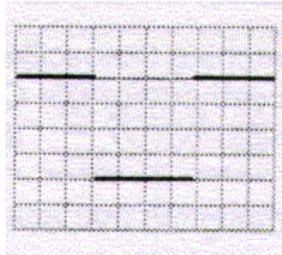


Figura 3.14: Representación gráfica de una señal cuadrada con una sonda compensada.

está subcompensada, es decir

$$R_2C_2 < R_1C_1$$

Cuando aparecen una representación como la de la Figura 3.13 se dice que la sonda está sobrecompensada, es decir

$$R_2C_2 > R_1C_1$$

Si aparece una forma de onda cuadrada como la representada en la Figura 3.14 se dice que la sonda está compensada, es decir

$$R_2C_2 = R_1C_1$$

Siendo R_2 y C_2 , la resistencia y capacidad de la sonda y R_1 y C_1 , la resistencia y capacidad equivalente de entrada del osciloscopio.

Ejercicio 3.7. *En primer lugar vamos a dejar la sonda exageradamente sobrecompensada o subcompensada y vamos a analizar su efecto en la posición $\times 10$. Para ello mediremos tres señales sinusoidales de amplitud 8 V pico a pico y ajustaremos la sensibilidad del canal a 100 mV/div, aunque si es necesario cambie este valor de sensibilidad del canal para poder observar correctamente la señal. La frecuencia de la señal será 100 Hz, 10 kHz y 10 MHz. Realice las medidas y complete la Tabla 3.4. ¿Qué observa?, ¿Se podrán realizar medidas de esta forma?*

Ejercicio 3.8. *Proceda a compensar la sonda. Una vez que esté compensada vamos a ver su efecto. Para ello mida las mismas tres señales que en el párrafo anterior y complete la Tabla 3.5. ¿Qué observa?, ¿Se pueden realizar medidas con la sonda compensada?*

Tabla 3.4: Medida de la amplitud pico a pico a diversas frecuencias utilizando una sonda no compensada.

Frecuencia	Amplitud (teórica)	Sensibilidad	Divisiones	Amplitud (medida)
100 Hz				
10 kHz				
10 MHz				

Tabla 3.5: Medida de la amplitud pico a pico a diversas frecuencias utilizando una sonda compensada.

Frecuencia	Amplitud (teórica)	Sensibilidad	Divisiones	Amplitud (medida)
100 Hz				
10 kHz				
10 MHz				

3.5.8. Funcionamiento en modo dual

En esta parte de la práctica necesitamos dos generadores de funciones, pues pretendemos visualizar simultáneamente en nuestro osciloscopio una señal procedente de nuestro generador de funciones, y una segunda señal procedente de otro generador distinto, que será el del puesto de al lado. Para ello nos pondremos de acuerdo con la pareja del puesto contiguo para realizar estos apartados simultáneamente. Utilizaremos la "T" para BNC's, colocándola en la salida del generador de funciones, con el fin de ofrecer la salida de este instrumento a dos latiguillos distintos, es decir, obtendremos una bifurcación de la salida. A una rama de la "T" conectaremos el latiguillo del generador de funciones (BNC-cocodrilos) que conectaremos a través de la sonda al canal 1 de nuestro osciloscopio. Ya tenemos la primera señal. A la otra salida de la "T" conectaremos el cable coaxial de 2 metros que se les ha proporcionado (BNC-BNC), y daremos el otro extremo de este cable a la pareja de al lado, que habrá realizado lo mismo en su puesto y nos dará el extremo de su cable coaxial a nosotros que conectaremos al canal 2 de nuestro osciloscopio directamente (como el coaxial es BNC-BNC no se utiliza la sonda). Ya tenemos la segunda señal. En este momento debemos poder visualizar en el canal 1 de nuestro osciloscopio la señal de nuestro generador de funciones y en el canal 2 la señal del generador del puesto de al lado. La asignación de las señales a los canales de los osciloscopios será de igual forma en los dos puestos.

Los parámetros de las señales de los generadores de funciones son:

- Frecuencia: 100 kHz
- Amplitud: 5 V pico a pico

Activaremos el modo dual del osciloscopio (25), para ello pulsaremos brevemente el botón correspondiente. Ajustaremos las sensibilidades de los canales y la base de tiempos.

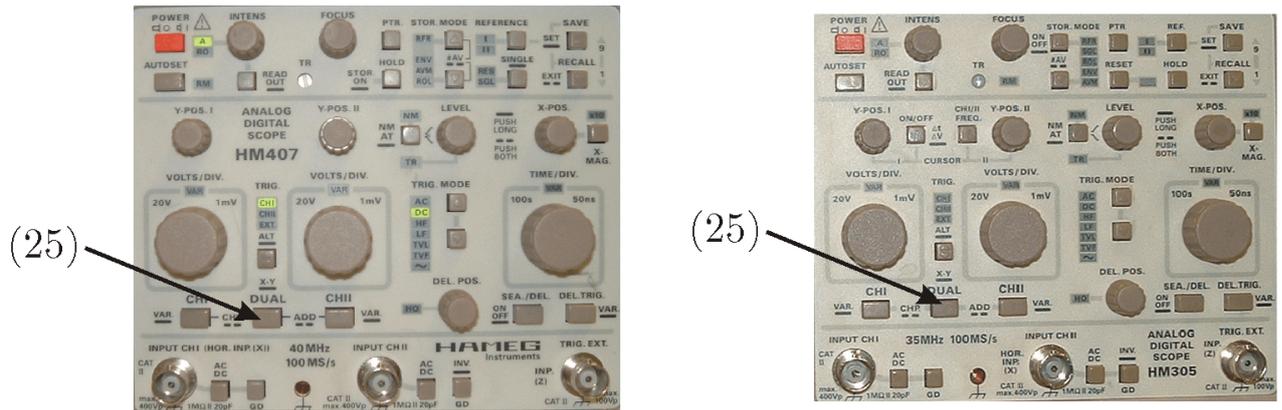


Figura 3.15: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado el control (25) Pulsador para activar el modo dual.

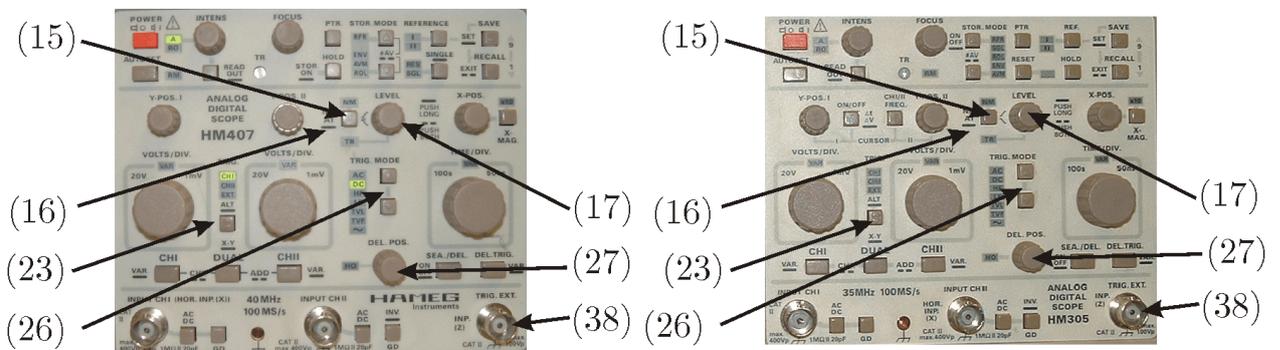


Figura 3.16: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado el control (23) Pulsador para seleccionar la fuente de disparo (38) Conector BNC de la entrada externa de disparo (15) Pulsador para cambiar la pendiente de la señal de disparo y el modo de disparo, (16) LED que nos indica el modo de disparo y (27) Mando para cambiar el HOLD OFF.

Ejercicio 3.9. *Observe y dibuje como aparecen las dos formas de onda. ¿Qué observa?*

3.5.9. Selección de la fuente de disparo

Continuando con el mismo montaje y configuración, ahora veremos el papel de la fuente de disparo. Ésta se selecciona con (23), para más detalles ver la Figura 3.16. Cuando se dispara con el canal 1 su señal se verá fija y lo más probable que la señal del canal 2 se desplace a lo largo de la pantalla. Si no es así, póngase de acuerdo con sus compañeros y varíen ligeramente la frecuencia de una de las dos señales. Si seleccionamos como disparo el canal 2, ahora la señal que se quedará fija será la del canal 2 y la que se moverá será la del canal 1.

Ejercicio 3.10. *¿Puede comentar lo que ocurre? Si no ha alterado la frecuencia de la señal puede intentar parar la señal que se desplaza variando ligeramente (los últimos decimales) la frecuencia de una de las señales. Póngase de acuerdo*

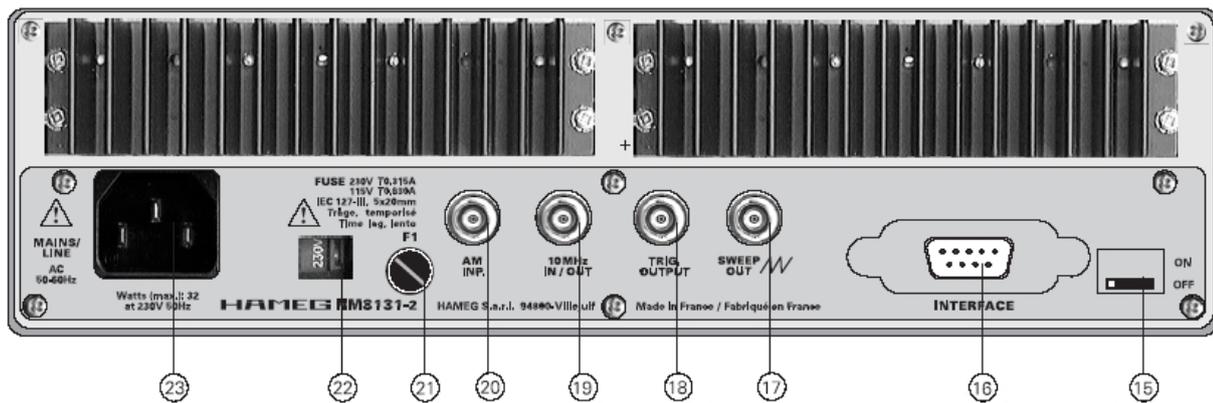


Figura 3.17: Fotografía de la parte posterior del generador de funciones HAMEG HM-8131-2.

con sus compañeros y seleccionen los dos la misma fuente de disparo y cambien sólo la frecuencia de una de las señales.

También existe una posibilidad de disparo con una señal externa. Para explicar su funcionamiento cambiaremos de montaje. Trabajaremos sólo con el canal 1 y ya no necesitaremos el puesto de al lado. En el canal 1 conservaremos la señal de nuestro generador de funciones, con los mismos parámetros fijados en el apartado anterior. Y a continuación vamos a disparar esta señal mediante una señal externa que nosotros elegiremos, en lugar de dejar que el osciloscopio realice el disparo de forma interna y automática. La señal de disparo externa la obtendremos también del generador de funciones pero a través de con un conector de salida adecuado, que se encuentra en el panel posterior y etiquetado como TRIG. OUTPUT (18) y que conectaremos al osciloscopio en el conector TRIG. EXT. —(38) ver Figuras 3.17 y 3.16— mediante el cable coaxial BNC-BNC.

Seleccione la fuente externa de disparo (23) y observe la forma de onda. Para comprender su funcionamiento utilizaremos la opción fase del generador de funciones. Vamos a generar una onda con fase 0 grados, 45 grados y 90 grados y observaremos en la pantalla el resultado de la señal. La forma de cambiar la fase de la señal es la siguiente: Pulse la tecla Menú (3) Las opciones que presentará son:

*** MAIN MENU 1 ***

Sweep Arb Mode ->

Pulse la flecha y el menú que aparece es:

*** MAIN MENU 2 ***

Mod Phi Option <-

Si selecciona la posibilidad Phi el menú que aparece es el siguiente:

Phase: 0.0 deg

- val + ◀ cur ▶

Y en este momento se puede establecer la fase deseada de la señal con la ayuda del teclado.

Ejercicio 3.11. *¿Qué ocurre al seleccionar la fase de la señal? Ahora realizaremos el mismo experimento pero con disparo interno, utilizando como fuente de disparo*

el canal 1. **Asegúrese que ha desconectado la fuente externa de disparo, retirando del conector TRIG. EXT. el cable coaxial.** ¿Qué puede decir del resultado obtenido? ¿Qué diferencias observa respecto al caso anterior, de disparo externo?

3.5.10. Señal de disparo

En primer lugar vamos a ver el modo de funcionamiento del disparo automático. El osciloscopio tiene un mando —(17) ver Figura 3.16— que permite regular el nivel de la señal de disparo. Se observa que variando dicho nivel la señal presentada comienza en un nivel de tensión distinto. Cambie el nivel y observe como cambia el valor de comienzo de la señal visualizada.

Además tiene un pulsador para cambiar la pendiente de la señal de disparo —(15) ver Figura 3.16—, pulsándolo brevemente se cambia la pendiente de disparo. Cambie varias veces la pendiente y observe como varía la señal representada. En el READ OUT se observa uno de los siguientes símbolos

}┌

ó

}└

dependiendo de si la pendiente es positiva o negativa.

El pulsador —(15) ver Figura 3.16— permite cambiar de modo de disparo. Si se pulsa prolongadamente se pasa del modo manual (disparo normal) al modo automático (disparo sobre valores de pico automático) y viceversa. Si el LED (16) —ver Figura 3.16— de NM está iluminado, el equipo funciona en modo de disparo normal.

En el modo de disparo normal con el potenciómetro LEVEL se puede variar el nivel de la señal de disparo, observe cómo aparece una marca en la parte izquierda del READOUT y mientras la marca se encuentra dentro de los márgenes de la señal se obtiene una imagen estable y el diodo LED de disparo encendido —(16) ver Figura 3.16—, por el contrario cuando el nivel supera los límites de la señal la imagen desaparece y el diodo LED del disparo se apaga, quiere decir que en ese caso no hay señal de barrido.

En el modo automático cuando el nivel de disparo está dentro de los límites de la señal se obtiene una señal estable y el diodo LED de disparo estará encendido. Cuando el nivel está fuera de los márgenes de la señal se genera una señal de barrido automáticamente que hace que aparezca una señal no estable en la pantalla. Esta señal se puede parar, es decir obtener una señal estable, con la ayuda del potenciómetro de HOLD OFF —(27) ver Figura 3.16—.

Ejercicio 3.12. ¿Ha sido posible "parar" la señal? Asegúrese de que el TRIG. MODE está en posición DC para facilitar el proceso ¿A qué se debe la dificultad? Si le resulta difícil parar la señal pruebe con una señal de 1kHz.

Todos los osciloscopios tienen la posibilidad de seleccionar el acoplo de la señal de disparo. En nuestro caso (26) —ver Figura 3.16—, los posibles modos de acoplo

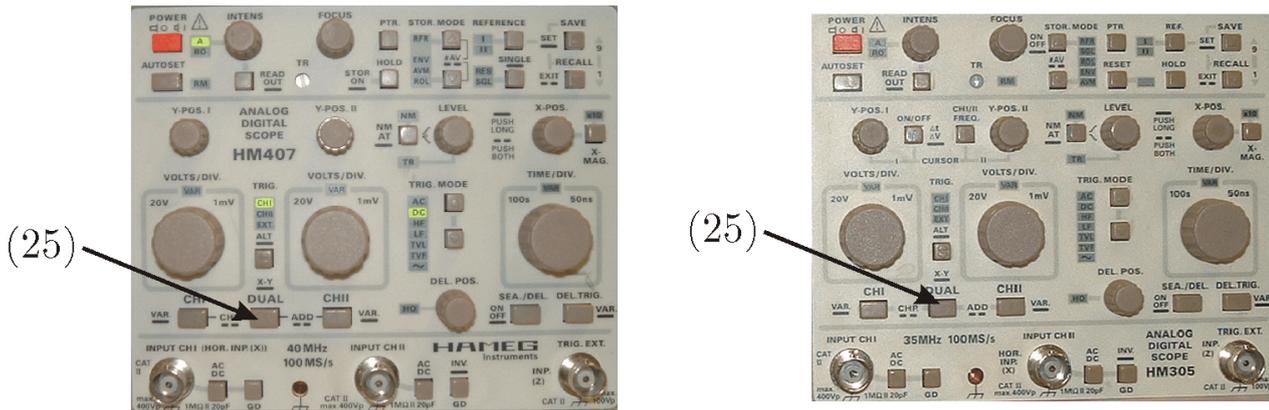


Figura 3.18: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado el control (25) Pulsador para activar el modo dual o el modo XY.

de la señal de disparo son:

- AC: Modo de acoplo en AC, quiere decir que la señal continua es bloqueada o suprimida.
- DC: Modo de acoplo en DC.
- HF: Modo de acoplo en alta frecuencia. En este modo se filtra la señal y se eliminan las componentes de baja frecuencia.
- LF: Modo de acoplo en baja frecuencia. En este modo se filtra la señal y se eliminan las componentes de alta frecuencia.
- TVL: Disparo de TV con los pulsos de sincronismo de línea.
- TVF: Disparo de TV con los pulsos de sincronismo de cuadro.
- Disparo de red: Se utiliza la señal de red para producir el disparo.

Los modos habituales de acoplar la señal de disparo son AC y DC.

3.5.11. Modo XY

Vuelva a conectar la señal de su generador y la de su compañero de la misma forma que en el apartado 3.5.8 (Funcionamiento en modo dual). Ahora vamos a ver el modo de funcionamiento XY. Esta función se activa con la pulsación prolongada de la tecla (25), para más detalles ver la Figura 3.18. En este modo de funcionamiento queda desconectada la base de tiempos. El desvío en X se realiza mediante la señal conectada en el canal 1. La sensibilidad del canal 1 se utiliza para el ajuste de la amplitud en la dirección X. La señal conectada en el canal 2 provoca la desviación en el canal Y. El mando de sensibilidad se utiliza para ajustar la amplitud en la dirección Y. La base de tiempos no juega ningún papel en este modo. Active la función XY y compruebe todo lo anterior.

La mejor forma de visualizar las señales es que las dos tengan la misma amplitud y las sensibilidades de los canales sean las mismas.

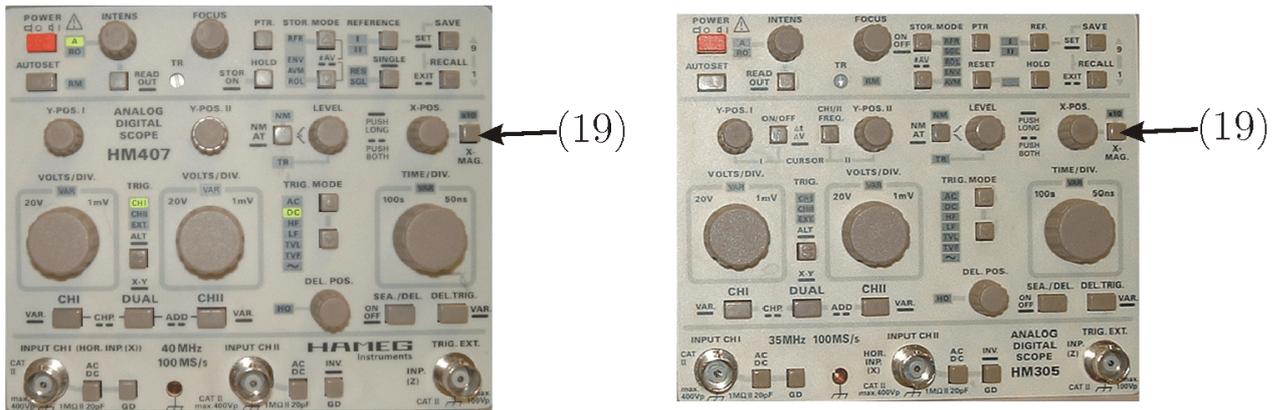


Figura 3.19: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado el control (19) Pulsador para activar el modo “MAGx10”.

Ejercicio 3.13. *¿Qué figura ha obtenido?, ¿Qué le ocurre a las señales?, ¿Por qué? Cambie la frecuencia de las señales y dibuje dos ejemplos de las figuras que obtiene. Las frecuencias deben ser múltiplos. Este tipo de figuras se conoce con el nombre de “Figuras de Lissajous”. Obtenga alguna relación entre las frecuencias de las señales y el número de lóbulos de la figura obtenida.*

3.5.12. Funcionamiento en modo “MAG x10”

Los osciloscopios suelen tener un modo de funcionamiento en el que se activa una expansión por 10 en la dirección x (es decir en la base de tiempos).

Veamos su funcionamiento. Seleccione una señal sinusoidal de 10 kHz y la base de tiempos de 100 μ s/div.

Ejercicio 3.14. *¿Cuál es su periodo? ¿Cuántas divisiones de pantalla ocupa? ¿Cuántos periodos ve en la pantalla? Pulse ahora el botón de MAG x 10 —(19) ver Figura 3.19— ¿Qué observa?, ¿Puede explicar el funcionamiento de este pulsador? Observe como el READ OUT ha cambiado. Explíquelo.*

3.5.13. Funcionamiento en modo suma

En este modo el osciloscopio nos presentará la suma o diferencia de la dos señales conectadas en las entradas canal 1 y canal 2. Este modo de funcionamiento se activa y desactiva pulsando simultáneamente las teclas DUAL y CHII —(22) y (25) ver Figura 3.20— y exige alguna atención:

- Los coeficientes de deflexión de los dos canales (sensibilidades) deben tener el mismo valor.
- La referencias de los canales deben de estar en la misma posición.

Ahora le pido que compruebe lo anterior. Para ello utilice una señal sinusoidal de 10 kHz y 4 V pico a pico y además una tensión continua obtenida de la fuente

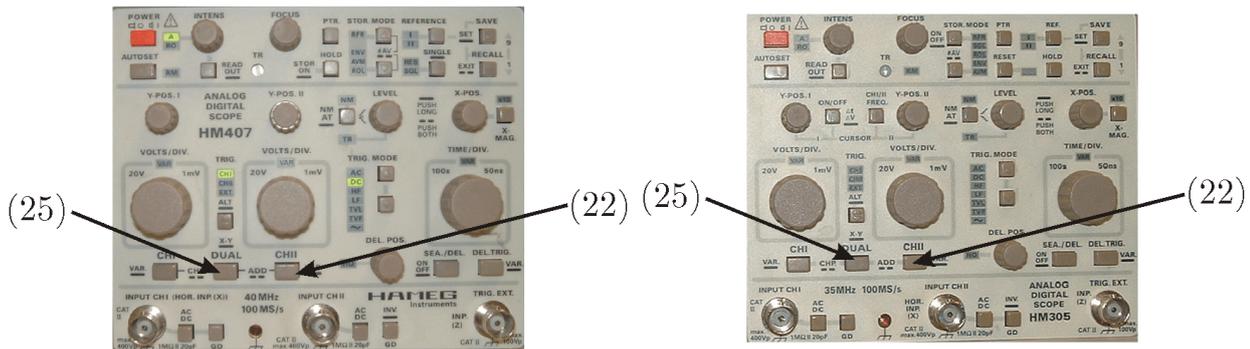


Figura 3.20: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado los pulsadores (22) y (25).

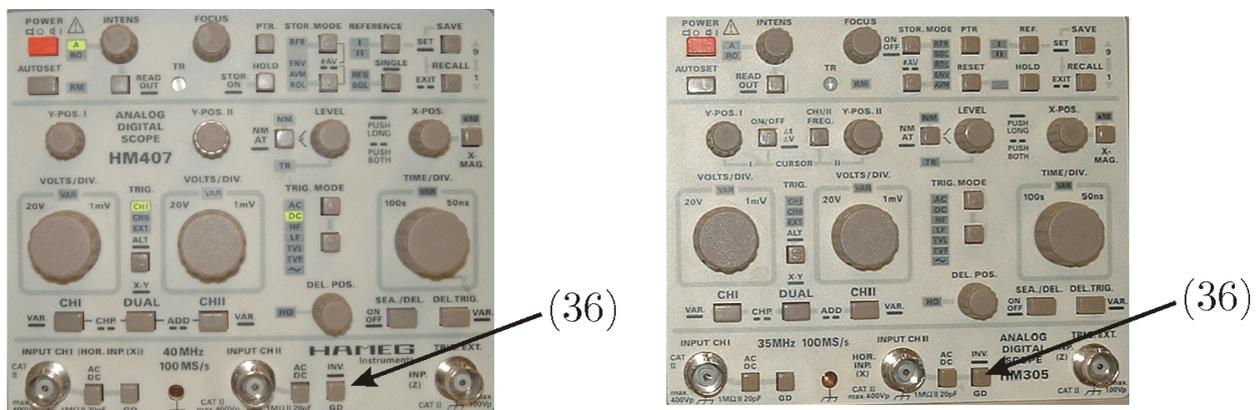


Figura 3.21: Fotografía de los osciloscopios HAMEG HM-407 y HAMEG HM-305 donde se ha marcado el pulsador (37) para invertir la señal del canal II.

de alimentación de 4 V (ajuste el límite de corriente de la fuente de alimentación a 500 mA). La señal del generador se conectará al canal 1 del osciloscopio y la señal de la fuente de alimentación se conectará al canal 2, para ello conecte el cocodrilo rojo de la fuente de alimentación a la sonda del osciloscopio del canal 2. Fije las referencias de los canales, seleccione el acoplo adecuado a cada canal, la fuente de disparo y la base de tiempos.

Ejercicio 3.15. *Antes de activar el modo suma, visualice simultáneamente las dos señales en el osciloscopio y dibuje el resultado. ¿Observa las dos señales? Si la respuesta es negativa conecte el cocodrilo negro de la fuente de alimentación al cocodrilo negro de la sonda del canal 2 del osciloscopio. Si no entiende la razón, por favor léase el apartado 3.11. Active el modo suma y dibuje el resultado, incluido el READ OUT. ¿Qué ocurre si las sensibilidades de los canales no son iguales?, ¿Qué ocurre si las dos referencias no están situadas en el mismo sitio?*

También se pueden restar las señales si se invierte la señal del canal 2 con la ayuda de la tecla correspondiente —(37) ver Figura 3.21— con una pulsación prolongada.

Ejercicio 3.16. *Repita el apartado anterior, pero activando la resta de señales.*

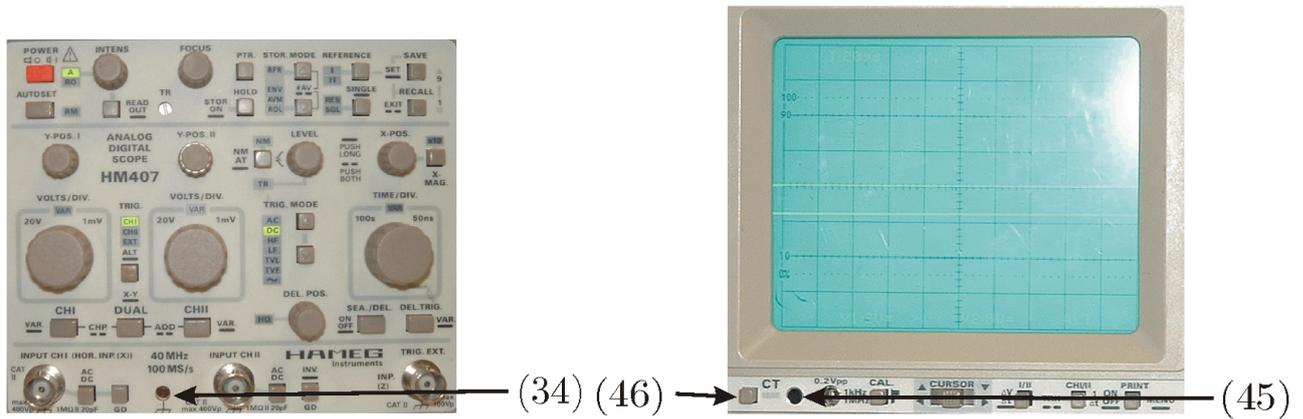


Figura 3.22: Fotografía de los controles del osciloscopios HAMEG HM-407 para activar el modo de comprobación de componentes.

En el modo suma, en el READ OUT se obtiene la siguiente presentación

$$CH1:1V= + CH2:1V=$$

ó

$$Y1:1V= + Y2:1V=$$

dependiendo del modelo. Si la señal del canal 2 está invertida la lectura del READ OUT será

$$CH1:1V= + \overline{CH2}:1V=$$

ó

$$Y1:1V= + \overline{Y2}:1V=$$

Si uno de los acoplos está en modo GND, por ejemplo el del canal 2, nos informa de esta situación el READ OUT de la siguiente forma

$$CH1:1V= + \overline{CH2}: \perp$$

ó

$$Y1:1V= + \overline{Y2}: \perp$$

3.5.14. Funcionamiento en modo de comprobación de componentes (CT)

Los osciloscopios disponen de un modo para comprobar componentes electrónicos. La forma de seleccionar este modo es pulsando la tecla correspondiente —(45) para más detalles ver las Figuras 3.22 y 3.23—. El componente a comprobar se conecta en los bornes correspondientes —(45) y (34) para más detalles ver las Figuras 3.22 y 3.23—.

IMPORTANTE: Los componentes a probar deben de estar desconectados de los circuitos.

Para realizar la conexión del componente al osciloscopio utilice las bananas de la fuente de alimentación. Conecte la banana al osciloscopio y el cocodrilo al terminal del componente.

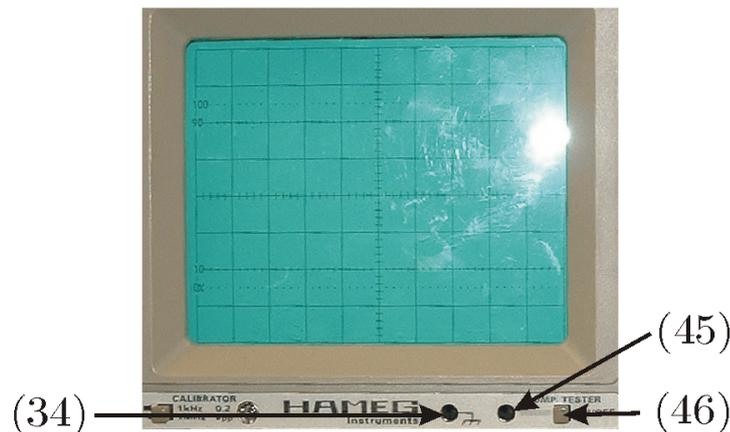


Figura 3.23: Fotografía de los controles del osciloscopio HAMEG HM-305 para activar el modo de comprobación de componentes.

El fundamento de la medida es el siguiente: el osciloscopio nos proporciona una señal, mediante un transformador de red interno, que se aplica al componente a comprobar y a una resistencia interna del osciloscopio, esta señal se aplica al canal horizontal y la caída de tensión en la resistencia se utiliza para la deflexión del canal vertical.

En el caso de medida de resistencias (componente resistivo puro) las dos señales que se aplican a los canales horizontal y vertical tienen la misma fase. En la pantalla aparece una línea más o menos inclinada. Si el componente a comprobar presenta un cortocircuito, la línea será vertical. La inclinación de la línea es un indicador del valor de la resistencia. Con esto se pueden comprobar resistencias entre 20Ω y $4,7 \text{ k}\Omega$.

Ejercicio 3.17. *Dibuje e interprete los resultados al comprobar resistencias de diversos valores en el modo CT.*

Los condensadores y las bobinas provocan una diferencia de fase entre la corriente y la tensión, así también entre las señales que se aplican a los canales de deflexión de ahí que resulten figuras elípticas. La inclinación y la apertura de elipse son significativas para el valor de la impedancia a la frecuencia de prueba (en este caso la de red —50 Hz—). Los condensadores se deben de comprobar descargados.

La interpretación de la figura elíptica es la siguiente:

- Una elipse con el eje principal horizontal significa alta impedancia (capacidad pequeña o inductancia grande)
- Una elipse con el eje principal vertical significa impedancia pequeña (capacidad grande o inductancia pequeña)
- Una elipse inclinada significa una resistencia de pérdida relativamente grande en serie con la impedancia.

Ejercicio 3.18. *Compruebe lo anterior con cuatro condensadores de diferente*

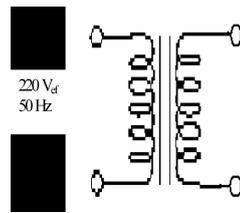


Figura 3.24: Representación esquemática de un transformador.

valor de los que se les ha proporcionado. Indique el valor del componente en cada gráfico, e interprete los resultados de forma cualitativa.

En la comprobación de un diodo se observa una curva que indica el paso de no conducción a conducción.

Ejercicio 3.19. Realice la comprobación de un diodo, incluyendo el resultado del osciloscopio y la explicación del resultado.

3.6. Medida de la señal obtenida con el transformador

En la práctica primera se midió con el multímetro la resistencia del transformador, con éste desconectado de la red, del primario y del secundario. En este momento, una vez conocido el funcionamiento del osciloscopio se va a visualizar la señal o forma de onda obtenida por el transformador a partir de la señal proporcionada por la red eléctrica.

Ejercicio 3.20. Vamos a visualizar la forma de onda que se obtiene a la salida del transformador cuando se conecta a la red. Para ello utilice los latiguillos del multímetro para conectar la salida del transformador a la sonda del osciloscopio. Dibuje aproximadamente la forma de onda que obtiene e indique, y calcule si corresponde, la amplitud obtenida tanto en unidades de V_p como su V_{ef} , suponiendo que la forma de onda obtenida es una senoide perfecta. Indique también su frecuencia. Justifique el resultado.

Ejercicio 3.21. En el esquema de la Figura 3.24 se puede observar una representación de un transformación de baja frecuencia como los que usamos en el laboratorio. Conocida la tensión nominal de entrada, correspondiente a la red eléctrica, calcula la relación del número de espiras del primario al secundario, utilizando la relación siguiente y sin olvidar que se han de utilizar las mismas unidades de medida para el voltaje del primario y secundario.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

3.7. Medida de señales alternas con el multímetro

Con la ayuda del multímetro mediremos el valor eficaz de distintas señales y completaremos la Tabla 3.6. La forma de seleccionar la forma de onda en el

Tabla 3.6: Valor eficaz para distintos tipos de señales y para frecuencias distintas

Tipo de señal	Frecuencia	Amplitud pico a pico	Valor eficaz (V)
Sinusoidal	2 kHz	14,14 V	
Sinusoidal	20 kHz	14,14 V	
Sinusoidal	15 MHz	14,14 V	
Triangular	2 kHz	14,14 V	
Triangular	20 kHz	14,14 V	
Triangular	1 MHz	14,14 V	
Cuadrada	2 kHz	14,14 V	
Cuadrada	20 kHz	14,14 V	
Cuadrada	15 MHz	14,14 V	
Rampa dependiente positiva	2 kHz	14,14 V	
Rampa dependiente positiva	20 kHz	14,14 V	
Rampa dependiente positiva	100 kHz	14,14 V	
Rampa dependiente negativa	2 kHz	14,14 V	
Rampa dependiente negativa	20 kHz	14,14 V	
Rampa dependiente negativa	100 kHz	14,14 V	

generador es la siguiente. El menú que aparece al encender el generador es:

Fr: 100.000000 KHz

►Sin Tri Sqr ->

Con la flecha se puede acceder al siguiente menú:

Fr: 100.000000 KHz

+Rmp -Rmp Spc <-

La forma de seleccionar el tipo de onda es la siguiente:

- Señal sinusoidal: Se activa con la tecla correspondiente del menú Sin
- Señal triangular: Se activa con la tecla correspondiente del menú Tri
- Señal cuadrada: Se activa con la tecla correspondiente del menú Sqr
- Señal con forma de rampa con pendiente positiva: Se activa con la tecla correspondiente del menú +Rmp
- Señal con forma de rampa con pendiente negativa: Se activa con la tecla correspondiente del menú -Rmp

Ejercicio 3.22. Complete la Tabla 3.6 ¿Qué observa de las distintas medidas realizadas, coinciden con los valores esperados? Para su justificación lea las especificaciones del multímetro en el modo de medida AC que se le proporcionan en el apartado 3.10.

Para finalizar generaremos una señal sinusoidal de frecuencia 100 kHz, de amplitud 5 V pico a pico y un offset de 0 V y realizaremos la medida del voltaje en el multímetro tanto en AC como en DC.

Ejercicio 3.23. *¿Qué resultados ha obtenido?, ¿Por qué? Ahora la señal tendrá un offset de 1 V y realizaremos las mismas medidas. ¿Qué resultados ha obtenido? ¿Por qué?*

Ejercicio 3.24. *Calcule el factor de forma de las distintas formas de onda que ha medido a partir de las medidas experimentales reflejadas en la tabla 3.6. ¿Coinciden con los factores de forma teóricos o esperados de dichas señales? Si no conoce los valores de forma teóricos de las diferentes formas de onda deberá calcularlos. ¿Hay alguna diferencia entre el factor de forma experimental de la rampa con pendiente positiva y con pendiente negativa?*

3.8. Comportamiento del generador de funciones

Ahora con la ayuda del osciloscopio veremos la forma de onda de los distintos tipos de señales que podemos generar y el aspecto que presenta al variar su frecuencia.

Ejercicio 3.25. *¿Hasta qué frecuencia se mantiene la forma de onda de cada tipo? ¿Qué observa en relación a las especificaciones de las formas de onda del generador de funciones? Para su justificación consulte el apartado 3.9*

3.9. Especificaciones de las formas de onda del generador HM8131-2

El rango de frecuencias para cada una de las formas de onda es:

- Sinusoidal 0.0001 Hz a 15 MHz
- Triangular 0.0001 Hz a 1 MHz
- Cuadrada 0.0001 Hz a 15 MHz
- Rampa 0.0001 Hz a 100 kHz

3.10. Especificaciones del multímetro para la medida de voltajes AC

Las escalas en el modo de medida de voltajes en AC son las siguientes: 100 mV, 1 V, 10V, 100V y 750 V. En la Tabla 3.7 se encuentran las exactitudes correspondientes, al multímetro en el modo de medida de voltajes AC

También se producen una serie de errores adicionales que se expresan como un tanto por ciento sobre la lectura. Estos errores son de baja frecuencia y dependen del tipo de filtro elegido en la medida. En la Tabla 3.8 se encuentran los errores adicionales en baja frecuencia.

Tabla 3.7: Especificaciones de exactitud para la medida de voltajes AC.

Rango	Frecuencia	Exactitud
100,0000 mV	3 Hz - 5 Hz	1,00+0,03
	5 Hz - 10 Hz	0,35+0,03
	10 Hz - 20 kHz	0,04+0,03
	20 kHz - 50 kHz	0,10+0,05
	50 kHz - 100 kHz	0,55+0,08
	100 kHz - 300 kHz	4,00+0,50
1,000000 V a 750,000 V	3 Hz - 5 Hz	1,00+0,02
	5 Hz - 10 Hz	0,35+0,02
	10 Hz - 20 kHz	0,04+0,02
	20 kHz - 50 kHz	0,10+0,04
	50 kHz - 100 kHz	0,55+0,08
	100 kHz - 300 kHz	4,00+0,50

Tabla 3.8: Errores adicionales en baja frecuencia.

Frecuencia	Filtro AC Lento	Filtro AC Medio	Filtro AC Rápido
10 Hz - 20 Hz	0	0,74	-
20 Hz - 40 Hz	0	0,22	-
40 Hz - 100 Hz	0	0,06	0,73
100 Hz - 200 Hz	0	0,01	0,22
200 Hz - 1 kHz	0	0	0,18
>1 kHz	0	0	0



Figura 3.25: Representación esquemática de la toma de tierra.

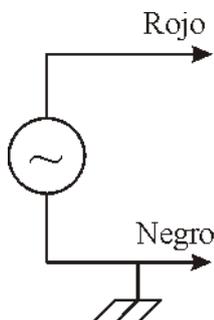


Figura 3.26: Representación esquemática del generador de funciones.

3.11. El conexionado interno en los instrumentos de nuestro laboratorio

3.11.1. Introducción

Los equipos del laboratorio, por cuestiones de seguridad, constan de tomas de tierra. En los enchufes de alimentación de nuestro Laboratorio verán que además de los dos agujeros hay un par de pestañas metálicas, esa es la toma a tierra de la red eléctrica. Es decir entre dos pestañas metálicas de dos enchufes distintos la resistencia, idealmente sería cero, es decir tenemos un cortocircuito. **Si un equipo A tiene un punto P_A conectado a la toma de tierra de la red eléctrica, y otro equipo B tiene un punto P_B conectado a la toma de tierra de la red eléctrica, entonces los puntos P_A y P_B están cortocircuitados.** Esta es la razón de que cables, o partes, de distintos equipos estén cortocircuitados. Por ejemplo, el generador de funciones tiene el cocodrilo negro conectado a la toma de tierra, y el osciloscopio tiene los dos cocodrilos negros conectados a la toma de tierra, y por eso, todos estos cables están cortocircuitados. Conocer cómo están realizadas las tomas a tierra nos permitirá saber quién está cortocircuitado con quién.

A continuación se presentan esquemas de los equipos utilizados en la práctica de hoy especificando el conexionado de las tomas a tierra con los terminales de los equipos. El símbolo que utilizamos para representar la toma de tierra se puede ver en la Figura 3.25.

3.11.2. Representación esquemática del generador de funciones HM 8131-2

En la Figura 3.26 se ha representado esquemáticamente el generador de funciones HM 8131-2. En dicho esquema se observa como el cocodrilo negro del generador de funciones está conectado a la toma de tierra.

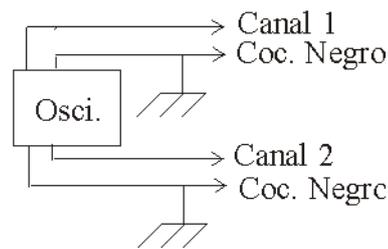


Figura 3.27: Representación esquemática de los osciloscopios HM 407 y HM 305. En dicha figura se destaca el conexionado a tierra de los dos cocodrilos del instrumento.

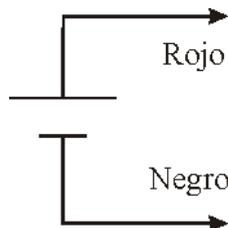


Figura 3.28: Representación esquemática de la fuente de alimentación. En esta representación se observa como ninguno de los dos cocodrilos (rojo y negro) están conectados a tierra.

3.11.3. Representación esquemática del osciloscopio HM 407 y HM 305

En la Figura 3.27 se observa la representación esquemática de los osciloscopios que tienen en el laboratorio. En dicha figura se observa como los cocodrilos negros de las sondas están conectados a la toma de tierra, de modo que están cortocircuitados entre sí y con el cocodrilo negro del generador de funciones.

3.11.4. Representación esquemática de la fuente de alimentación HM 7042-2

En la Figura 3.28 se observa la representación esquemática de la fuente de alimentación HM 7042-2.

En el equipo existe un toma a tierra pero ninguno de los dos cables —rojo (+) y negro (-)— están conectados a ella. Debido a esto, la fuente no está cortocircuitada con los otros equipos (el generador de funciones y el osciloscopio).

3.11.5. Ejemplos de medida con el generador de funciones y el osciloscopio

Imaginemos que tenemos el montaje representado en la Figura 3.29 y a continuación, se nos pide realizar las medidas V_{BA} y V_{CB} utilizando el osciloscopio.

A continuación, se describen dos posibles montajes para realizar la medidas

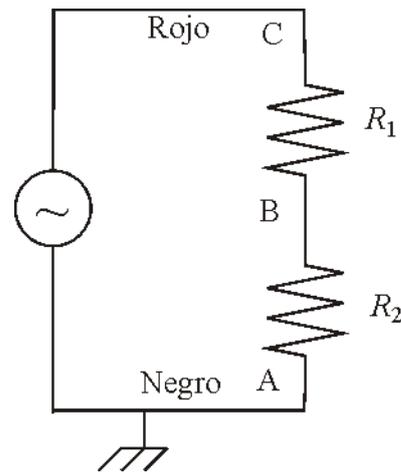


Figura 3.29: Montaje del generador de funciones en paralelo con dos resistencias R_1 y R_2 en serie.

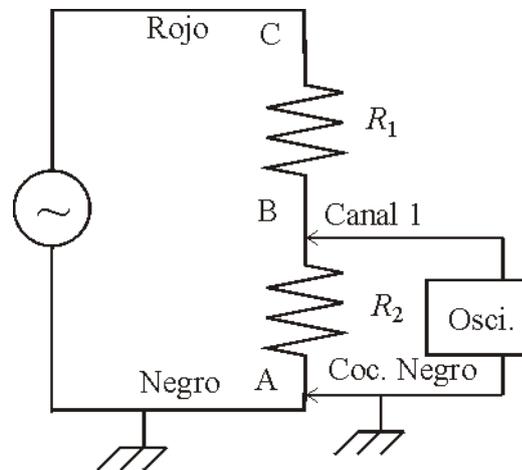


Figura 3.30: Representación esquemática para la medida con el osciloscopio de la caída de tensión V_{BA} del circuito de la Figura 3.29. En este montaje se observa como los cocodrilos negros del generador de funciones y del osciloscopio están conectados entre sí.

de V_{BA} . En el montaje, cuya representación se puede ver en la Figura 3.30, se observa como los cocodrilos negros del generador y del osciloscopio se muerden, mientras que en el montaje, cuya representación se puede ver en la Figura 3.31, el cocodrilo negro del osciloscopio está “al aire”, pero no da problemas ya que está al mismo potencial que el punto A.

El montaje de la Figura 3.32 intenta medir la caída de tensión en bornas de R_1 . Se trata de un montaje incorrecto, ya que si se dan cuenta los puntos A y B están cortocircuitados. Así pues, la resistencia R_2 está cortocircuitada, y por tanto se está alterando el circuito (equivale a tener un cable de resistencia 0 entre los puntos A y B en lugar de la resistencia), y por tanto la medida será incorrecta. Una solución para medir la caída de tensión entre C y B es pinchar con el canal 1 del osciloscopio en el punto C (para medir V_{CA}) y con el canal 2 en el punto B (para medir V_{BA}), y realizar la resta de los dos canales. Al restar se obtiene V_{CB} . Por supuesto los cocodrilos de las sondas de los dos canales o no están conectadas o se conectan ambos al punto A del circuito, es decir al cocodrilo

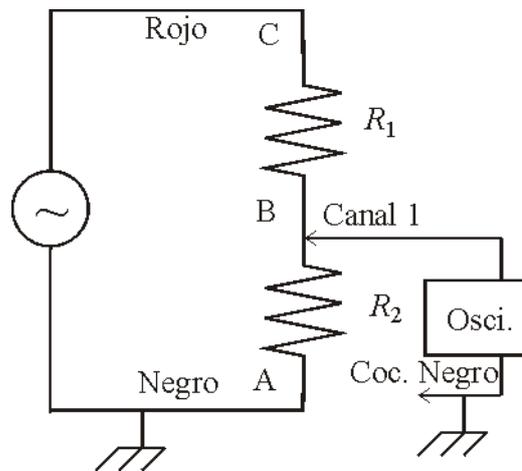


Figura 3.31: Representación esquemática para la medida de la tensión V_{BA} del circuito de la Figura 3.29 utilizando el osciloscopio. En dicho montaje se observa como el cocodrilo de la sonda del osciloscopio no está conectado con el cocodrilo del generador de funciones. La razón hay que buscarla en que ya están conectados entre sí a través del cable de tierra de la instalación eléctrica.

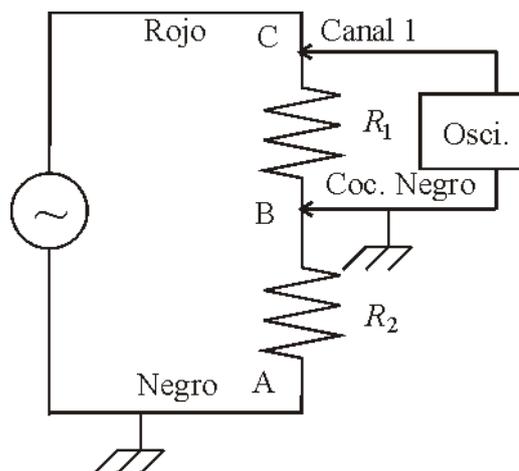


Figura 3.32: Representación esquemática de un montaje erróneo para la medida de la caída de tensión entre C y B del circuito de la Figura 3.29 utilizando el osciloscopio. En este montaje se observa como se ha cortocircuitado la resistencia R_2 debido al conexionado interno de los instrumentos, alterando el circuito que se quería medir.

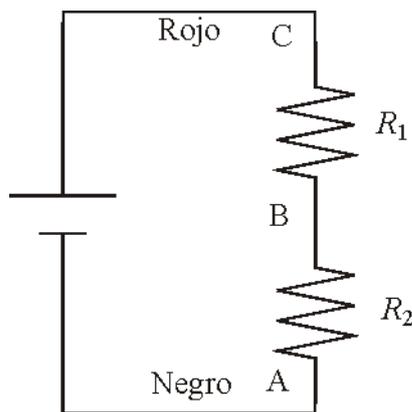


Figura 3.33: Representación esquemática del montaje de una fuente de alimentación en paralelo con las resistencias R_1 y R_2 .

negro de generador de funciones.

Como resumen recuerden estos puntos importantes:

- Conecten **siempre** los dos cocodrilos del generador de funciones a dos puntos del circuito (no dejen ninguno de sus cocodrilos “al aire”).
- El cocodrilo negro del generador y los cocodrilos negros del osciloscopio están conectados a la toma de tierra (cortocircuitados), por lo tanto hay que tener cuidado con la forma en que se conecta el osciloscopio.
- Pueden conectar el cocodrilo negro del osciloscopio al cocodrilo negro del generador (Figura 3.30) o bien dejarlo “al aire” (Figura 3.31). Es preferible conectar el cocodrilo de la sonda (recuerde lo que ocurría al visualizar la forma de onda) pero cuando los conecten tengan en cuenta lo que ocurrió con el montaje representado en la Figura 3.32.
- Como norma general cuando utilicen los dos canales del osciloscopio deben conectar los dos cocodrilos al mismo punto, pero recuerde el punto anterior.

3.11.6. Ejemplos de medida con la fuente de alimentación y el osciloscopio

Si ahora tenemos el circuito de la Figura 3.33 y queremos realizar las medidas V_{BA} y V_{CB} utilizando el osciloscopio, ¿Cómo debemos conectar el osciloscopio?

La respuesta es sencilla. Los posibles montajes se pueden ver en las siguientes figuras:

- Montaje A: Ver Figura 3.34. Este montaje es correcto ya que el osciloscopio tiene la referencia bien situada.
- Montaje B: Ver Figura 3.35. Este montaje no es correcto ya que el osciloscopio no tiene la referencia situada en ningún punto del circuito.
- Montaje C: Ver Figura 3.36. Este montaje es correcto ya que el osciloscopio tiene la referencia bien situada y como la fuente de alimentación no está conec-

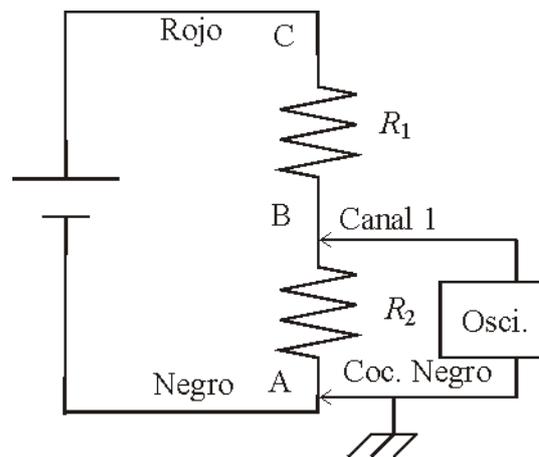


Figura 3.34: Representación esquemática del montaje A para la medida de la caída de tensión V_{BA} del circuito de la Figura 3.33.

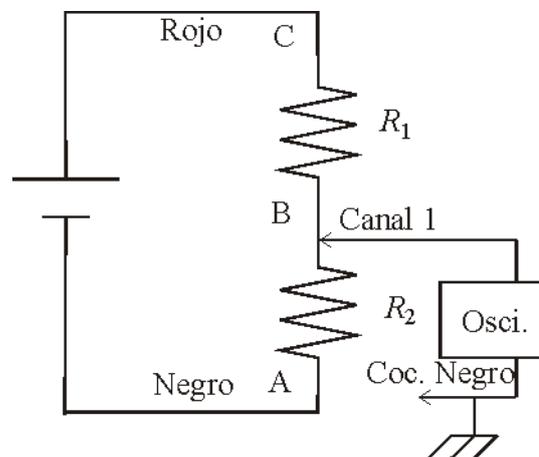


Figura 3.35: Representación esquemática del montaje B para la medida de la caída de tensión V_{BA} del circuito de la Figura 3.33.

tada a tierra no hay que tomar precauciones, salvo que se mida con los dos canales simultáneamente.

Como resumen en el caso de la medida de tensiones en circuitos con la fuente de alimentación usando el osciloscopio, recuerde:

- Puesto que ninguno de los cables de la fuente de alimentación está conectado a la toma de tierra, no hay conflictos con el osciloscopio, de modo que éste puede conectarse como se quiera, salvo que se midan dos tensiones simultáneamente con los dos canales entonces debe tener precaución a la hora de colocar los cocodrilos de las sondas.
- Es necesario conectar todos los cocodrilos, tanto de la fuente como del osciloscopio, a algún punto del circuito. Es decir, ningún cocodrilo debe quedar “al aire”. Y recuerde el punto anterior.
- Todo lo dicho en este apartado es válido si en lugar de utilizar la fuente de alimentación, se utilizara uno de los transformadores del laboratorio (recuerde que al igual que ocurre con la fuente de alimentación, el transformador no tiene ninguno de sus cables conectados a la toma de tierra).

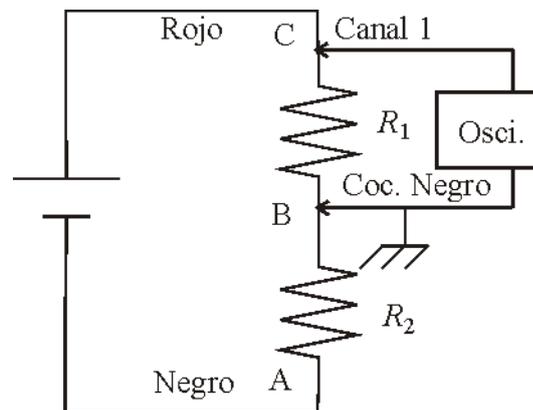


Figura 3.36: Representación esquemática del montaje C para la medida de la caída de tensión V_{CB} del circuito de la Figura 3.33.