

Tema I: Elementos de un circuito

1 Placa de soporte

Los elementos pasivos de interés desde la perspectiva de este manual son dispositivos de dos terminales. Para configurar el circuito tales elementos se disponen sobre placas como la mostrada en la parte izquierda de la figura I.1. Dichas placas suelen denominarse *placas de entrenador*. Uno de los terminales de un elemento se inserta en uno de los agujeros de la placa y el segundo, en otro.

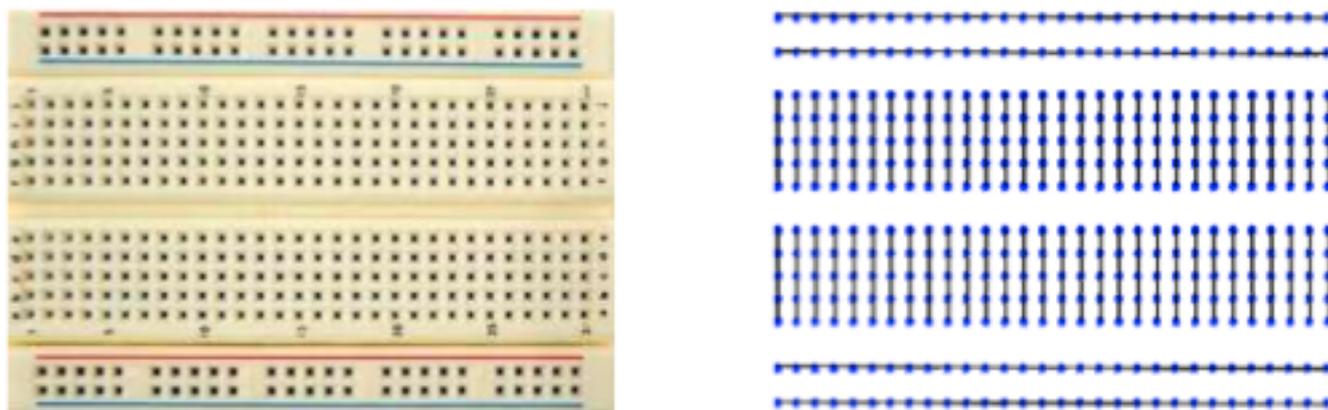


Figura I.1. Placa de entrenador. Izquierda: aspecto real. Derecha: conexiones internas de la placa.

Al disponer los elementos sobre la placa de entrenador debe tenerse en cuenta que ésta tiene un conexionado interno, que se muestra en la parte derecha de la figura I.1. De esta forma, los agujeros de la placa no son independientes entre sí, sino que varios de ellos se agrupan para dar lugar a un único nudo. Considérese, por ejemplo, toda la fila superior de agujeros de la placa; están conectados internamente entre sí, con lo que constituyen un solo nudo. En otras palabras, sea cual sea el agujero de la fila superior en el que insertemos un terminal de un elemento en todos los casos se trata del mismo nudo. Este tipo de conexión se repite en la otra fila superior (que determina también un único nudo, pero distinto del correspondiente a la fila precedente) y en las dos filas inferiores. En las columnas las agrupaciones en un solo nudo se hacen en vertical de modo que los cinco agujeros de una columna constituyen ese nudo.

Para efectos de montaje, poner en cortocircuito un elemento significa insertar un cable entre los dos nudos a los que está conectado dicho elemento.

Las fuentes y los elementos de medida se conectan a los nudos a los que deben unirse mediante latiguillos terminados en *cocodrilos* que se unen (por simple agarre de los dientes de los cocodrilos) al terminal de cualquier elemento que esté conectado al nudo de interés.

2 Resistencias

Las resistencias utilizadas en el contexto al que se refiere este manual tienen la apariencia indicada en la figura I.2.

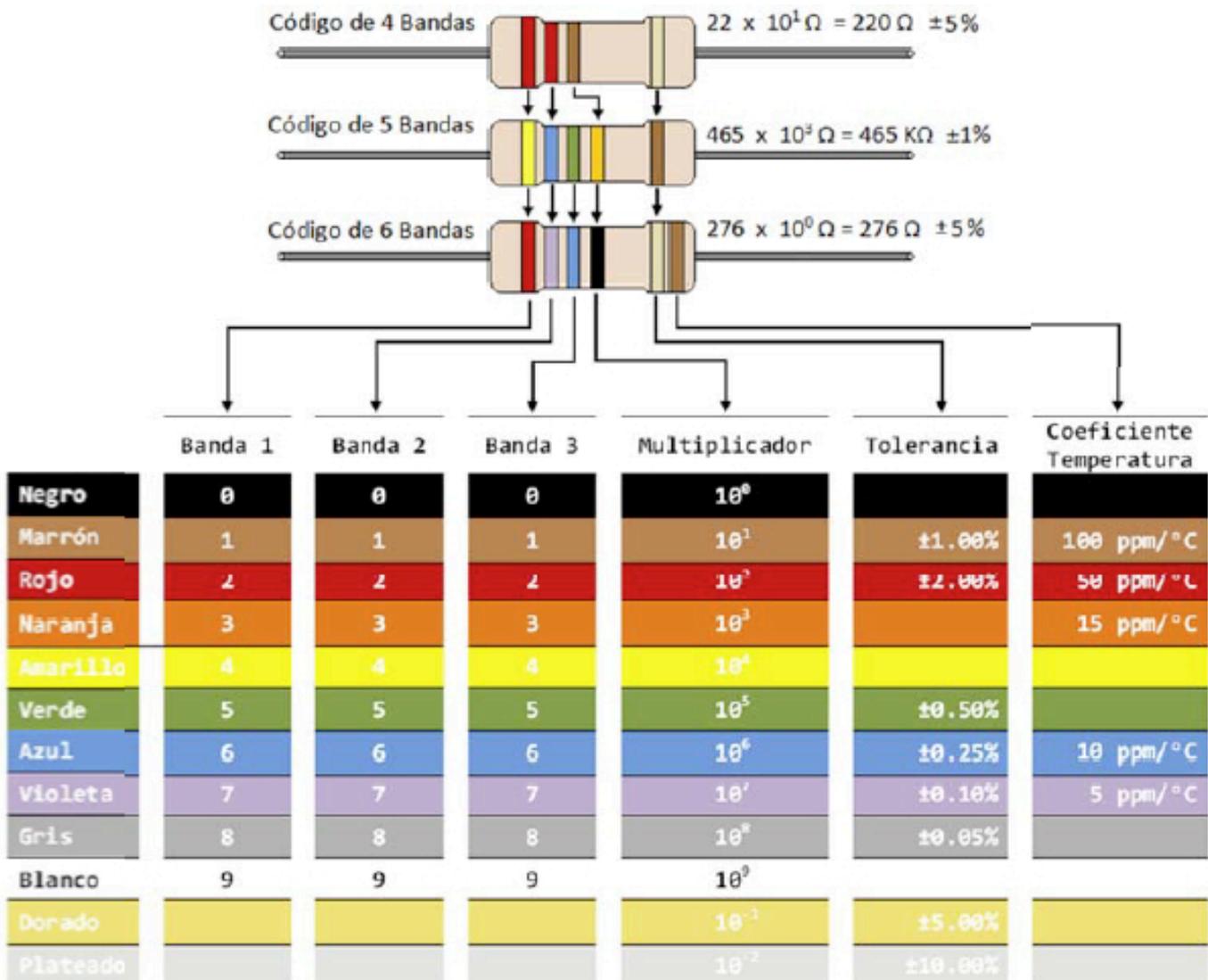


Figura I.2. Códigos de colores para la identificación de las resistencias utilizadas en relación con este manual.

Como puede observarse, hay tres posibles códigos de colores para determinar el valor de una resistencia. Cada uno de ellos se diferencia de los restantes principalmente por el número de bandas de color que requiere.

- El código de cuatro bandas (4B) únicamente incluye dos cifras significativas para el valor de la resistencia, mientras que el de cinco (5B) y el de seis (6B) tienen tres cifras significativas.

- Tras las cifras significativas, en todos los códigos una nueva banda sirve para introducir el factor de multiplicación; es decir, el exponente de 10 que da el número por el que ha de multiplicarse el formado por las cifras significativas.
- La siguiente banda es, en todos los códigos, la tolerancia; es decir, el tanto por ciento de diferencia máxima que hay entre el valor nominal de la resistencia y su valor real. Esta diferencia es debida, principalmente, a imperfecciones en el proceso de fabricación utilizado para obtener una resistencia.
- La última banda, presente únicamente en el código 6B, indica el coeficiente de temperatura de la resistencia; es decir, cuánto varía dicha resistencia por cada grado centígrado que sube o baja la temperatura con relación a la nominal de funcionamiento (que suele ser la temperatura ambiente).

Obsérvese que la lectura del código identificativo de la resistencia empieza siempre por el extremo de ésta donde hay más barras de colores.

La figura I.3 tiene los contenidos de la figura I.2 que se refieren al código 4B, pero presentados en una forma alternativa.

Color	1era y 2da banda	3ra banda	4ta banda	
	1era y 2da cifra significativa	Factor multiplicador	Tolerancia	%
plata		0.01		+/- 10
oro		0.1		+/- 5
negro	0	x 1	Sin color	+/- 20
marrón	1	x 10	Plateado	+/- 1
rojo	2	x 100	Dorado	+/- 2
naranja	3	x 1,000		+/- 3
amarillo	4	x 10,000		+/- 4
verde	5	x 100,000		
azul	6	x 1,000,000		
violeta	7			
gris	8	x 0.1		
blanco	9	x 0.01	www.unicrom.com	

Figura I.3. Características del código de cuatro bandas de color utilizado en la identificación de resistencias.

3 Capacidades

En el contexto al que se refiere este manual utilizaremos un tipo particular de elementos capacitivos que reciben el nombre de *condensadores*.

Hay distintos tipos de condensadores. Dos de los más utilizados en la práctica son los electrolíticos y los cerámicos. La figura I.4 muestra un ejemplo de condensador electrolítico.



Figura I.4. Ejemplo de condensador electrolítico.

Los condensadores electrolíticos permiten disponer de valores de capacidad más elevados que si se utilizan condensadores cerámicos. Los terminales positivo y negativo de estos condensadores han de ser colocados en el orden correcto; de lo contrario se corre el riesgo de dejarlos inservibles al causarles un quemado o una perforación interna. El valor y la polaridad de un condensador electrolítico se indican explícitamente en su encapsulado, sin utilizar códigos de ningún tipo.

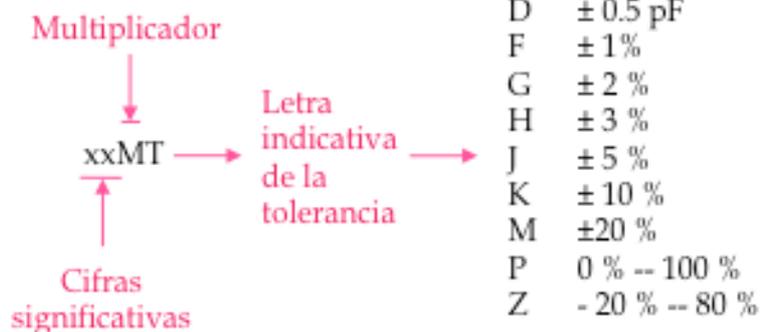
En la figura I.5 se muestra la estructura genérica de un condensador cerámico, que está libre de las restricciones sobre las conexiones que afectan a los electrolíticos. Hay dos códigos posibles para identificar los valores de estos condensadores, ambos también resumidos en la figura I.5.

Código alfanumérico

Código de colores



Los colores denotan los mismos valores que en las resistencias



La combinación de cifras significativas y multiplicador da el valor de la capacidad en pF

Figura I.5. Condensador cerámico y códigos identificativos.

Uno de ellos es un código de bandas de colores con bastantes similitudes con el código 4B utilizado para identificar resistencias. El segundo es un código alfanumérico que, con la ayuda

de dos cifras significativas y un multiplicador (el número de ceros que hay que añadir tras la segunda cifra significativa), expresa el valor de la capacidad en pF. Por ejemplo, los códigos 473 y 561 corresponden a unos valores de capacidad de 47000 y 560 pF, respectivamente.

4 Inductancias

Hay numerosas formas de realizar inductancias en la práctica. Las utilizadas en conexión con los contenidos de este manual son bobinas de montaje superficial, a las que se han acoplado patillas para poder utilizarlas en el laboratorio. Carecen de marcado explícito (hay que determinar su valor a partir de medidas). Su aspecto, tal como dichos elementos vienen de fábrica, es el mostrado en la figura I.6.

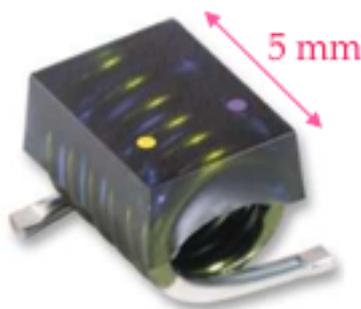


Figura I.6.. Ejemplo de bobina utilizada en relación con los contenidos de este manual.

5 Fuentes de tensión continua

Se trata de elementos que suministran una tensión continua, seleccionada por el usuario, a uno o más elementos conectados a ellos.

La más utilizada en el contexto al que se refiere este manual es la fuente Promax FAC-662B, mostrada en la figura I.7. En realidad este equipo incluye dos fuentes de tensión continua (S1 y S2), cuyas conexiones y mandos pueden utilizarse de forma independiente o combinada. En este segundo caso las fuentes se interconectan internamente de modo que, de cara al exterior, operen en unas condiciones determinadas. La selección del modo independiente o de cualquiera de los tres modos combinados se realiza pulsando el botón correspondiente en el botón frontal. Las características más relevantes de los modos combinados son las indicadas a continuación.

- Modo simétrico. Se establece una tensión nula en el terminal negativo de S1 y el terminal positivo de S2. El conjunto funciona como una sola fuente, con el terminal positivo en S1 y el negativo, en S2. Los mandos de esta segunda fuente dejan de estar operativos con lo que las condiciones de funcionamiento se regulan con los de S1.
- Conexión en serie. Es idéntica al modo simétrico, pero con la particularidad de que los mandos de S2 no dejan de estar operativos, con lo que es posible seleccionar voltajes no simétricos en ambas fuentes.

- Conexión en paralelo. La única fuente operativa es S1. Sin embargo, internamente está en paralelo con S2 con lo que el efecto es como si se hubiera duplicado el límite de la corriente máxima que puede entregar aquélla.

Panel frontal



Modos de funcionamiento

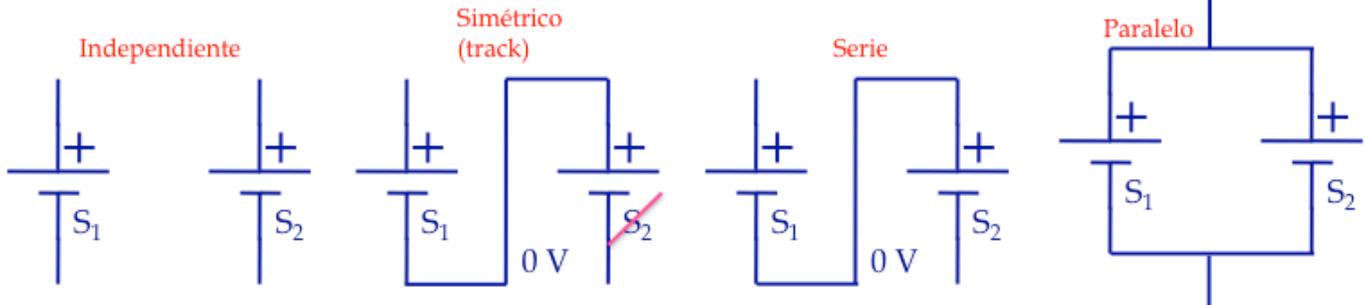


Figura I.7. Panel frontal y modos de funcionamiento de la fuente de tensión continua Promax FAC-662B.

Para cada fuente la tensión que ha de entregar se selecciona mediante sus respectivos mandos *coarse* y *fine*, incluidos en el panel frontal. El primero permite establecer un valor aproximado de la tensión, valor que a continuación se ajusta con el otro mando. Al fijar la tensión de una fuente también queda fijada la corriente que entrega (es función de los dispositivos conectados a la fuente). Los valores de la tensión y la corriente que proporciona una fuente pueden verse en las pantallas correspondientes del panel frontal; tales pantallas tienen muy poca precisión por lo que, en general, no deben usarse para determinar valores del circuito sometido a medida. Las magnitudes correspondientes a cada fuente se seleccionan mediante los botones correspondientes del panel frontal.

La máxima corriente que puede entregar cada fuente (corriente límite) se ajusta mediante el mando correspondiente situado en el panel frontal. Suele imponerse una limitación de corriente cuando existe el riesgo (por las características de los elementos conectados a ella) de que aquélla se haga demasiado elevada y produzca algún tipo de daño en la fuente o en los elementos a los que está proporcionando la alimentación. La limitación de corriente se realiza cortocircuitando la fuente (conectando un cable entre sus terminales positivo y negativo) y ajustando el mando hasta que se tenga el valor deseado. En una fuente limitada en corriente se produce un descenso en la tensión que entrega cuando se le conecta un elemento que, de acuerdo con la ley de Ohm, requiere una corriente superior a la correspondiente al límite.

Cuando el límite de corriente está actuando la fuente deja de comportarse como un elemento que proporciona una tensión fija para pasar a funcionar como si fuera una fuente independiente de corriente continua. En las prácticas a las que se refiere este manual es habitual imponer un límite de 30 mA para la corriente proporcionada por la fuente.

Otra fuente de características similares a las de la fuente que acabamos de considerar es la Blausonic FA-325, cuyo panel frontal se muestra en la figura I.8.



Figura I.8. Panel frontal de la fuente de alimentación continua Blausonic FA-325.

Este elemento incluye una fuente continua ajustable en tensión y corriente, y dos fuentes fijas de tensión continua, que suministran tensiones de 12 y 5 V, respectivamente. Su funcionamiento es prácticamente idéntico al de la fuente mencionada más arriba.

6 Polímetro

Un polímetro es un elemento que permite realizar distintos tipos de medidas en un circuito. En este manual nos limitaremos a considerar los tres tipos básicos de medidas; es decir, aquéllos en los que el elemento se utiliza para determinar valores de resistencias (el polímetro funciona como óhmetro), tensiones (voltímetro) y corrientes (amperímetro).

La figura I.9 muestra dos ejemplos de polímetros. En el contexto al que se refiere este manual utilizaremos exclusivamente el que se encuentra a la izquierda de la figura; se trata del elemento Hameg hm8012.

Funcionamiento como voltímetro.

Para medir la tensión entre dos puntos de un circuito se coloca el polímetro en posición de medidor de tensión. A continuación se indica si se desea realizar medidas en continua o en

alterna y se selecciona la escala de trabajo (V, mV). La medida se realiza tocando con las puntas en los dos puntos cuya diferencia de tensión se desea obtener (evidentemente, si los dos puntos corresponden a los terminales de un elemento, esto significa que el voltímetro se ha de disponer en paralelo con dicho elemento); los cables de medida deben estar conectados a los terminales V/ Ω /T/dB (el positivo) y COM (el negativo). El resultado de la medida aparece en la pantalla del aparato.

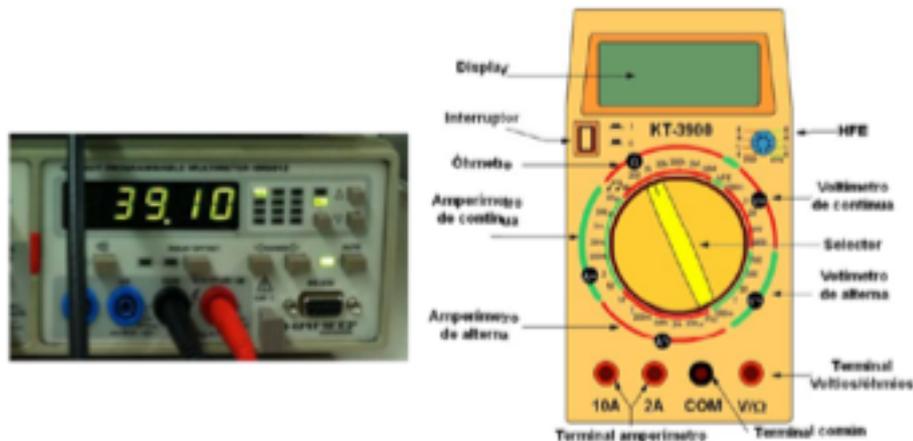


Figura I.9. Paneles frontales de dos aparatos utilizados como polímetros.

A la hora de realizar una medida debe empezarse por seleccionar la escala de trabajo más elevada, a menos que se tenga una idea bastante precisa del valor de la tensión que se va a medir (por ejemplo, si vamos a medir una pila de 1.5 V, no es necesario empezar por la escala de 100 V), y luego ir bajando la escala hasta tener la precisión deseada. También es posible dejar que el polímetro ajuste la escala de trabajo a las condiciones de la tensión a medir; para ello se pulsa la tecla *Auto*.

Funcionamiento como amperímetro.

Para medir la corriente que circula por una rama de un circuito se coloca el polímetro en posición de medidor de corriente. A continuación se indica si se desea realizar medidas en continua o en alterna y se selecciona la escala de trabajo (μ A, mA, A). Los cables de medida deben estar conectados a los terminales correspondiente. La mayoría de los amperímetros actuales tienen dos terminales distintos para la medida de corrientes: una, de potencia, con la que es posible medir hasta 10 A y una segunda, más precisa, para valores más pequeños (comprendidos habitualmente entre 200 y 500 mA). De nuevo el terminal COM es el negativo y como positivo se selecciona el marcado con A o el marcado con mA, dependiendo del valor que suponemos que vamos a medir. El resultado de la medida aparece en la pantalla del aparato.

En este caso también es aplicable la regla ya expuesta para el voltímetro de empezar seleccionando la escala de trabajo más elevada. De hecho, tal regla es más importante que cuando el polímetro funciona como voltímetro, puesto que es relativamente fácil que se produzca una corriente anormalmente elevada que dañe el aparato o, como mínimo, inutilice su fusible. También es posible dejar que el polímetro ajuste la escala de trabajo a las condiciones de la corriente a medir; para ello se pulsa la tecla *Auto*.

Téngase en cuenta que, para medir la corriente que circula por una rama de un circuito, aquélla ha de pasar por el amperímetro. En otras palabras, el amperímetro ha de estar en serie con los restantes elementos incluidos en la rama. Ello requiere, forzosamente, alterar la configuración que tenía el circuito antes de hacer la medida, al contrario de lo que sucedía cuando el polímetro se utilizaba como voltímetro (en ese caso bastaba añadir el aparato).

Funcionamiento como óhmetro.

Para medir una resistencia ésta no debe estar conectada a ningún otro elemento del circuito. De lo contrario, lo que estaríamos midiendo sería la combinación en paralelo de la resistencia de interés y los restantes elementos conectados a ella.

Los cables de medida se conectan a los mismos terminales que se utilizaban cuando el polímetro se empleaba como voltímetro. Para seleccionar la escala de trabajo están disponibles las posibilidades *Auto*, $M\Omega$, $K\Omega$ y Ω .

La mayoría de los polímetros tienen una posición de medida de continuidad (es decir, si existe un camino eléctrico ininterrumpido entre dos puntos). Se utiliza cuando queremos confirmar que, a pesar de haber obtenido un valor nulo o casi nulo para una resistencia, ésta efectivamente conduce la corriente de un extremo a otro. En muchos casos, esta funcionalidad suele estar acompañada de un aviso sonoro. En el caso del polímetro Hameg hm8012 hay que pulsar la tecla del altavoz para activarla.

7 Generador de señal

Un generador de señal es un aparato capaz de proporcionar una señal variable con el tiempo (que más arriba hemos denominado, de forma incorrecta pero ilustrativa, *señal alterna*)¹ con distintas formas de onda (sinusoidal, cuadrada, dientes de sierra, etcétera). La señal queda definida por su tensión de pico (valor máximo de la señal)² o por su tensión pico a pico (diferencia de tensión entre los valores máximo y mínimo de la señal), así como por su frecuencia (el número de veces que la señal se repite en un segundo, que coincide con el inverso del periodo).

El generador de señal utilizado en las prácticas a las que se refiere este manual es el Hameg hm8030. Una vista de su panel frontal aparece representada en la figura I.10.

La señal proporcionada por el generador se obtiene en la toma marcada como $50\ \Omega$ OUTF.

La tecla *Function* permite seleccionar la forma de onda de la señal.

En el mando *Amplitude* se selecciona la tensión de pico de la señal. Dos botones situados un poco más arriba de la conexión de salida permiten atenuar 20 o 40 dB la señal que se entrega a un circuito externo. En las prácticas a las que se refiere este manual es habitual utilizar una atenuación de 20 dB.

¹ Las señales proporcionadas por este aparato son periódicas; es decir, se repiten a intervalos regulares de tiempo.

² Se trata de lo que en la teoría convencional de circuitos (TCC) se define como amplitud de una señal variable con el tiempo.



Figura I.10. Panel frontal del generador de señal Hameg hm8030.

Un botón específico permite seleccionar la frecuencia de la señal que ha de entregar el generador.

8 Osciloscopio

Un osciloscopio es un instrumento de medida que permite visualizar la variación de una señal con el tiempo. Aunque puede ser utilizado para caracterizar señales continuas, lo más habitual es emplearlo para examinar señales que varían con el tiempo de forma periódica. En general, la representación de una señal en la pantalla del aparato corresponde a una situación de régimen permanente, pero los osciloscopios más recientes, de tipo digital, permiten visualizar señales correspondientes a una situación de régimen transitorio.

El osciloscopio utilizado en las prácticas a las que concierne este manual es el mostrado en la figura I.11 (Hameg hm303; analógico, ancho de banda de 35 MHz). Este aparato tiene numerosas funciones y posibilidades de ser utilizado, pero únicamente nos referiremos a las que revisten mayor interés con relación a tales prácticas. Este osciloscopio es de dos canales, lo cual indica que es posible representar simultáneamente las variaciones de dos señales con el tiempo; sin embargo, en nuestro caso estamos interesados únicamente en la representación de una sola señal.

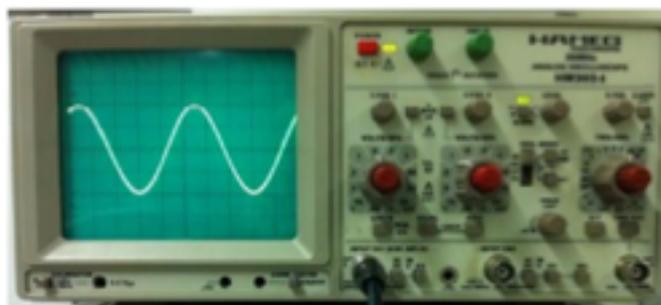


Figura I.11. Panel frontal del osciloscopio Hameg hm303.

Algunos de los botones y mandos más relevantes del osciloscopio son los que se indican seguidamente.

- INTENS. Permite regular la intensidad del haz de electrones cuyo impacto sobre la pantalla muestra la variación temporal de la señal.
- FOCUS (enfoque). Permite regular la nitidez de la representación.
- TIME/DIV (tiempo por división -base de tiempos-). Permite especificar a qué intervalo temporal corresponde cada una de las divisiones horizontales de la rejilla superpuesta a la pantalla. El periodo de la señal es el número de divisiones que hay entre dos picos o dos valles de la señal multiplicado por el valor indicado por este mando. La frecuencia de la señal es el inverso del periodo.
- VOLTS/DIV (voltios por división -sensibilidad-). Permite especificar a cuántos voltios corresponde cada una de las divisiones verticales de la rejilla superpuesta a la pantalla.
- Botón AC-DC (componente continua). Permite la visualización del nivel de continua presente en la señal o la supresión del mismo. Esta función resulta especialmente útil cuando el nivel de continua de la señal es mucho mayor que el máximo valor alcanzado por la señal variable con el tiempo. Por ejemplo, supóngase que se trata de visualizar la señal $v(t) = 10 + 0.1\cos(2\times\pi\times 800\times 10^3t)$ V, estando el tiempo expresado en segundos. La componente continua vale 10 V en todo momento, pero el máximo valor alcanzado por la componente variable es 0.1 V. La representación no permite distinguir los detalles de la componente variable, ya que su amplitud es muy pequeña comparada con la componente continua. La activación de la función indicada permite que se represente únicamente la componente variable, con lo que las características de ésta ya pueden ser apreciadas con mayor detalle. Una forma de comprobar prácticamente la relevancia de esta función consiste en conectar el generador de señal al osciloscopio y activar la función *offset* en el primero.
- Botones Y-POS y X-POS (desplazamientos X-Y). Permite desplazar la representación a distintas zonas de la pantalla. Este desplazamiento no debe ser confundido con la función que realiza el botón AC-DC. Para situar el origen de la coordenada vertical puede utilizarse el botón GD (de *ground -tierra, masa-*) y situar el eje horizontal de la representación en el centro de la pantalla.

