

## **Anexo 1: Instrumental de laboratorio**

---

### **Objetivos**

En las prácticas de esta asignatura se van a manejar una serie de instrumentos de laboratorio. No es el objetivo de estas prácticas aprender a manejarlos, pues el alumno ya ha pasado por este laboratorio en otras asignaturas y debe conocer su manejo. Sin embargo en este documento se explican aquellas cosas que vamos a utilizar durante las prácticas:

- Manejo del generador de señales (para generación de señales cuadradas que cambien entre 0 y 5 voltios).
- Manejo de la fuente de alimentación.
- Manejo del osciloscopio:
  - Configuración del disparo.
  - Posicionamiento y visualización de las señales.
  - Realización de medidas con los cursores.

**Es muy importante que estudie el contenido de este documento ANTES de acudir al laboratorio.**

**Es conveniente que acuda al laboratorio con este documento.**

## Introducción

El principal objetivo de este Manual es introducir un laboratorio básico de Electrónica. En este laboratorio se podrán implementar circuitos analógicos y digitales usando componentes electrónicos y circuitos integrados comerciales. Una vez montado el circuito se le podrá hacer funcionar mediante instrumentos que generan señales eléctricas. Tras ello y haciendo uso de otros instrumentos (ahora de observación y de medida) se podrá comprobar su funcionamiento y caracterizar los valores de los parámetros del circuito aplicándole el test que se haya establecido previamente.

Existe una variada casuística en los laboratorios, pero en este documento nos centraremos en lo más habitual en un laboratorio básico de Electrónica. En este tipo de laboratorio se trabaja con señales eléctricas de baja tensión (normalmente unos voltios,  $\sim 5$  V) y de baja intensidad (décimas de amperios,  $\sim 0,1$  A, salvo que se usen circuitos muy complejos). En cuanto a la frecuencia puede variar desde el caso estático hasta decenas de millones de hercios (0 a  $\sim 10^7$  Hz).

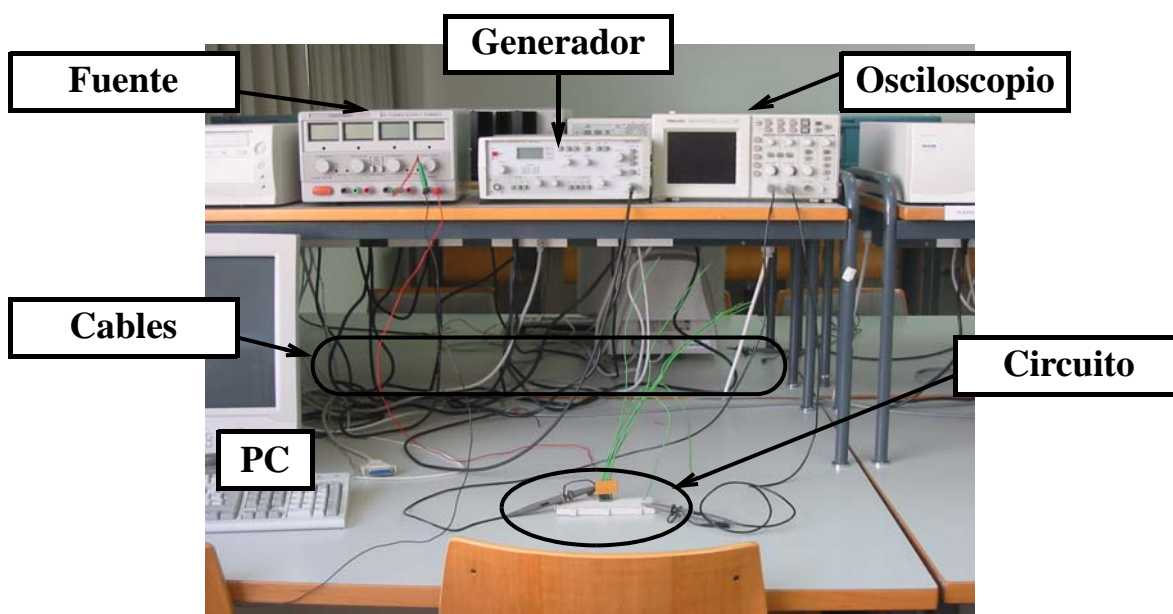


Figura 1: Puesto típico del laboratorio

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de puesto de trabajo donde aparecen los principales componentes:

- **Circuito:** Contiene una realización concreta de lo que se denomina **circuito bajo test CUT** (*Circuit Under Test*). Desde el exterior habrá disponibles unos **terminales de entrada** (cuyas señales habrá de suministrarse al CUT) y otros terminales de salida (que deberán ser observables para realizar las pruebas del test). El CUT contendrá, en general, unos **componentes** electrónicos (p. ej., circuitos integrados, ICs: *Integrated Circuits*) y eléctricos (p. ej., resistencias, R), y **elementos para la conexión** (regletas, cables o líneas conductoras, etc.)

- **Cables:** La conexión entre el CUT y el resto de instrumentos se hace mediante otro conjunto de cables a veces terminados en unas bornas específicas, de muy diverso tipo, entre los que se destacan: cables simples de un hilo conductor (buenos para señales de poca frecuencia, como son los de alimentación), cables coaxiales (buenos para señales de alta frecuencia, como son las que proceden del generador de señal), sondas (cables coaxiales especialmente diseñados para llevar señales eléctricas al osciloscopio), cables planos (para llevar decenas de señales digitales), etc.
- **Fuente de alimentación:** En la Figura 1 aparece simplemente como Fuente. Es el instrumento que **genera señales de tensión constantes**. Se usará para alimentar a los componentes electrónicos, esto es, para suministrarles la energía que necesitan. En digital y en las tecnologías básicas, también suministran los valores binarios (bajo o '0', y alto o '1').
- **Generador de señal:** En la Figura 1 aparece simplemente como Generador. Es el instrumento que **genera señales de tensión variables periódicamente** en el tiempo. Es muy versátil en cuanto a la frecuencia de la señal generada y suele dar varios tipos de señal (senoidal, triangular y cuadrada principalmente). En digital se usará, en otros casos, para generar la señal de reloj en circuitos secuenciales.
- **Osciloscopio:** Es el principal **instrumento para la observación y medida** de las señales eléctricas. Representa con mucha precisión y versatilidad en tiempo real los valores de tensión recogidos por las puntas de las sondas (de 1 a 4).
- **PC:** Los computadores se aplican en un laboratorio de muy diversa forma: para diseñar, para simular, para controlar, para analizar y procesar, etc.
- **Otros que no aparecen en la Figura 1.** Entre otros ejemplos, podemos citar:
  - **Analizador Lógico.** Es otro instrumento que se usa para la observación y análisis de múltiples señales digitales (decenas de ellas). Puede ser un instrumento específico o estar constituido por una **Tarjeta de Adquisición** junto con el PC.
  - **Visualizadores ópticos.** Los LEDs (*Light Emitter Diode*), *displays* de 7 segmentos,...., permiten visualizar información digital estática o de baja frecuencia mediante luces de uno o varios colores.
  - **Multímetros.** Son instrumentos que realizan medidas de distintos parámetros eléctricos (resistencias, tensiones, intensidades, etc). No representan las señales.
  - **Generador de palabras.** Es un instrumento que genera secuencias de palabras digitales. No es muy habitual como instrumento individual.

En lo que sigue se detalla un poco más el material concreto que se usará en el laboratorio de Electrónica Digital y que se usará en las prácticas de la asignatura Electrónica Industrial. Antes de

ello, a modo de resumen, la Figura 2 ilustra las tareas generales que hay que desarrollar en una práctica. A la hora de realizarla es importante unir el mundo teórico y el real: Aunque en el diseño teórico se usan componentes ideales, en el montaje hay que utilizar los componentes reales que estén disponibles. Por otra parte, cuando se conecte la alimentación y las excitaciones o estímulos de entrada, el circuito funcionará, pero sólo se podrá comprobar cuando, además, se conecte el instrumental de observación y medida.

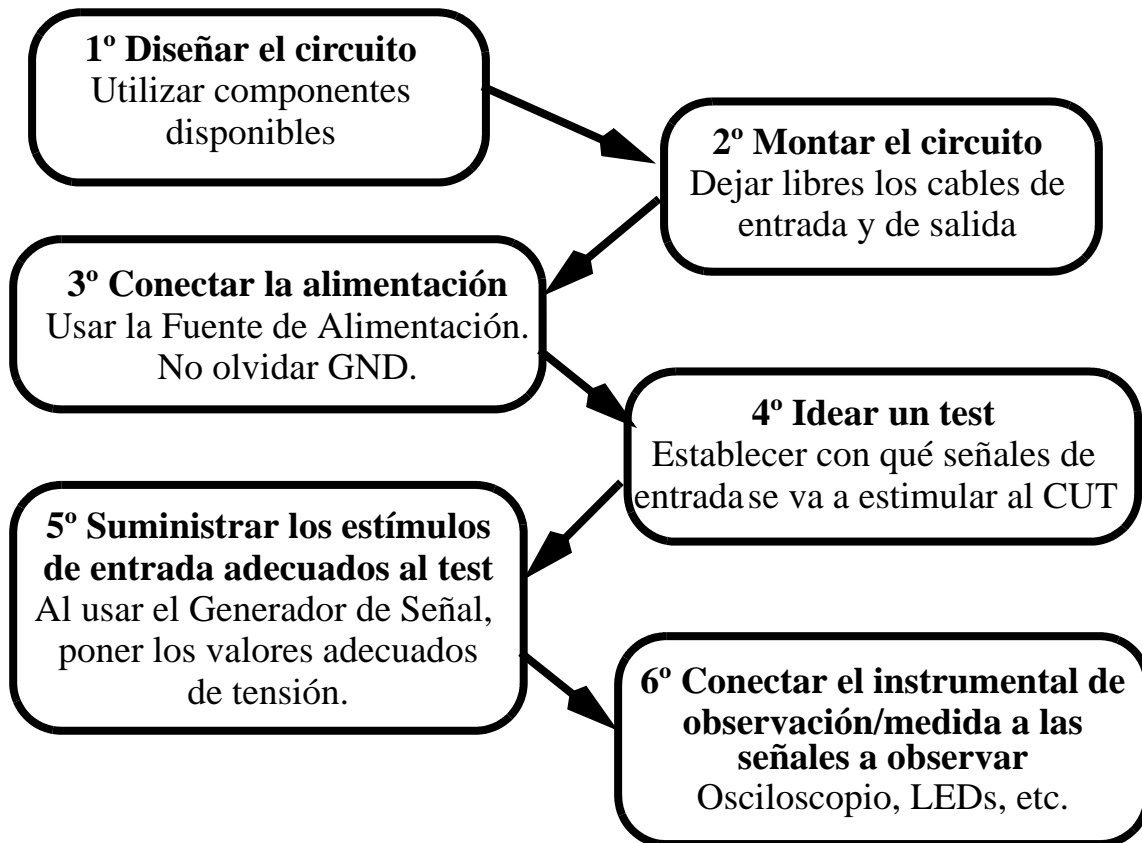


Figura 2: Pasos a seguir en una práctica

## Circuito

El circuito está formado por unos componentes eléctricos (resistencias R, condensadores C, etc.) y electrónicos (circuitos integrados, diodos, transistores, etc), por unos conductores para formar las conexiones y, generalmente, una regleta que soporta a los componentes y a sus conexiones.

En nuestro laboratorio se dispone de regletas "universales" como muestra la Figura 3.a. Algunas regletas tienen sólo una línea horizontal arriba y otra abajo, en vez de dos como tiene la mostrada. Como se puede ver, consta de una rejilla de huecos en los que se insertan los componentes. Por dentro simplemente hay una conexión conductora con la forma mostrada en la Figura 3.b. Cada línea continua indica que hay conexión eléctrica mientras que la no existencia de línea indica que no hay conexión entre los puntos. Obsérvese que las líneas de arriba y de abajo están conectadas horizontalmente, aportando muchos puntos de conexión. Por ello esas líneas suelen dedicarse a la alimentación y masa (GND) de los circuitos y, en el caso secuencial, a la señal de reloj.

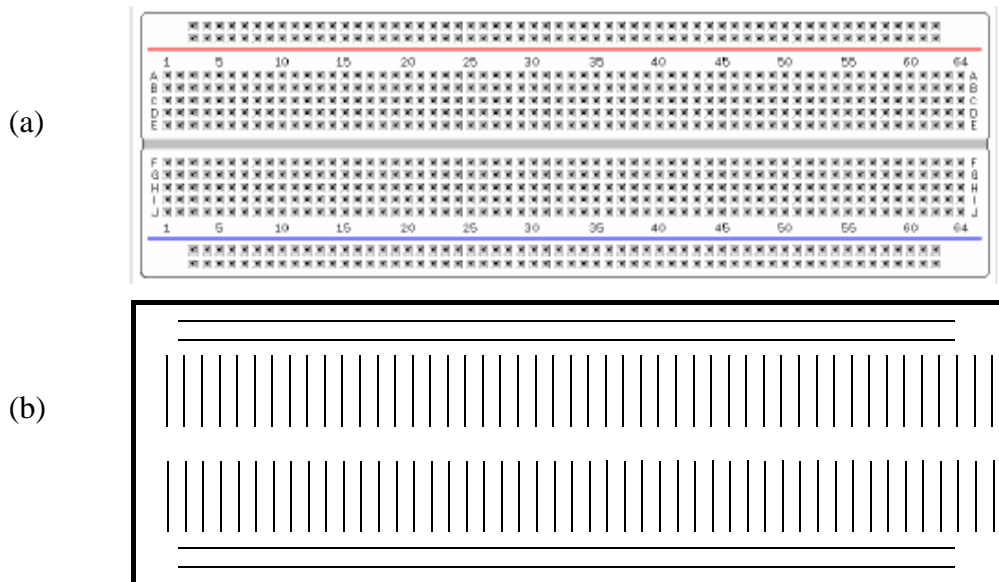


Figura 3: a) Regleta universal; b) Conexiones conductoras internas

En la regleta se insertan los componentes y, para hacer las conexiones entre ellos y con el exterior, se usan cables de un solo hilo. Las conexiones con estos cables deben entrar lo más rectas y verticales que sea posible para garantizar una buena conexión. La Figura 4 muestra:

- (a) una imagen con la conexión entre el cable y el interior de la regleta, en la que se puede observar cómo debe hacerse una buena conexión (recta).
- (b) cómo se colocan varios ICs, así como GND y alimentación (aquí, +5 V)
- (c) cómo se montaría un circuito concreto. Aparece el dibujo del circuito que se ha diseñado, al que se le ha añadido la numeración del IC que se usará como componente en este caso (el 7400, que también se muestra), con la cual se asocia cada puerta teórica a cada puerta del

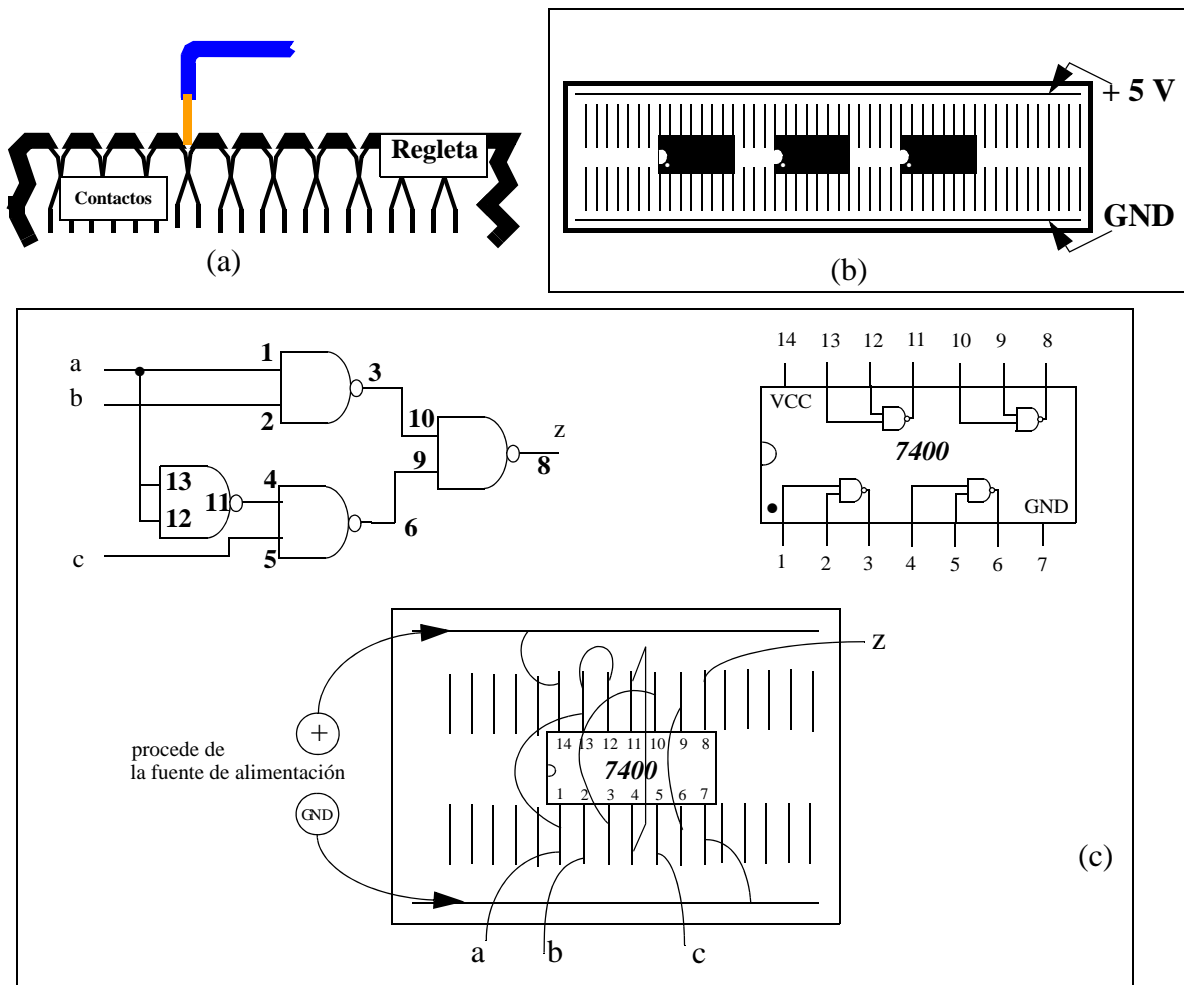


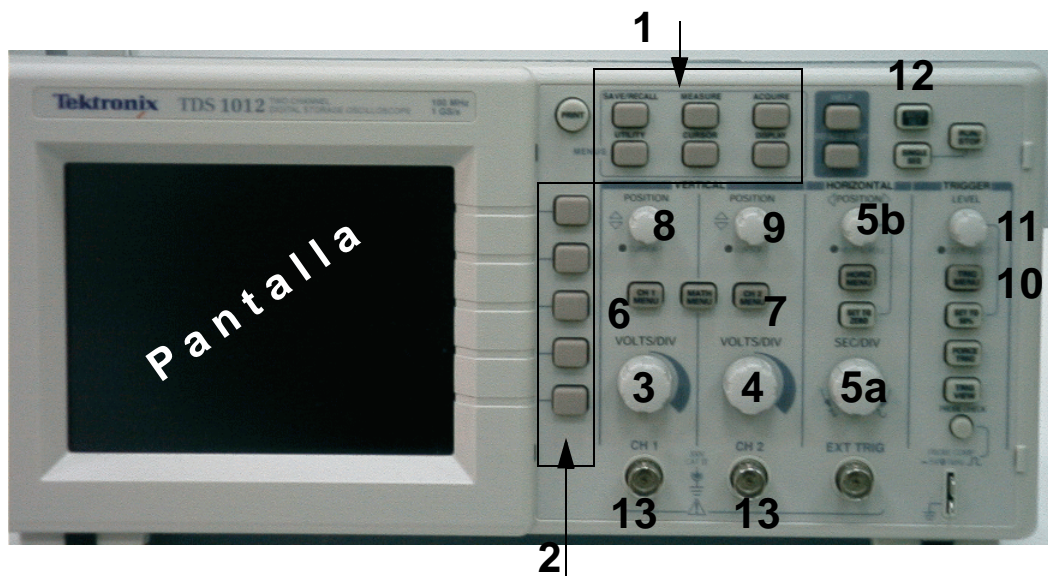
Figura 4: a) Conexión interna de un cable en regleta; b) Colocación de varios ICs;  
c) Ejemplo de montaje de un circuito concreto

componente real. Por último se representa cómo estaría colocado en una regleta y los cables externos que deben colocarse. Es importante reconocer desde fuera cuáles son las entradas (a, b y c) y salidas (z) del circuito.

## Osciloscopio

El osciloscopio es básicamente un **dispositivo de visualización** gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical, denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo. Existe otro modo de representación en el que ambos ejes representan tensiones. Está diseñado para modificar lo menos posible la señal que visualiza.

El osciloscopio que se utiliza en el Laboratorio Digital es el Tektronix TDS 2012, aspecto y las distintas zonas de botones se explican a continuación



1. Botones de selección de menú
2. Botones para seleccionar un comando concreto
3. Conmutador para el cambio de la escala de tensión del canal 1
4. Conmutador para el cambio de la escala de tensión del canal 2
5. a/Conmutador de la escala de tiempos; b/ desplazamiento horizontal
6. Botón para la activación del menú del canal 1
7. Botón para la activación del menú del canal 2
8. Potenciómetro para desplazar el canal 1 (desplazamiento vertical)
9. Potenciómetro para desplazar el canal 2 (desplazamiento vertical)
10. Botón para activar el menú de disparo
11. Potenciómetro para variar la tensión de disparo
12. Botón de autoconfiguración
13. Entrada del canal 1 (y del 2). En ellos se conectan las sondas (no mostradas aquí)

Figura 5: Mandos principales del osciloscopio TDS 1012

### Controles verticales.

- POSICIÓN CH 1 y CH 2 (8 y 9).  
Mueve verticalmente la forma de onda del canal correspondiente.

- CH1 y CH2 MENU (6 y 7).  
Activa y desactiva la presentación de la forma de onda del canal correspondiente. También activa y desactiva el menú del canal correspondiente (aparece verticalmente en la parte derecha de la pantalla).
- VOLTS/DIV CH 1 y CH 2 (3 y 4).  
Establece la escala vertical (tensiones) entre 2 mV y 5 V.  
Al girarlo en sentido contrario a las agujas del reloj, aumenta la escala.  
Si está ajustada la Ganancia Variable en Gruesa, al girar el mando la escala cambia en pasos de 1-2-5.  
Si está ajustada la Ganancia Variable en Fina la escala cambia en varias unidades del dígito menos significativo de la escala actual.
- MENÚ MATEM.  
Activa y desactiva la presentación de la forma de onda resultante de operar matemáticamente el canal 1 y 2. También activa y desactiva el menú de operaciones matemáticas.

### **Controles horizontales.**

- POSICIÓN (5b).  
Mueve horizontalmente todas las formas de onda. Realmente lo que hace es desplazar horizontalmente el punto de disparo.
- ESTABL. EN CERO.  
Establece el punto de disparo en el centro de la pantalla.
- HORIZ MENU.  
Activa y desactiva el menú Horizontal
- SEC/DIV (5a).  
Establece la escala horizontal (tiempo) entre 5 ns y 50 s.

### **Controles de disparo.**

- NIVEL (11).  
Ajuste del nivel de disparo.
- TRIG MENU (10).  
Activa el menú Disparo.

### **Botones de control.**

- CURSORES.  
Activa el menú Cursores
- PANTALLA.  
Activa el menú de pantalla.
- **No está permitido el uso del botón de “autoset” en estas prácticas.**

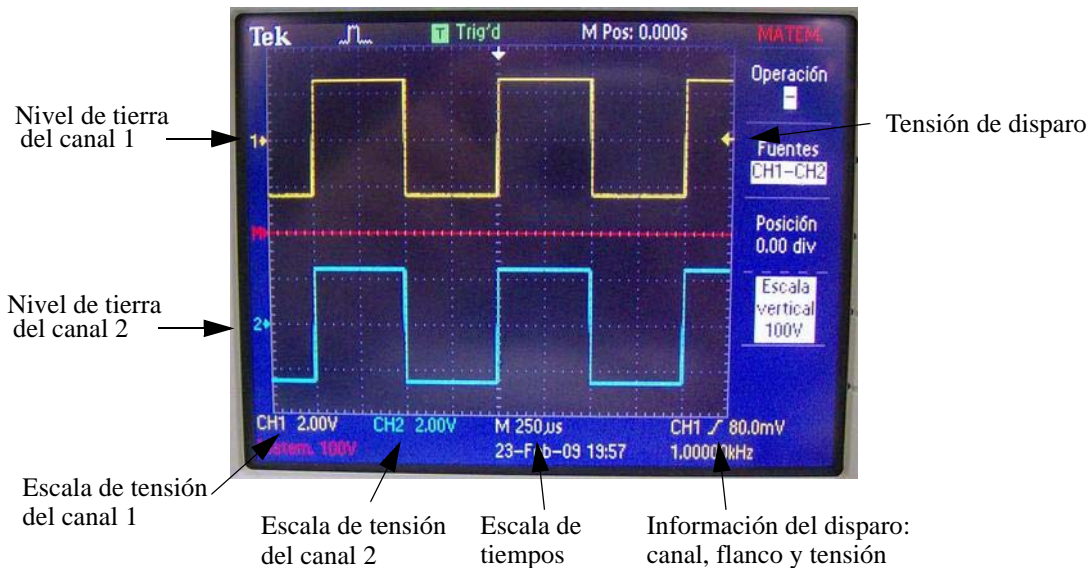
### **Zona de menús.**

En esta zona de la pantalla del osciloscopio aparece un menú contextual, es decir, un menú que cambia en función de los distintos botones que se vayan pulsando. La utilización de este menú se hace con los botones situados a su derecha.



### Información en la pantalla del osciloscopio.

La pantalla de un osciloscopio digital proporciona mucha información. En la siguiente figura se marcan las más significativas. Hay que destacar que este osciloscopio al tener una pantalla en colores, el canal 1 se muestra en amarillo y el canal 2 en azul. Además todo lo relacionado con el canal 1 se muestra también en amarillo y todo lo relacionado con el canal 2 se muestra en azul.



### Explicación de algunos menús

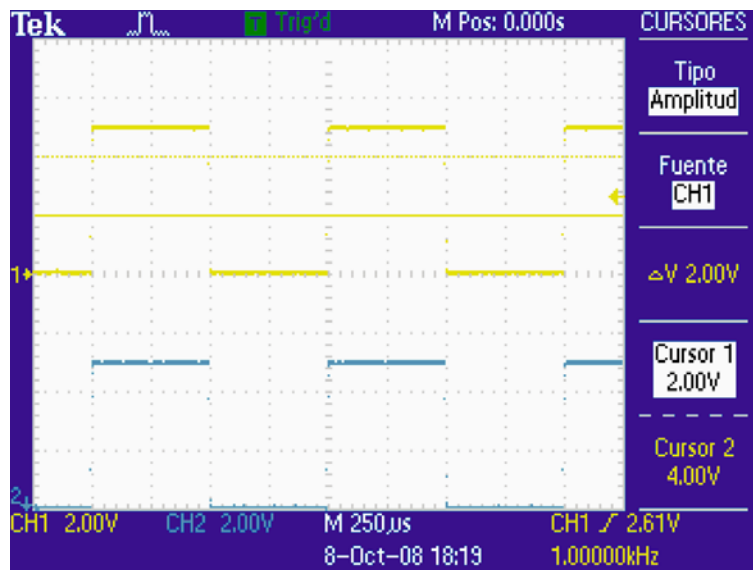
#### Menú Ch1 y Ch2.

Permite seleccionar:

- El acoplamiento de las señales de entrada:
  - CC: Acoplamiento directo (pasa la se al completa).
  - CA: Acoplamiento a través de un condensador (pasa sólo la componente alterna).
  - Tierra: Entrada del osciloscopio conectada a masa.
- El tipo de Ganancia Variable:
  - Gruesa: Al girar el mando la escala cambia en pasos de 1-2-5.
  - Fina: La escala cambia en varias unidades del dígito menos significativo de la escala actual.
- El nivel de atenuación de la sonda:
  - 1X: La se al de entrada llega al osciloscopio sin atenuar.
  - 10X: La se al de entrada llega atenuada en un factor de 10.



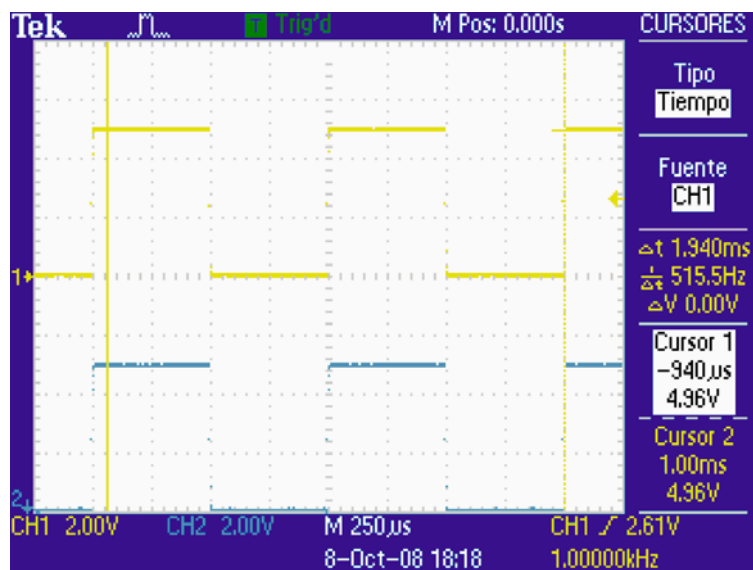
## menú Cursores.



Permite seleccionar:

- Los cursores horizontales (Amplitud) o verticales (Tiempo).
- El canal sobre el que se realizará la medida.
- El cursor que se puede desplazar con el mando multiuso.

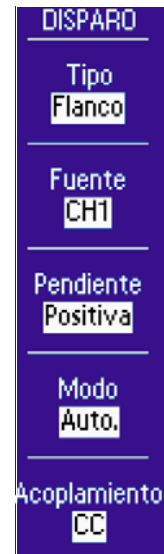
También nos muestra la posición de cada cursor y su diferencia.



### menú Disparo.

Permite seleccionar:

- El tipo de disparo.
- La señal que el osciloscopio usará como disparo.
- El flanco en el que se producirá el disparo.



### menú Pantalla.

Permite seleccionar:

- El formato en el que se representan las formas de onda:
  - Y(t): Muestra la tensión frente al tiempo.
  - XY: Representa el canal 2 (eje Y) frente al 1 (eje X).



## Representación tensión frente a tiempo

Un osciloscopio permite la representación de formas de onda (señales de tensión en tiempo real), así como realizar medidas, de tensión y de tiempos, sobre ellas. La representación se efectúa sobre una **pantalla**, lo que permite visualizar las señales reales. Las dos dimensiones primarias de la pantalla son:

- **tiempos**: en el eje **horizontal** (eje x, abscisas);
- **amplitudes** de tensión: en el eje **vertical** (eje y, ordenadas).

En este modo de representación, que es el normal, se visualizan una o las dos señales de tensión que recibe por sus canales de entradas (13) a través de las puntas de las sondas. En la Figura 6 se observa un esquema de la pantalla cuando se visualiza una señal cuadrada, que usaremos como ejemplo. Como se observa, la pantalla está dividida en una retícula de cuadrados de **una división** de lado (aproximadamente un cm). En los ejes centrales, cada división se subdivide en 5 partes (0,2 división cada una) con el fin de afinar las medidas.

Volviendo al osciloscopio, en el **eje vertical** cada señal tiene:

- su propia **escala de valores de tensión** (se selecciona con el botón 3 o 4). La escala es relativa al tamaño de la pantalla, concretamente a la *división*, y se mide en V por división.
- su propia línea de referencia (valor 0 o GND de la señal), que **puede desplazarse** hacia arriba o hacia abajo con el botón 8 o 9). Al desplazarse la posición del 0 se desplazará la señal completa (si se está viendo con su componente dc, que normalmente es lo aconsejable en este laboratorio). La línea de **GND no tiene por qué estar en mitad de la pantalla**. En este osciloscopio la línea de GND viene señalada con una marca (1 o 2, según el canal) que aparece en la parte izquierda de la pantalla<sup>1</sup>.

En el **ejemplo** de la Figura 6, la posición GND está en la primera división encima de la línea central. Como la escala es de 1 V/div y la señal oscila entre 5 divisiones verticales, su valor pico-pico es  $V_{pp} = 5 \text{ V}$ . Como el valor alto de la señal está 1 división por encima de GND, el valor alto de la señal es  $V_H = 1 \text{ V}$  (este **no es un valor digital** apropiado para las tecnologías que usaremos). En cuanto al valor bajo, como está 4 divisiones por debajo de GND, vale  $V_L = -4 \text{ V}$ .

- Los botones 6 y 7 sirven para activar el menú del canal. Tras activarlo, en la pantalla puede verse qué acciones pueden realizarse usando los botones 2 de la Figura 5. Durante la práctica se recomienda investigar qué ocurre con algunas de las posibilidades de estos menús.

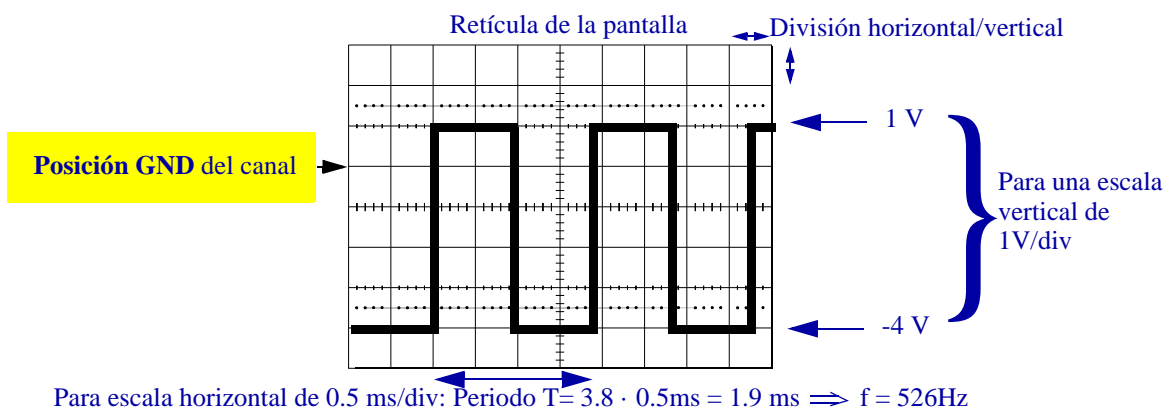


Figura 6: Ejemplo de representación de una señal cuadrada en el osciloscopio

1.El nivel de 0 V también puede verse conectando la línea GND con la punta de la sonda o usando el *menú del canal*, tras las representaciones en dc y en ac (botón 6 o 7 y el de arriba de 2, Figura 5).

En cuanto al eje horizontal (eje X) es un **eje de tiempos**, que:

- es común a los dos canales
- su escala se mide en segundos (s) por división y se controla con el botón 5a (Figura 5)
- puede desplazarse a derecha e izquierda mediante el botón 5b (Figura 5)
- posee otras funciones que se recomienda investigar cuando el tiempo sea uno de los objetivos de la visualización o medida.

### **Disparo (trigger)**

Para que una señal se vea estable debe estar adecuadamente **disparada** en el osciloscopio. El sistema de disparo es un tema complejo que sobrepasa a los propósitos de este manual de introducción, por lo que ahora sólo daremos unas indicaciones muy básicas (y posteriormente otras, también muy breves, pero con un poco más de profundidad).

El **sistema de disparo** sincroniza el trazo sobre la pantalla con la señal de una de las dos sondas del osciloscopio de forma que se pueda ver una forma de onda nítida, bien definida, estable. Supongamos que sobre la pantalla se ve una señal que se mueve o vibra. Probablemente es que el osciloscopio está mal disparado y normalmente **se arregla ese problema**:

- Moviendo el **nivel de disparo** (botón 11 de la Figura 5). El nivel de disparo aparece en el osciloscopio TDS 1012 como una flechita a la derecha de la cuadrícula de la pantalla. El nivel es adecuado cuando la flechita está entre los valores pico-pico de la señal de disparo.
- En caso de que se estén viendo dos canales, disparando el osciloscopio con la señal más adecuada usando el **menú de disparo** (botón 10 de la Figura 5). En general, la mejor señal de disparo es la más lenta, es decir, la de menor frecuencia, y, si son de la misma frecuencia, la que tenga la mejor transición entre los picos de tensión (menos sobredisparos, menos rebotes).

### **Ampliación de la descripción del disparo**

El eje de tiempos está directamente ligado a la representación de las señales en la pantalla: base de tiempos, disparo de señales, etc. Este es un aspecto complejo del que seguidamente sólo pretendemos dar una visión simple pero operativa, basada en el osciloscopio analógico (CS-5170) descrito en el Apéndice B. La representación de las señales se hace sobre una pantalla fosforescente, sobre la que se hace impactar electrones. El impacto hace brillar la pantalla en ese punto. Para controlar las posiciones de los impactos existen dos sistemas, también llamados deflectores:

- Uno de ellos (deflector horizontal) controla el movimiento horizontal, de izquierda a derecha, o barrido. La velocidad de barrido es controlada por el usuario con la base de

tiempos (botones de la escala horizontal, 5 y su grupo, Figura 5).

**Con el osciloscopio encendido y sin conectar ninguna señal, puede apreciar el efecto del barrido posicionando el botón (5a) en las posiciones extremas en sentido antihorario.**

- El otro de ellos (deflector vertical) controla el movimiento vertical, movimiento que depende a su vez de la tensión presente en la señal del canal de entrada en ese instante.

Así, durante el barrido, el haz de electrones va siguiendo la forma que tiene la tensión que hay en el canal de entrada, con lo que "va dibujándose" en la pantalla.

Poco tiempo después del impacto, la luminosidad creada desaparece. Por ello, para que el dibujo de las señales persista suficientemente, las señales de entrada son retrazadas en los barridos que tiene lugar de forma sucesiva e ininterrumpida. Sin estos retrazos la señal se desvanecería de la pantalla rápidamente. Además, para que la señal se vea con nitidez, es necesario que la traza en **cada barrido pase por los mismos lugares** que la correspondiente traza del barrido anterior. Ello se consigue con el llamado "sistema de disparo" (triggering) del osciloscopio. Básicamente, este sistema sincroniza el barrido (dimensión tiempo del aparato) con el tiempo propio de la señal real. Para ello, retiene el comienzo de cada barrido hasta que se dan unas determinadas condiciones (de pendiente y de nivel de tensión) en la señal a representar.

La Figura 7 pretende ilustrar este proceso. En la figura aparecen los 3 sistemas de control de la pantalla más importantes: el vertical (que está gobernado en cada instante por la amplitud de la señal externa "EXT"), el de disparo (que reconoce pendiente-nivel) y el horizontal (que regula el barrido, controlado en su comienzo por el disparo y en la velocidad de la traza por la base de tiempos). La otra parte de la Figura 7 muestra sobre una onda concreta cómo al seleccionar un mismo nivel y una pendiente sobre una señal, la traza tiene siempre la misma forma y así el impacto de los electrones en la pantalla crea una forma de onda que el ojo humano ve con nitidez.

### Otras cuestiones de interés

El grupo de botones de menú (1 en la Figura 5) y los propios menús de canal (6 y 7), de tiempos y de disparo (10) ofrecen bastantes prestaciones que no serán descritas aquí, pero que el alumno interesado debe explorar durante su estancia en el laboratorio. Son interesantes:

- Las medidas se pueden realizar utilizando **cursores**. Estos se pueden activar para el canal 1 o 2, en cuyo caso miden V, o en el eje horizontal, en cuyo caso miden segundos, aunque este osciloscopio muestra el valor inverso (frecuencia). La medida que da como resultado es el intervalo entre ambos cursores -medido en divisiones- por la escala del canal o de tiempo correspondiente.
- Este osciloscopio es digital. Esto quiere decir que primero muestrea la señal tomando de ellas muchos valores y después la representa en la pantalla. Este osciloscopio tiene diferentes formas de guardar la señal: un solo muestreo, la media de "n" muestreos, etc.

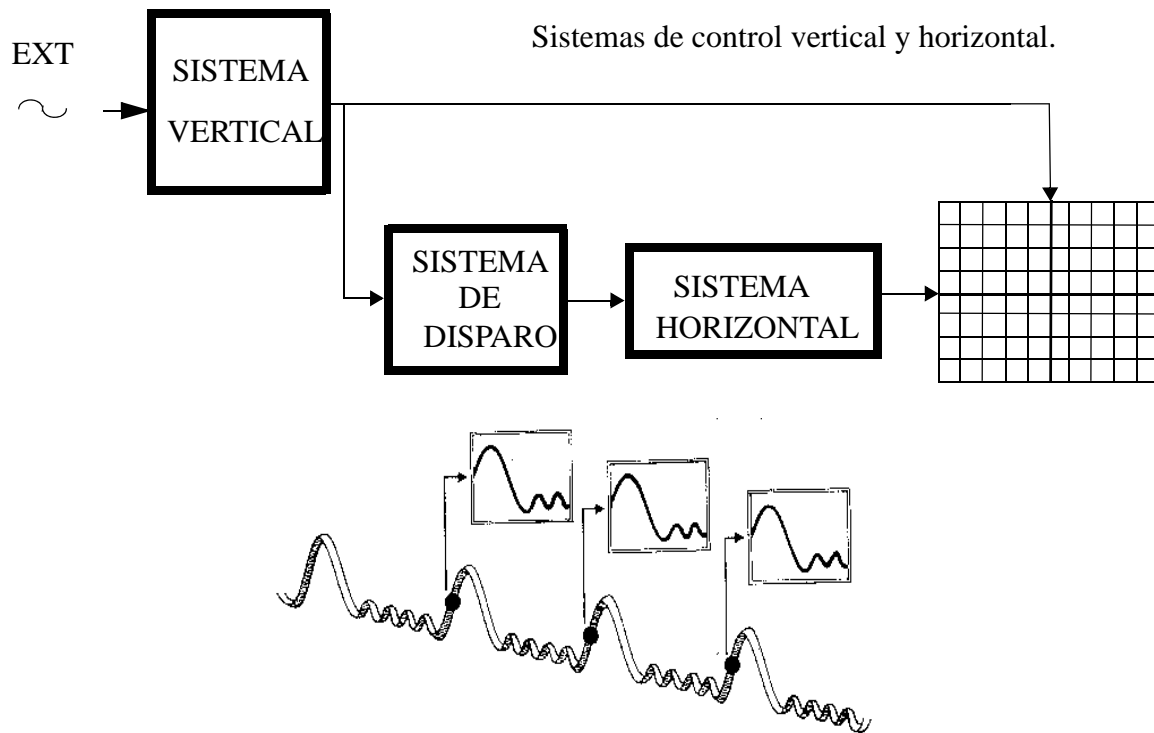
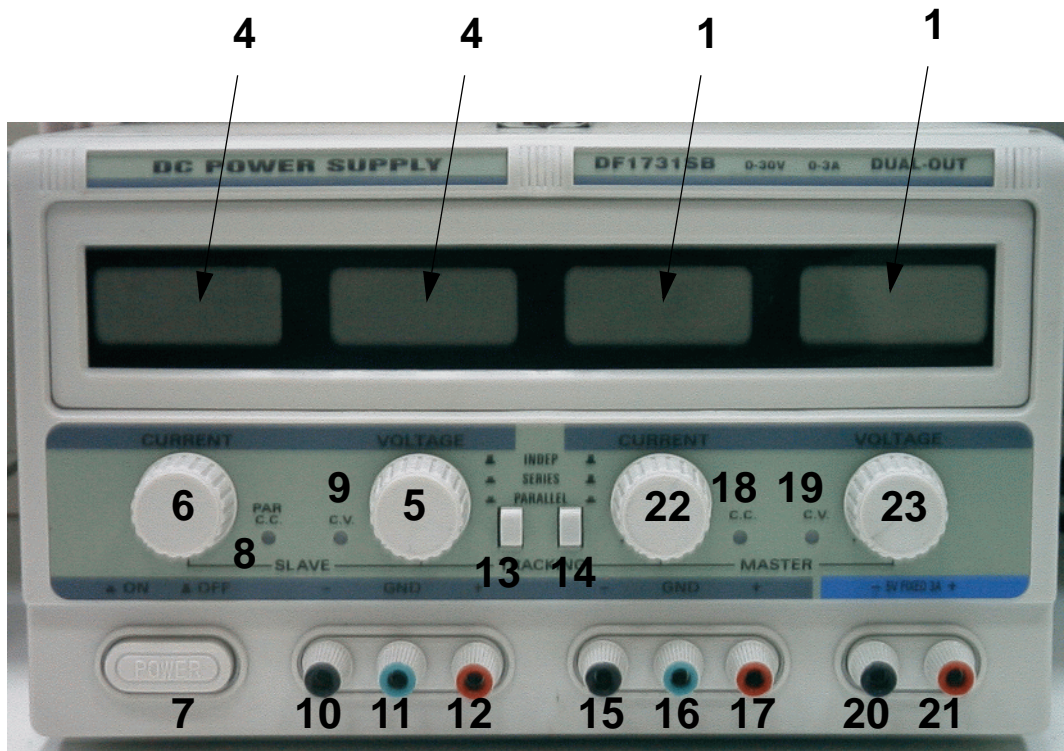


Figura 7: Retrazado de señales periódicas

- El osciloscopio admite la representación **tensión frente a tensión**. En este modo uno de los canales hace de eje "x" y, el otro, de eje "y", por lo que la pantalla muestra un dibujo de la tensión de una sonda frente a la tensión de la otra. Esta representación es útil para ver *características de transferencias* (Vout frente a Vin), por ejemplo la de un inversor u otra puerta lógica, y medir los niveles lógicos y los márgenes de ruido.
- Las **sondas** tienen dos terminales: la punta, que recoge la señal, y otro de GND. Algunas sondas pueden atenuar la señal en 10, de lo cual hay que informar al osciloscopio.

## Fuente de alimentación:

Es un aparato electrónico que genera tensiones de continua. El equipo existente en el laboratorio posee tanto salidas de tensión variables como salidas específicas con +5V.



1. Display con los valores de tensión e intensidad de la salida maestra.
4. Display con los valores de tensión e intensidad de la salida esclava.
5. Ajuste de la tensión de salida esclava.
6. Limitador de intensidad en la salida esclava.
7. Interruptor de encendido/apagado.
8. Indicador de límite de intensidad o que las fuentes están en paralelo.
9. Indicador de que la fuente está en salida en tensión.
10. Borna negativa de la salida esclava.
11. Conexión de tierra.
12. Borna positiva de la salida esclava.
- 13/14 Control de selección del tipo de salida: independiente, serie o paralelo.
15. Borna negativa de la salida maestro.
16. Toma de tierra.
17. Borna positiva de la salida maestra.
18. Indicador de límite de intensidad en la salida maestra.
19. Indicador de salida en tensión.
20. Borna negativa de la salida fija a 5V.
21. Borna positiva de la salida fija a 5 V.
22. Limitador de intensidad en la salida maestra.
23. Ajuste de la tensión de salida maestra.



Como se puede observar, contiene dos fuentes idénticas con salidas independientes (terminales 10-12 y 15-17 en la Figura 7), que pueden suministrar una tensión continua que varíe entre 0 y 30V y una intensidad de corriente entre 0 y 2A. Dispone además de una tercera fuente auxiliar que suministra una tensión fija de valor  $\pm 5V$  y una intensidad de hasta 2A, en los terminales 20 y 21.

En general el modo de operación que más se utilizará en el laboratorio es de *fuentes independientes*. Para ello los dos conmutadores de selección de modo de operación (13 y 14) deben estar "hacia arriba". Para obtener una tensión dc positiva en una de las fuentes variables, hay que cortocircuitar a GND el borne de salida negativo; entonces, la tensión continua positiva aparece entre el borne positivo y el nodo GND-borne\_negativo. Para obtener valores negativos se cortocircuita el borne positivo con GND, dejando libre el borne negativo. Estas conexiones se hacen con cables externos, como muestra la Figura 8, la cual también muestra el símbolo de circuito de la fuente de tensión dc. El valor concreto de la tensión se obtiene con el botón que ajusta la tensión (5 o 23). Se puede limitar el valor de la intensidad con los botones 6 o 22. Es aconsejable tener limitada esta intensidad en torno a la mitad (aproximadamente, un amperio).

La tensión continua de 5 V (o -5 V) se obtiene, de forma similar, conectando a GND (bornes 11 y 16) el borne negativo (o positivo).

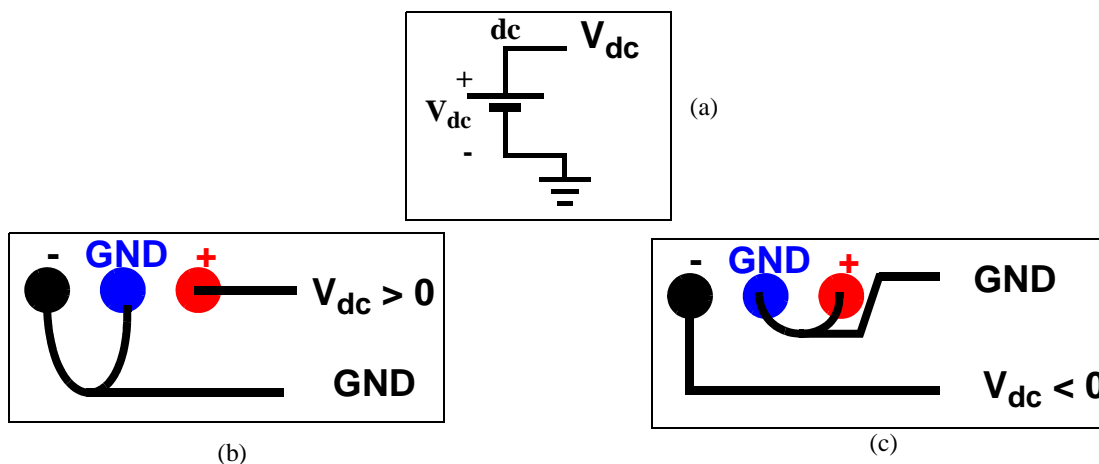


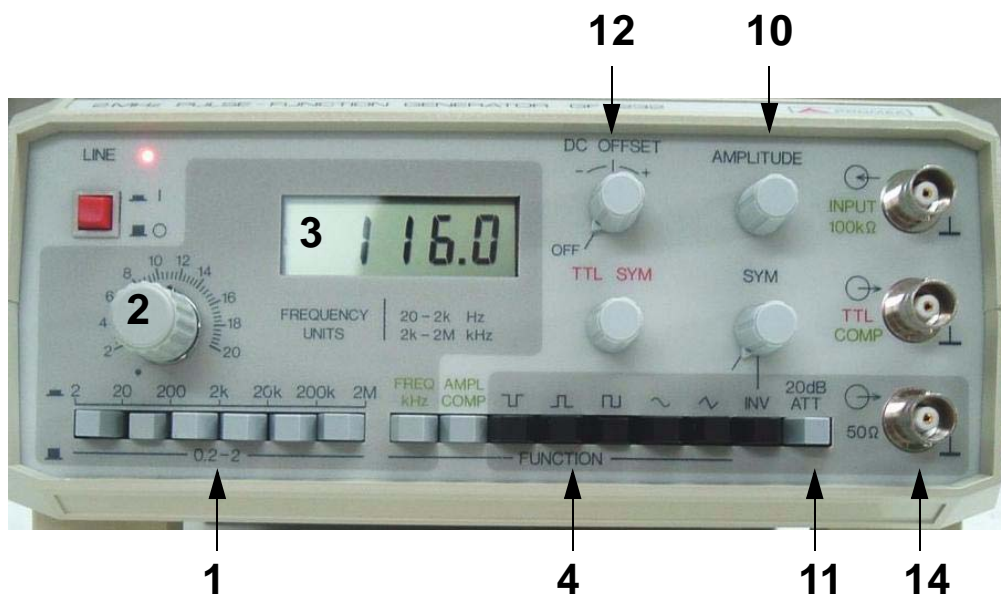
Figura 8: Tensión dc: a) símbolo de circuito; b) obtención de tensión positiva; c) obtención de tensión negativa

## Generador de funciones:

Un Generador de Funciones es un aparato electrónico que produce señales triangulares, senoidales y cuadradas. Para generar la señal deseada hay que ajustar cuatro parámetros: tipo de señal, frecuencia, amplitud y componente de continua. Para ajustar la amplitud y la componente de continua, además de mover los botones correspondientes del generador de señal, hay que visualizar la señal en el osciloscopio, pues el generador no dispone de elementos que nos visualicen el resultado.

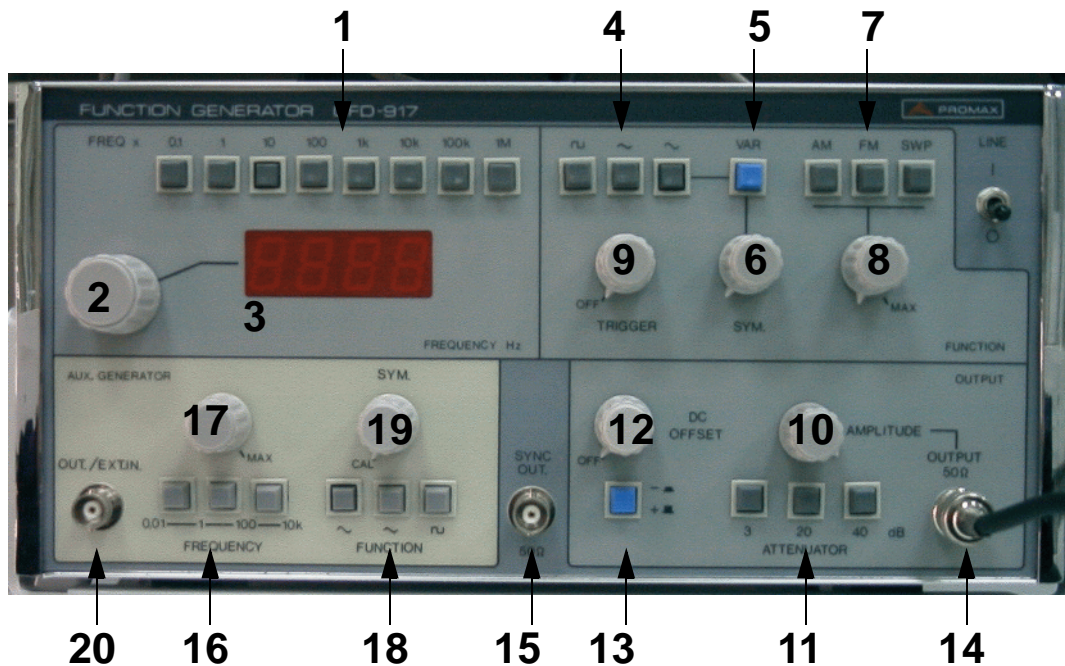
En el laboratorio de Electrónica Digital disponemos de dos generadores de funciones diferentes, ambos de la marca Promax, el GFD917 y el GF232A.

El generador de funciones GF232A tiene el aspecto mostrado en la siguiente foto. Sobre ella se muestran los botones que van a ser utilizados en las prácticas de esta asignatura.:



1. Selector de banda. Permite elegir la década en la que está incluida la frecuencia de salida.
2. Control de frecuencia. Sitúa la frecuencia en el valor deseado dentro del rango.
3. Indicador de frecuencia.
4. Selector de señal: cuadrada, triangular o senoidal.
10. Control de amplitud de salida.
11. Atenuador de salida: 2 dB.
12. Control de nivel de tensión de continua (DC OFFSET): añade una componente de continua a la señal.
14. Conector de salida.

El generador de funciones GFD917 incluye también la posibilidad de generar señales con modulación en amplitud y en frecuencia, pero estas características no van a ser utilizadas en estas prácticas. Su aspecto y sus principales botones se muestran en la siguiente figura:



1. Selector de banda. Permite elegir la década en la que está incluida la frecuencia de salida..
2. Control de frecuencia. Sitúa la frecuencia en el valor deseado dentro del rango.
3. Indicador de frecuencia.
4. Selector de señal: cuadrada, triangular o senoidal.
5. Selector de simetría variable: En la posición de reposo el tiempo en alto es igual al tiempo en bajo.
6. Selecciona la simetría deseada.
7. Selectores de modulación y barrido (AM, FM o SWP).
8. Varía el índice de modulación.
9. Control de disparo.
10. Control de amplitud de la salida.
11. Atenuadores de salida: 40, 20 y 3 dB.
12. Control de nivel de tensión de continua (DC OFFSET): añade una componente de continua a la señal.
13. Selector de polaridad de la tensión de continua.
14. Conector de salida.
15. Salida de sincronismo.
- 16 al 20.- Controles del generador auxiliar (no se utiliza en estas prácticas).

