
*Laboratorio de
Tecnología Electrónica :
Instrumentación*

**Facultad de Informática
Universidade da Coruña**

Introducción (I)

- Estudio de Componentes y Circuitos que procesan información con soporte eléctrico
- Análisis de circuitos: comprobación de respuestas obtenidas al aplicarle señales eléctricas.
 - » Instrumentos que midan parámetros de señales eléctricas
 - » Instrumentos generadores de señales
- Instrumentación utilizada:
 - » Fuente de Alimentación
 - » Multímetros digitales
 - » Generadores de Funciones
 - » Osciloscopios Electrónicos

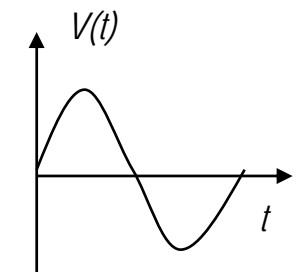
Introducción (II)

- Visión descriptiva del instrumento
 - » Familiarización
 - » Dominio de su manejo
 - » Conocimiento de todas sus posibilidades
 - » Minimización de peligro en el uso
- Para cada instrumento:
 - » Estudio funcional mínimo: Diagrama de Bloques
 - » Descripción funcional de cada mando
 - » Posibilidades de conexión
 - » Medidas

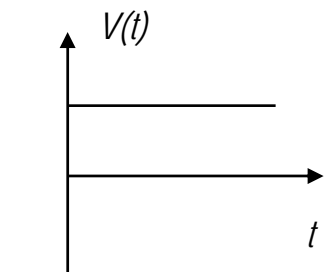
Fuente de Alimentación

Fuente de Alimentación: Definición

Etapa que transforma una entrada de energía de corriente alterna en corriente continua.

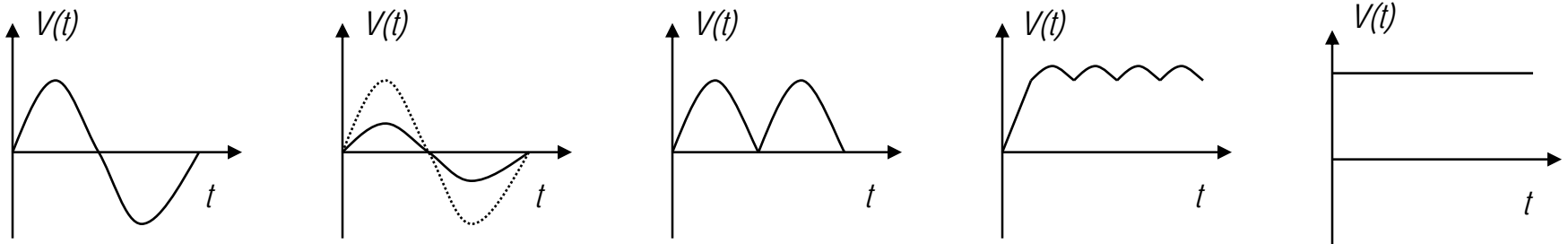
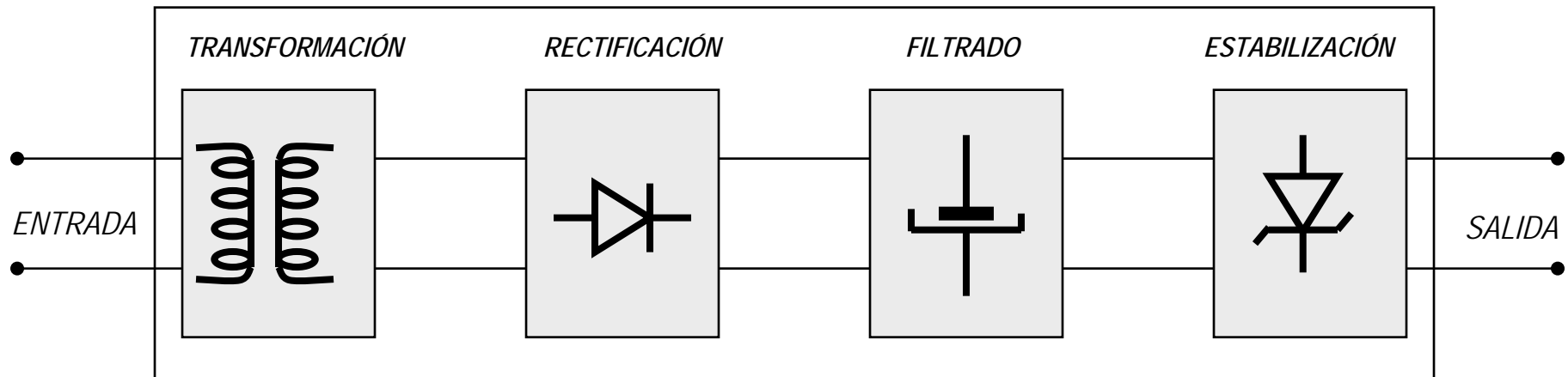


SEÑAL DE RED



SEÑAL CONTÍNUA

Fuente de Alimentación: Diagrama de Bloques



Fuente de Alimentación: Características generales

- Características de entrada
 - » Tensión de entrada
 - » Frecuencia
 - » Consumo

- Características de salida
 - » Tensión de salida
 - » Corriente máxima
 - » Estabilidad
 - » Resistencia Interna
 - » Tensión de rizado

Fuente de Alimentación: Protecciones

- De entrada
 - » Fusible en la etapa de transformación
 - » Previene alteraciones en la señal de red
- De salida
 - » Cortocircuitable o no
 - Protección contra cortocircuito ($R=0$, $I \rightarrow$ infinito) en bornes de salida
 - » Si no es cortocircuitable: fusible en el circuito de salida.

Fuente PROMAX FAC-662B

Descripción General

- Dos fuentes idénticas con salidas independientes S1 y S2:
 - » Tensión de salida entre 0 y 30V
 - » Corriente máxima : 1 A
- Modo de salida Circuitos Digitales (± 5 V)
- Diferentes modos de funcionamiento con posibilidad de interconexión
 - » INDEPENDIENTES
 - » SIMÉTRICO
 - » SERIE
 - » PARALELO

Fuente PROMAX FAC-662B: Vista Frontal



Fuente PROMAX FAC-662B

Descripción de Mandos

1. Voltímetro
2. Selector de modo de Funcionamiento
3. Selector del Voltímetro (S1-S2)
4. Ajuste grueso de la tensión S1
5. Ajuste de la limitación de intensidad en S1
6. Ajuste fino de la tensión S1
7. Borne + de S1
8. Borne de Tierra de S1
9. Borne - de S1
10. Borne + en la salida de 5V
11. Borne - en la salida de 5V
12. Borne + de S2
13. Borne de Tierra de S2
14. Borne - de S2
15. Ajuste grueso de la tensión S2
16. Ajuste de la limitación de intensidad en S2
17. Ajuste fino de la tensión S2
18. Interruptor de encendido
19. Selector de Amperímetro (S1-S2)
20. Amperímetro

Fuente PROMAX FAC-662B

Modo INDEPENDIENTES (I)

- Mando 2. Tecla 1ª Izquierda (INDEP)
- Cada fuente de alimentación (S1 y S2) actúa por separado con ajustes independientes
- Selección de tensión:
 - » Conexión fuente a la red
 - » Encendido mediante interruptor 18
 - » Bornes de salida: 7 (+) y 9 (-) para S1 y 12 (+) y 14 (-) para S2)
 - » Bornes de masa 8 y 13 unidos al chasis
 - » Colocar Voltímetro 1 a la fuente S1 o S2 (Tecla 3)
 - » Ajuste tensión
 - Grueso (Mando 4 para S1 y 15 para S2)
 - Fino (Mando 6 para S1 y 17 para S2)

Fuente PROMAX FAC-662B

Modo INDEPENDIENTES (II)

- Limitación de corriente:
 - » Prefija el valor “máximo” de la corriente que dará a la carga
 - » Podrá suministrar entre 0 A y el valor seleccionado (Ley de Ohm)
 - » Colocar Amperímetro 20 a la fuente S1 o S2 (Tecla 19)
 - » Cortocircuito bornes de la fuente (7 y 9 para S1 o 12 y 14 para S2)
 - » La tensión de salida que mide el Voltímetro se irá a 0V
 - » Mandos de ajuste de corriente (5 para S1 y 16 para S2)
- Mantener lo menos posible dado que esta conexión puede dañar la fuente de alimentación

Fuente PROMAX FAC-662B

Modo SIMÉTRICO

- Mando 2. Tecla 2ª Izquierda (TRACK)
- Conexión interna: Borne + de S2 (12) con Borne – de S1 (9).
- Terminales de la fuente:
 - » Positivo: Borne + de S1 (7)
 - » Negativo: Borne – de S2 (14)
 - » Borne de Cero central: Borne – de S1 (9) o Borne + de S2 (12)
- Dos señales de igual amplitud pero signos distintos
- Puede utilizarse como una única salida entre S1+ y S2-
- Sólo funcionan los controles de S1
- Tensión de salida: 0 a ± 30 V
- Corriente Máxima: 1 A

Fuente PROMAX FAC-662B

Modo SERIE

- Mando 2. Tecla 3ª Izquierda (SERIES)
- Conexión interna: Borne + de S2 (12) con Borne – de S1 (9) : igual que en Modo Simétrico
- Terminales de la fuente:
 - » Positivo: Borne + de S1 (7)
 - » Negativo: Borne – de S2 (14)
 - » Borne de Cero central: Borne – de S1 (9) o Borne + de S2 (12)
- Ajuste de tensión en los controles de S1 y S2
- Limitación de corriente sólo en S1
- Tensión de salida: 0 a 60 V
- Corriente Máxima: 1 A

Fuente PROMAX FAC-662B

Modo PARALELO

- Mando 2. Tecla Derecha (PARALL)
- Conexiones internas:
 - » Borne + de S2 (12) con Borne + de S1 (7).
 - » Borne - de S2 (14) con Borne - de S1 (9).
- Terminales de la fuente:
 - » Positivo: Borne + de S1 (7)
 - » Negativo: Borne – de S1 (9)
- Ajuste de tensión y corriente en los controles de S1
- Anulado conmutador Amperímetro (19)
- Tensión de salida: 0 a 30 V
- Corriente Máxima: 2 A

Fuente de Alimentación: Recomendaciones generales

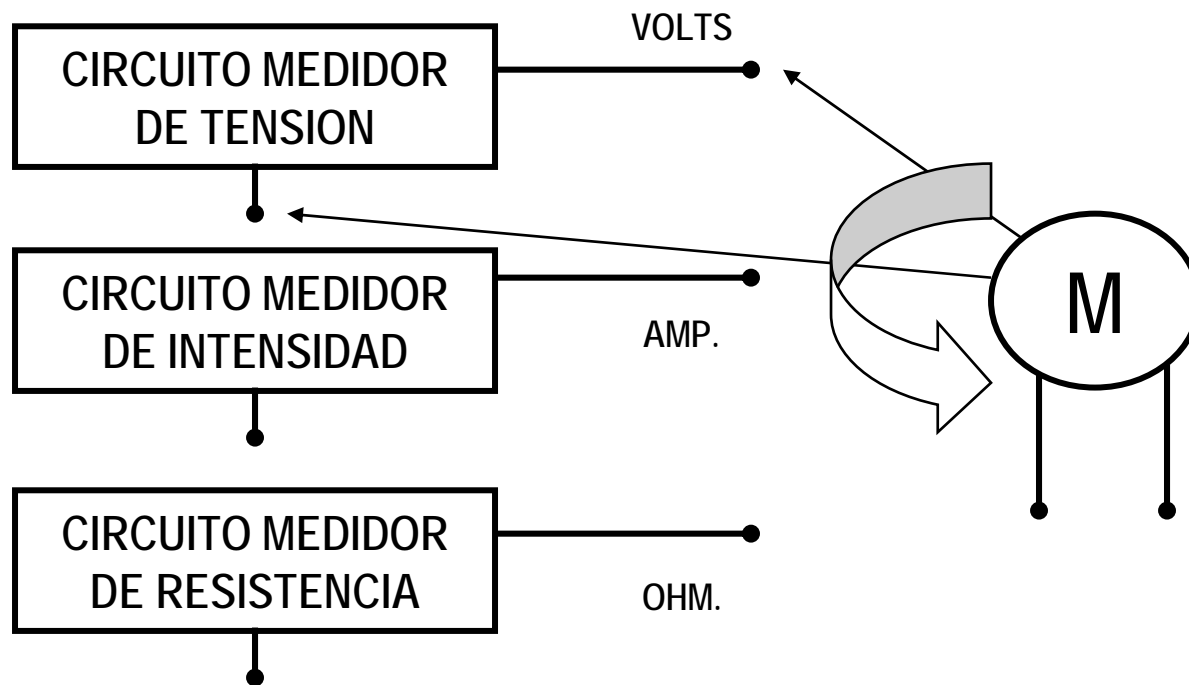
- La tensión de salida es continua: OJO CON LA POLARIDAD
- Cable negro para borne negativo
- Cable rojo para borne positivo
- En el análisis del circuito, la Fuente de Alimentación debe ser EL ULTIMO INSTRUMENTO A CONECTAR

Multímetros digitales

Multímetros Digitales: Definición

- Los Multímetros (polímetros o testers) son aparatos de medida universales capaces de medir tensiones, intensidades (continua y alterna) y resistencias, entre otras.
- Son aparatos de medida capaces de convertirse en voltímetros, amperímetros u ohmetros.
- Tipos de multímetros
 - » Analógicos: Movimiento sobre una escala continua
 - » Digitales: Resultados obtenidos en intervalos numéricos

Multímetros Digitales: Diagrama de Bloques



Multímetros Digitales:

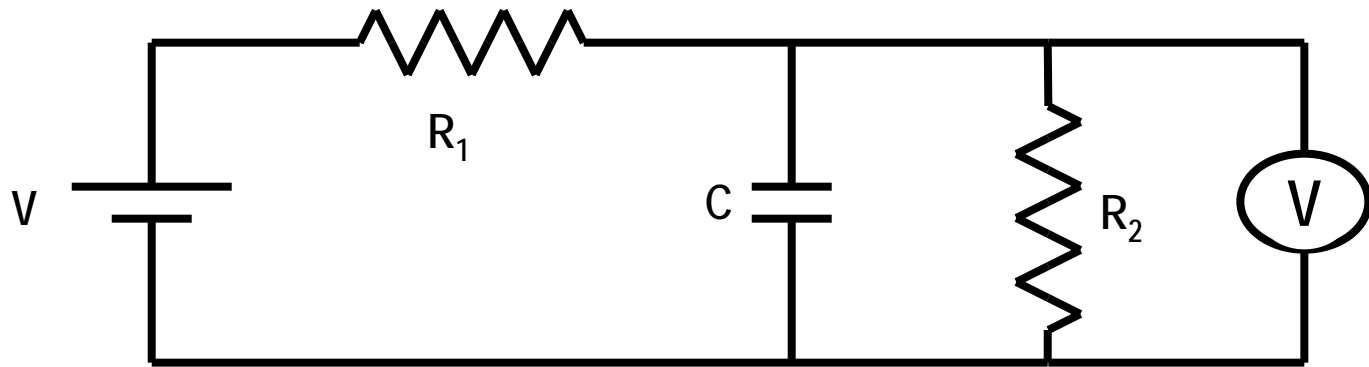
Características generales

- Campos de medición
 - » Magnitudes físicas capaces de ser leídas
- Alcances
 - » Diferentes rangos de lectura de cada magnitud
- Precisión o clase
 - » Error máximo de lectura (%) dado en la escala (fondo de escala)
- Sensibilidad o Resolución
 - » Mínima variación perceptible por el aparato
- Resistencia de entrada
 - » Resistencia equivalente del aparato: debe ser muy grande como voltímetro y muy pequeña como amperímetro

Multímetros Digitales: Utilización

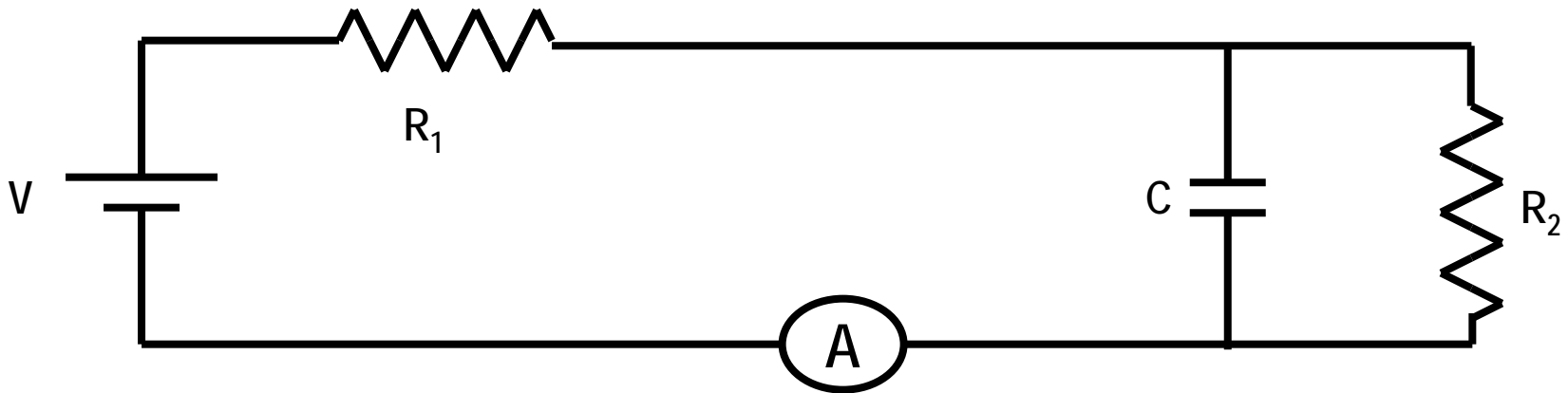
- Elección de la magnitud física a medir:
 - » Tensión en corriente continua o alterna
 - » Intensidad en corriente continua o alterna
 - » Resistencia
- Elección de la escala de lectura más conveniente
 - » Desde el rango más elevado se desciende en la escala hasta la más adecuada (más cifras significativas)
- Cuando se miden Tensiones (Voltímetro) el montaje se debe hacer en PARALELO con los puntos que se quieren medir.
- Cuando se miden Corrientes (Amperímetro) el montaje se debe hacer en SERIE con la rama que se quieren medir.
- Cuando se miden Resistencias (Ohmetro) no debe pasar corriente por la resistencia

Multímetros Digitales: Medidas de Tensiones



MEDIDA DE TENSIONES : EN PARALELO

Multímetros Digitales: Medidas de Corrientes



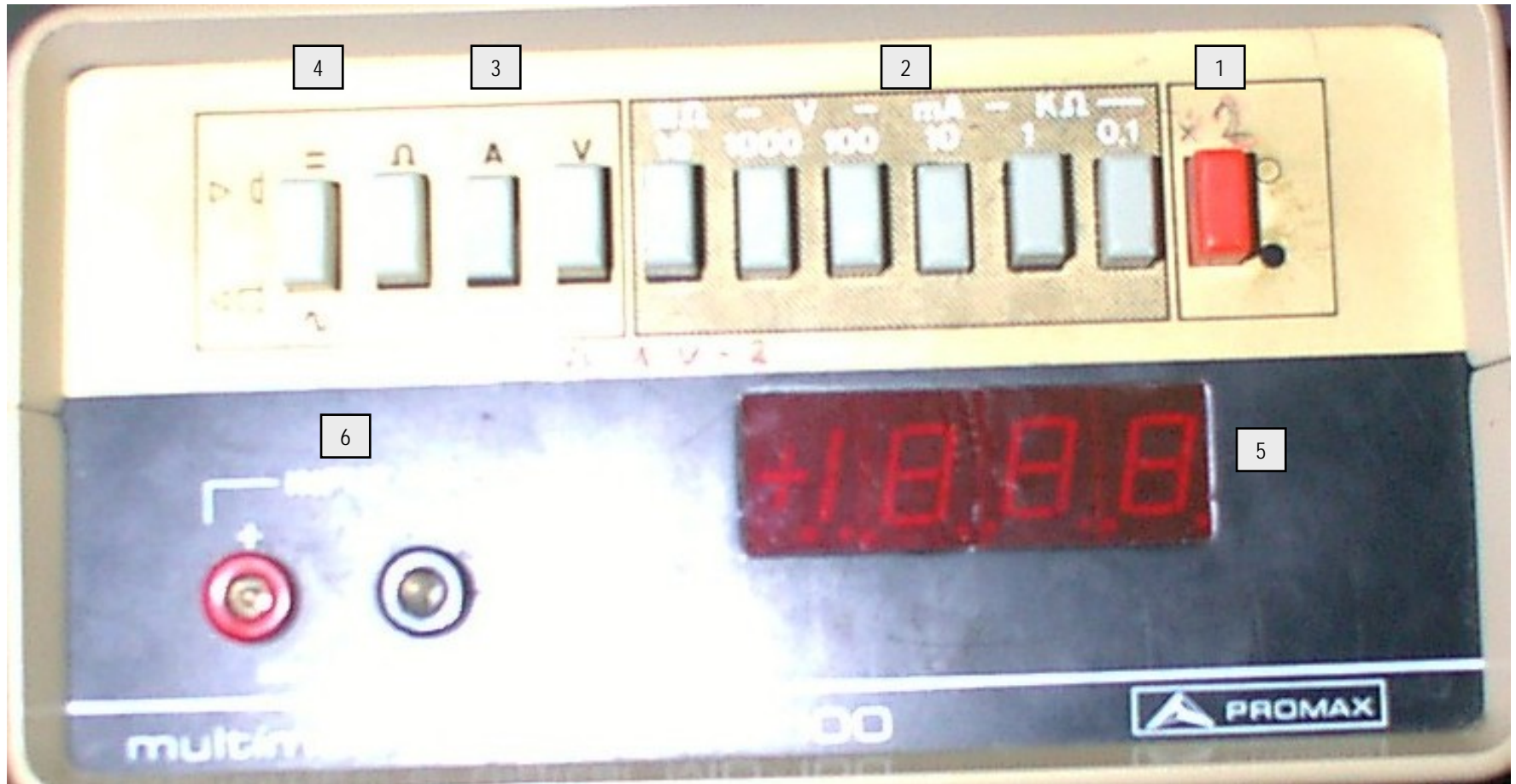
MEDIDA DE CORRIENTES : EN SERIE

Multímetros Digitales: Disponibles en el Laboratorio

- Multímetro Digital PROMAX MD-100

- Multímetro Digital PROMAX MD-100C

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Vista Frontal



Multímetro Digital PROMAX MD-100: Descripción de mandos

1. Interruptor de puesta en marcha
2. Botonera de selección de escalas de 0'1, 1, 10, 100 y 1000 K Ω , mA y V así como la de 10 M Ω
3. Botonera de selección de funciones
 - » Medida de tensiones (V)
 - » Medida de corrientes (A)
 - » Medida de Resistencias (Ω)
4. En las medidas de tensiones de corriente la tecla =/~ permite escoger entre señales continuas o alternas
5. Display de 3 dígitos y uno con indicación de signo y cifra más significativa.
6. Bornes de entrada comunes para todas las medidas a realizar

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Especificaciones Tensiones Continuas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN
200 mV	100 μ V	\pm (0'15% de la lectura + 1 dígito)
2 V	1 mV	
20 V	10 mV	
200 V	100 mV	
1000 V	1 V	

- Impedancia de Entrada: 10 M Ω
- Tensión máxima de entrada: 1000 V
- Tiempo de Respuesta : 0'5s

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Especificaciones Tensiones Alternas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN		
		50Hz-1KHz	1KHz-5KHz	5KHz-10KHz
200 mV	100 μ V	\pm (0'7 % de lectura + 2 dígitos)		\pm (3 % de lectura + 3 dígitos)
2 V	1 mV			
20 V	10 mV			
200 V	100 mV			
500 V	1 V	\pm 0'7%+2dg	\pm 5%+5dg	

- Conversión: Respuesta a valor medio. Calibrado en tensión eficaz de onda sinusoidal
- Impedancia de Entrada: 10 M Ω en paralelo con 100 pF
- Tensión máxima de entrada: 500 V eficaces en todas las escalas
- Tiempo de Respuesta : 3s

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Especificaciones Corrientes Continuas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	CAIDA TENSIÓN
200 μ A	0,1 μ A	\pm (0'3% de la lectura + 1 dígito)	0'3 V
2 mA	1 μ A		
20 mA	10 μ A		
200 mA	100 μ A		
2 A	1 mA		0'6 V

- Tiempo de Respuesta : 0'5s
- Protección : 2 A en cualquier escala (fusible interno y diodos limitadores)

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Especificaciones Corrientes Alternas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	CAIDA TENSIÓN
200 μ A	0,1 μ A	\pm (1 % de la lectura + 2 dígitos)	0'3 V
2 mA	1 μ A		
20 mA	10 μ A		
200 mA	100 μ A		
2 A	1 mA		0'6 V

- Tiempo de Respuesta : 3s
- Protección : 2 A en cualquier escala (fusible interno y diodos limitadores)

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Especificaciones Resistencias

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	CORRIENTE MAX. DE MEDIDA
0'2 K Ω	0'1 Ω	\pm (0'2 % de la lectura + 1 dígito)	1 mA
2 K Ω	1 Ω		1 mA
20 K Ω	10 Ω		10 μ A
200 K Ω	100 Ω		10 μ A
2000 K Ω	1 K Ω		1 μ A
20 M Ω	10 K Ω	\pm (0'5 % lec + 1 dgt.)	0'1 μ A

- Tiempo de respuesta: 1s (hasta 1 M Ω) y 5s (hasta 10 M Ω)
- Tensión máxima de entrada: 220 V (RMS) protegido con fusible

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Medida de tensiones

- Tecla de funciones (V)
- Selección de modo continua/alterna (Introducido continuas)
- Selección de margen adecuado entre 0'1V y 1000V
 - » En tensiones alternas el valor máximo que se mide es 500 V eficaces (RMS) que corresponde a la escala de 1000V
- Aplíquese la tensión a medir en los bornes de entrada
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado el display parpadeará repetidamente
- La medida de tensiones en el circuito se realizará en PARALELO con lo que quedamos medir

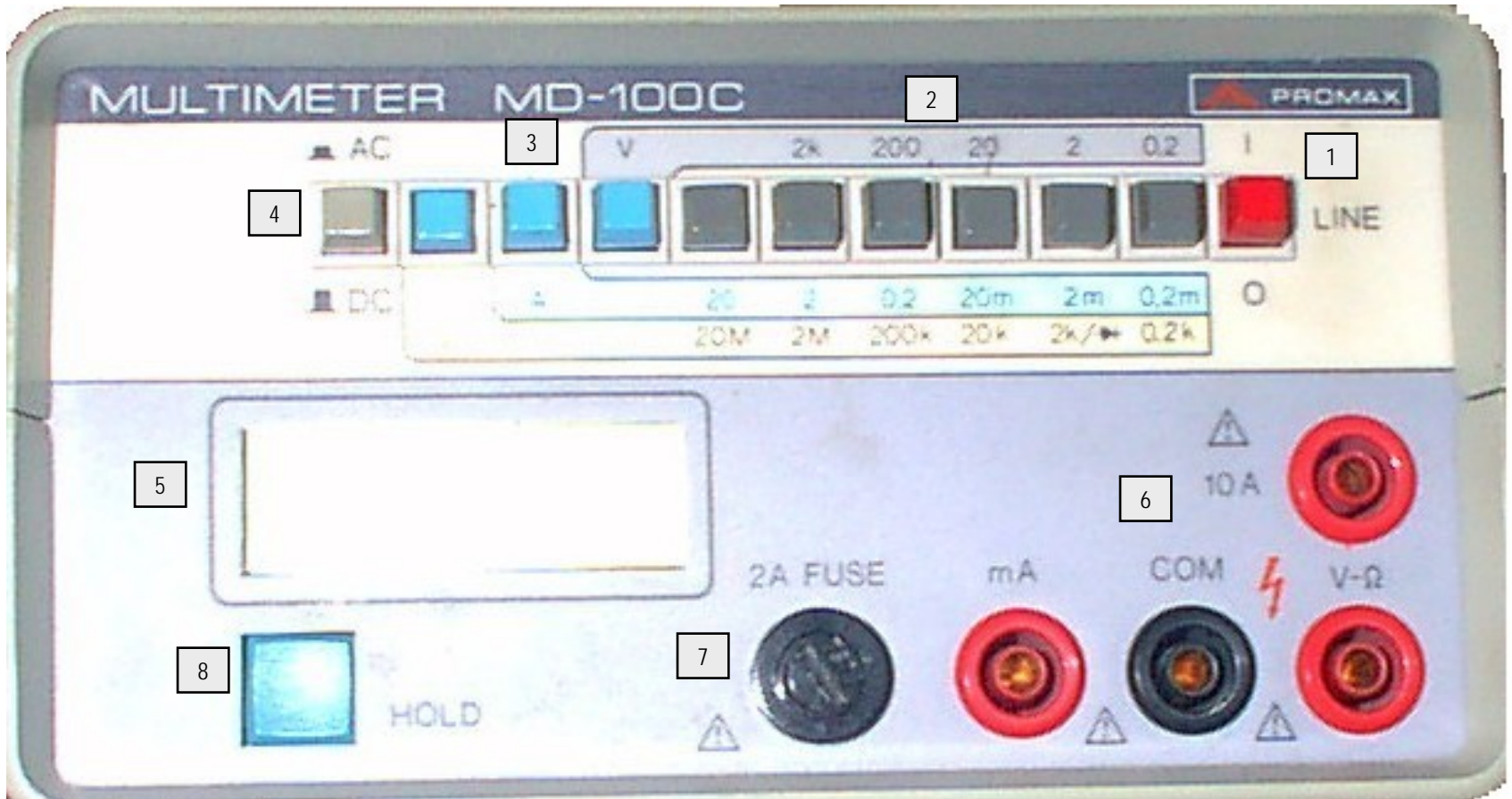
Multímetro Digital PROMAX MD-100: Medida de corrientes

- Tecla de funciones (A)
- Selección de modo continua/alterna (Introducido continuas)
- Selección de margen adecuado entre 0'1 mA y 1000 mA
 - » En caso de sobrepasar la máxima corriente de entrada de 2A se fundirá el fusible de protección
- Aplíquese la corriente a medir en los bornes de entrada
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado el display parpadeará repetidamente
- La medida de intensidades en el circuito se realizará en SERIE con lo que quedamos medir

Multímetro Digital PROMAX MD-100: Medida de resistencias

- Tecla de funciones (Ω)
- El selección de modo continua/alterna es inoperante
- Selección de margen adecuado entre 0'1 $K\Omega$ y 10 $M\Omega$
 - » Si por error existe alguna tensión de entrada y sobrepasa los 210V (RMS) se fundirá el fusible de protección
- Conecte la resistencia a medir entre los bornes de entrada
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado el display parpadeará repetidamente
- La medida de resistencias deberá realizarse sin que exista tensión aplicada en la resistencia

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Vista Frontal



Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Descripción de mandos

1. Interruptor de puesta en marcha
2. Botonera de selección de escalas de 0'2, 2, 20, 200 y 2000 K Ω , mA y V así como la de 20 M Ω y 20 A
3. Botonera de selección de funciones
 - » Medida de tensiones (V)
 - » Medida de corrientes (I)
 - » Medida de Resistencias (Ω)
4. En las medidas de tensiones de corriente la tecla AC/DC permite escoger entre señales continuas o alternas
5. Display de 3 dígitos y uno con signo y cifra más significativa.
6. Bornes de entrada: uno común y tres independientes para medidas de tensión/resistencia, corriente hasta 2A y corriente hasta 10A
7. Porta fusible para fusible de protección
8. Memorización de última lectura HOLD

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Especificaciones Tensiones Continuas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN
200 mV	100 μ V	\pm (0'25% de la lectura + 1 dígito)
2 V	1 mV	
20 V	10 mV	
200 V	100 mV	
1000 V	1 V	

- Impedancia de Entrada: 10 M Ω
- Tensión máxima de entrada: 1000 V (DC o pico AC)
- Polaridad: Automática

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Especificaciones Tensiones Alternas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN		
		40Hz-1KHz	1KHz-5KHz	5KHz-10KHz
200 mV	100 μ V	\pm (0'7% de lectura + 3 dígitos)	\pm 1% de lectura + 3 dígitos	\pm 3% de lectura + 3 dígitos
2 V	1 mV			
20 V	10 mV			
200 V	100 mV		\pm 3% + 3dg	
750 V	1 V	\pm 1% + 2dg		

- Impedancia de Entrada: 10 M Ω en paralelo con 100 pF
- Tensión máxima de entrada: 1000V DC (750V AC). En la escala de 200 mV: 500V DC (350V AC)

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Especificaciones Corrientes Continuas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	CAIDA TENSIÓN
200 μ A	100 nA	\pm (0'5% de lectura + 1 dígito)	0'3 V max.
2 mA	1 μ A		
20 mA	10 μ A		
200 mA	100 μ A		
2 A	1 mA	\pm 1% + 2dg	0'7 V max.
10 A	10 mA		

- Protección : 2 A en cualquier escala (fusible interno)
- Polaridad Automática.

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Especificaciones Corrientes Alternas

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	CAIDA TENSIÓN
200 μ A	100 nA	40 Hz a 1 KHz \pm (1% de lectura + 1 dígito)	0'3 V _{ef} max.
2 mA	1 μ A		
20 mA	10 μ A		
200 mA	100 μ A		
2 A	1 mA	\pm 1'5% + 3dg	0'7 V _{ef} max.
10 A	10 mA		

- Protección : 2 A en cualquier escala (fusible interno)

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Especificaciones Resistencias

ESCALA	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	CORRIENTE MAX. DE MEDIDA
200 Ω	0'1 Ω	\pm (0'4 % lec. + 3 dgt.)	1'5 mA
2 K Ω	1 Ω	\pm (0'3 % de la lectura + 1 dígito)	
20 K Ω	10 Ω		80 μ A
200 K Ω	100 Ω		8 μ A
2 M Ω	1 K Ω		800 nA
20 M Ω	10 K Ω	\pm (1 % lec. + 2 dgt.)	80 nA

- Tensión máxima de entrada: 250 V (DC/AC) protegido con fusible

Multímetro Digital PROMAX MD-100C:

Medida de tensiones

- Tecla de funciones (V) y Selección de modo AC/DC (Introducido alternas)
- Selección de margen adecuado entre 0'2V y 2000V
 - » En tensiones alternas el valor máximo que se mide es 750 V eficaces (RMS) que corresponde a la escala de 2000V
- Aplíquese la tensión a medir en los bornes de entrada
 - » Cable Negro : Terminal COM
 - » Cable Rojo : Terminal V- Ω
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado se apagarán las tres cifras menos significativas y quedará encendido el 1 para el dígito más significativo

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Medida de corrientes hasta 2A

- Tecla de funciones (A) y Selección de modo AC/DC (Introducido alternas)
- Selección de margen adecuado entre 0'2mA y 2000mA
 - » En caso de sobrepasar la máxima corriente de entrada de 2A se fundirá el fusible de protección
- Aplíquese la corriente a medir en los bornes de entrada
 - » Cable Negro : Terminal COM
 - » Cable Rojo : Terminal mA
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado se apagarán las tres cifras menos significativas y quedará encendido el 1 para el dígito más significativo

Multímetro Digital PROMAX MD-100C: Medida de corrientes hasta 10A

- Tecla de funciones (A) y Selección de modo AC/DC (Introducido alternas)
- Selección de escala 20 A
 - » No esta conectado al fusible de protección
- Aplíquese la corriente a medir en los bornes de entrada
 - » Cable Negro : Terminal COM
 - » Cable Rojo : Terminal 10 A
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado se apagarán las tres cifras menos significativas y quedará encendido el 1 para el dígito más significativo

Multímetro Digital PROMAX MD-100C:

Medida de resistencias

- Tecla de funciones (Ω) . El selector de modo AC/DC es inoperante
- Selección de margen adecuado entre 0'2 K Ω y 20 M Ω
 - » Asegúrese de que no existe tensión aplicada
- Aplíquese la corriente a medir en los bornes de entrada
 - » Cable Negro : Terminal COM
 - » Cable Rojo : Terminal V- Ω
- Ajuste la escala a la más precisa
- Si la medida sobrepasa el fondo de escala seleccionado se apagarán las tres cifras menos significativas y quedará encendido el 1 para el dígito más significativo

Generadores de Funciones

Generadores de Funciones: Definición

- El Generador de Funciones es un instrumento capaz de generar señales periódicas, es decir, aquellas que se repiten en un intervalo de tiempo fijo denominado período de la señal.
- Las señales periódicas más usuales en electrónica son:
 - » Sinusoidales: responden a las ecuaciones del seno y del coseno
 - » Triangulares: responden a ecuaciones de rectas de pendientes positivas y negativas
 - » Cuadrada: responden a subidas y bajadas bruscas en el tiempo de unos valores a otros
 - » Impulsos

Generadores de Funciones: Propiedades Señales Periódicas

- Valor instantáneo
 - » Valor de la señal para un instante de tiempo cualquiera
- Amplitud de la señal
 - » Valor máximo de la señal durante un período
- Período de la señal
 - » Tiempo mínimo que tardan en repetirse los valores instantáneos de la señal
- Frecuencia
 - » Criterio inverso al de período e indicativo del número de veces que la señal se repite en un segundo

Generador de Funciones PROMAX GF-230

Vista Frontal



Generador de Funciones PROMAX GF-230

Descripción de Mandos

1. LINE. Interruptor de Red
2. LED. Indicador de encendido
3. Control de Frecuencia. Control continuamente variable de la frecuencia elegida por el mando (10)
4. DC OFFSET. Control de tensión de continua ($\pm 10V$) que se superpone a la señal de salida. La posición habitual es OFF
5. AMPLITUDE. Control de amplitud
6. TTL. Salida de impulsos con niveles TTL a la frecuencia de la señal de salida
7. Salida de señal seleccionada con impedancia interna 600Ω
8. 20 dB ATT. Atenuador 20dB
9. FUNCTION. Selección de formas de onda cuadrada, triangular y sinusoidal
10. FREQ. Selectores de banda para elegir la década de frecuencia. Si no se selecciona ninguno la selección es 0'1Hz a 1 Hz.

Generador de Funciones PROMAX GF-230

Características generales

- Rango de Frecuencias: 0'1 Hz a 1 MHz en 7 bandas x10
- Precisión: $\pm 5\%$. Relación 10:1
- Impedancia de salida: 600Ω
- Señales de salida: Sinusoidal, triangular y cuadrada
 - » Sinusoidal: Distorsión $< 0'6\%$ a la salida nominal
 - » Triangular: Linealidad $< 1\%$
 - » Cuadrada: Tiempo de subida $< 80\text{ns}$
- Amplitud de salida: $20 V_{pp}$ (circuito abierto), $10 V_{pp}$ (600Ω)
- Control de amplitud: Continuamente variable $> 30\text{dB}$
- Offset DC: $\pm 10\text{V}$ (circuito abierto), $\pm 5\text{V}$ (600Ω)
- Tensión de salida sin recortar: $\pm 10\text{V}$ (circuito abierto)
- Salida TTL: Amplitud $> 3\text{V}$ y tiempo de subida $< 25\text{ns}$

Generador de Funciones PROMAX GF-230

Manejo del aparato

- Seleccione la función deseada en los controles (9)
- Seleccione la frecuencia con los mandos (3) y (10)
- Coloque la carga a la salida de (7) con el control AMPLITUDE (5) a mínimo y el atenuador en reposo 0dB
- Seleccionar mediante un osciloscopio la amplitud de salida
- Si es necesario, añadir una tensión de continua mediante el control DC OFFSET (4) del panel frontal
- Es necesario tener en cuenta que al utilizar el offset de tensión la señal no podrá sobrepasar un valor de pico de 10 V en circuito abierto ($\pm 5V$ sobre 600Ω) para que no se produzca recorte.

Osciloscopio: Definición

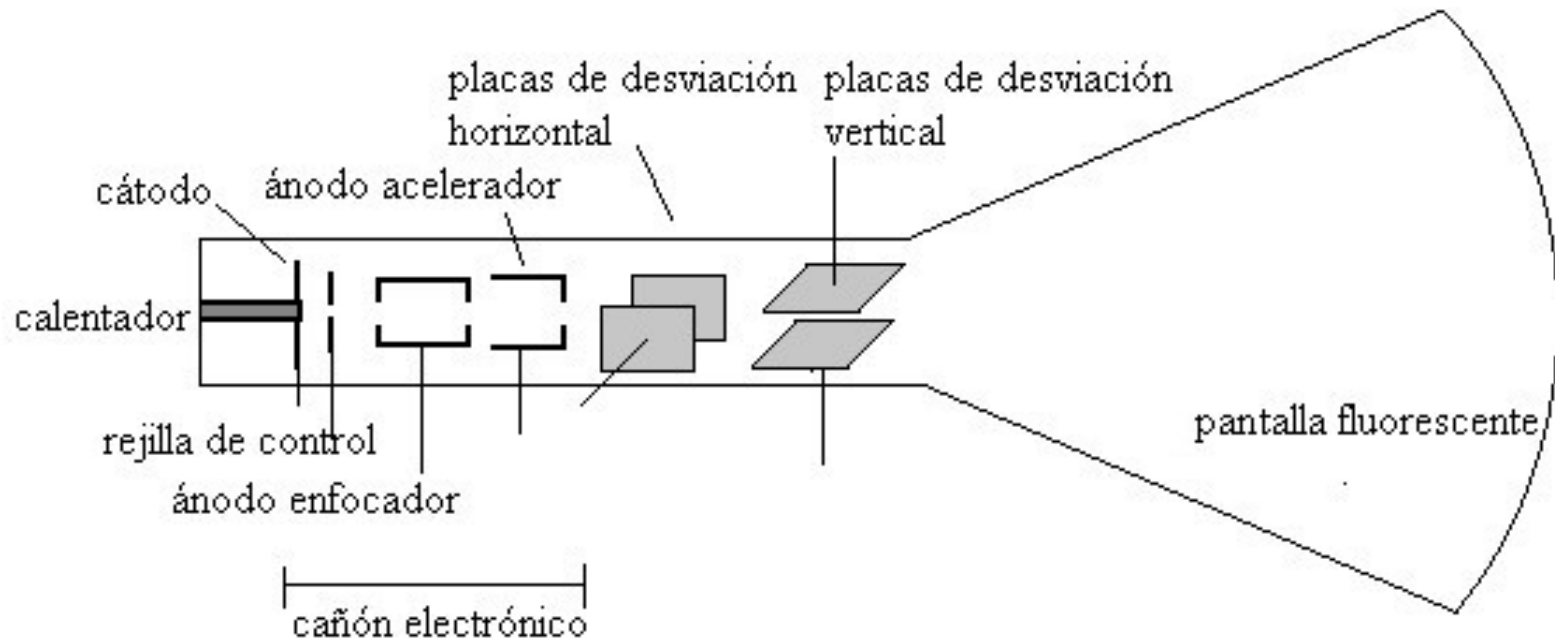
- Un osciloscopio es un instrumento de medición único dado que puede representar señales eléctricas de forma visual.
- Ejemplos:
 - » Tensión variable en función del tiempo
 - » Tensión de salida en función de una tensión de entrada
- Se basa en las características de funcionamiento del Tubo de Rayos Catódicos (TRC)

Osciloscopio:

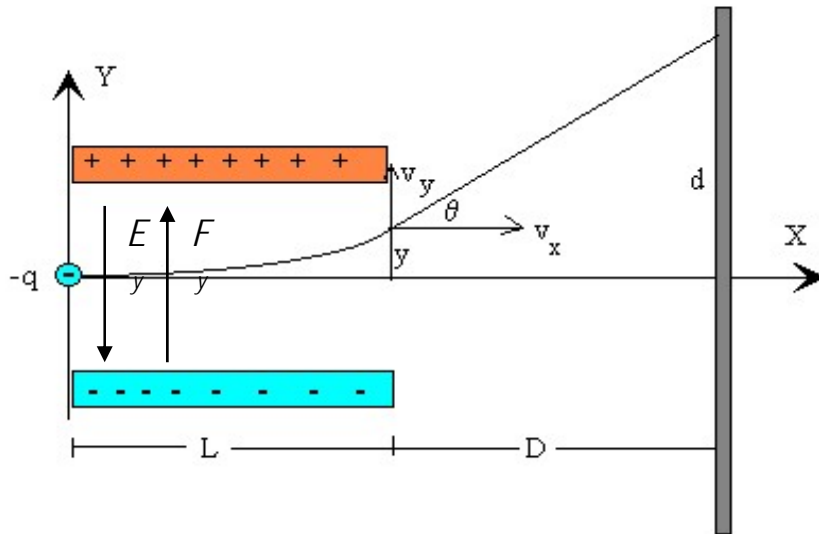
Tubo de Rayos Catódicos (TRC) (I)

- El TRC es un tubo electrónico especialmente diseñado para producir datos eléctricos en forma de curvas y gráficos sobre una pantalla fosforescente.
- Consta de 4 componentes principales:
 - » Tubo de vidrio al vacío
 - » Cañón electrónico para producir el flujo de electrones
 - » Estructuras magnéticas o eléctricas para producir la deflexión del haz electrónico
 - » Pantalla fosforescente para transformar en energía luminosa la energía cinética del haz de electrones

Osciloscopio: Tubo de Rayos Catódicos (TRC) (II)



Osciloscopio: Tubo de Rayos Catódicos (TRC) (III)



$$y = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \frac{L^2}{v_o^2}$$

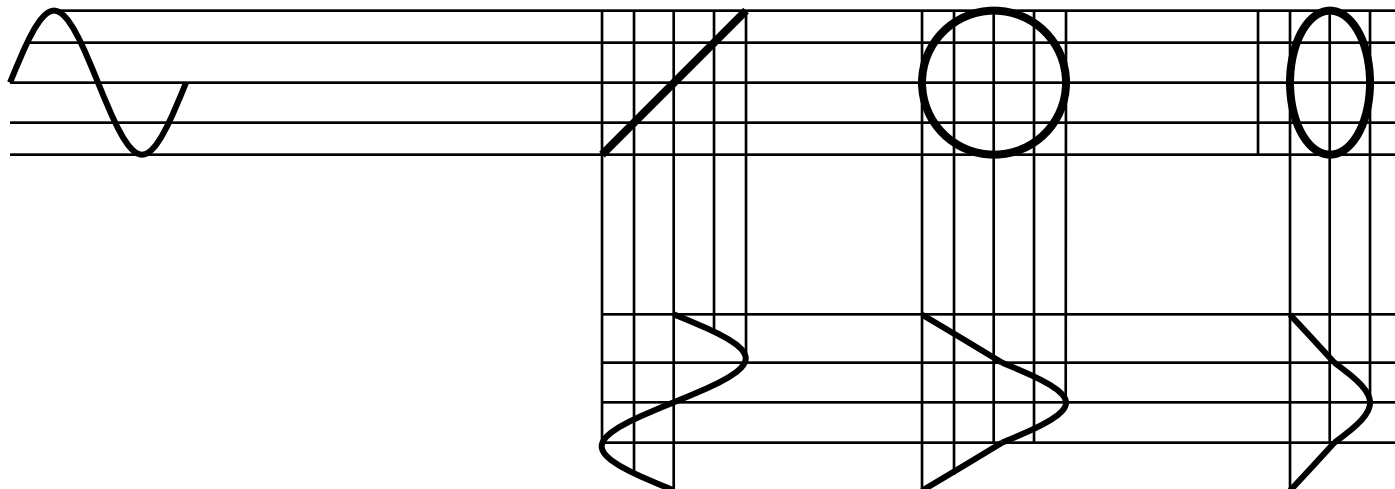
$$y = D \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$d = \frac{qE}{m} \frac{L^2}{v_o^2} \left(\frac{L}{2} + D \right)$$

El ángulo de desviación aumenta con la longitud L de las placas, con la diferencia de potencial V_d (o el campo E) entre las mismas, y si disminuye el potencial acelerador V (o la velocidad v_o de los electrones).

Osciloscopio: Funcionamiento Elemental (I)

- Al aplicar tensiones sinusoidales a los terminales de entrada vertical y horizontal se produce la desviación del haz electrónico
 - » Si ambas tensiones están en fase: línea diagonal
 - » Igual frecuencia y amplitud desfasadas 90° : circunferencia
 - » Igual frecuencia desfasadas 90° y amplitudes distintas: elipse

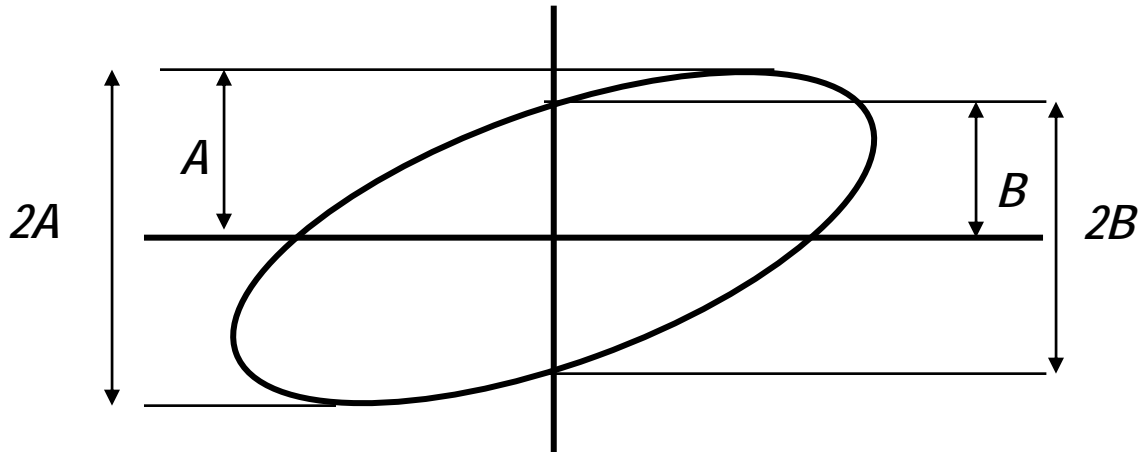


Osciloscopio: Funcionamiento Elemental (II)

- La diferencia de fase entre las tensiones deflectoras vertical y horizontal se puede calcular:

$$\text{sen } \theta = \frac{B}{A} = \frac{2B}{2A}$$

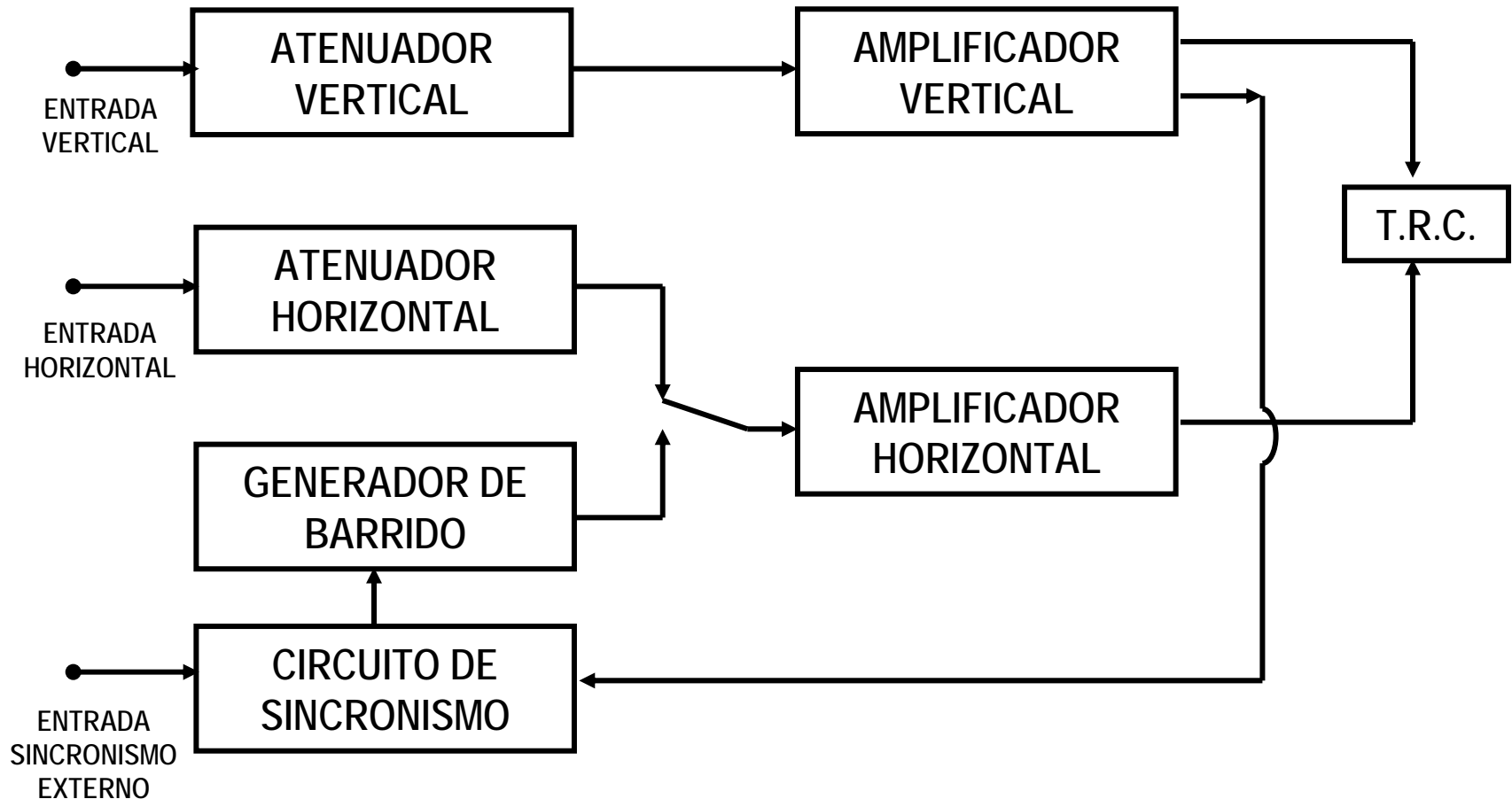
- Figuras de Lissajous



Osciloscopio: Base de Tiempo

- Como la mayoría de las funciones de C.A. dependen del tiempo, será necesario que el osciloscopio tenga una base de tiempo.
- Esta base de tiempo permite representar las variaciones de tensión o intensidad en función del tiempo
 - » Movimiento horizontal del haz electrónico a velocidad constante
 - » Los intervalos horizontales son proporcionales a los tiempos invertidos en recorrerlos
- La base de tiempo más común genera una tensión de salida que desplaza el haz a lo ancho de la pantalla y la hace retroceder al punto de partida
- Esta acción de barrido se realiza mediante la aplicación a las placas deflectoras horizontales una tensión en diente de sierra.

Osciloscopio: Diagrama de Bloques



Osciloscopio:

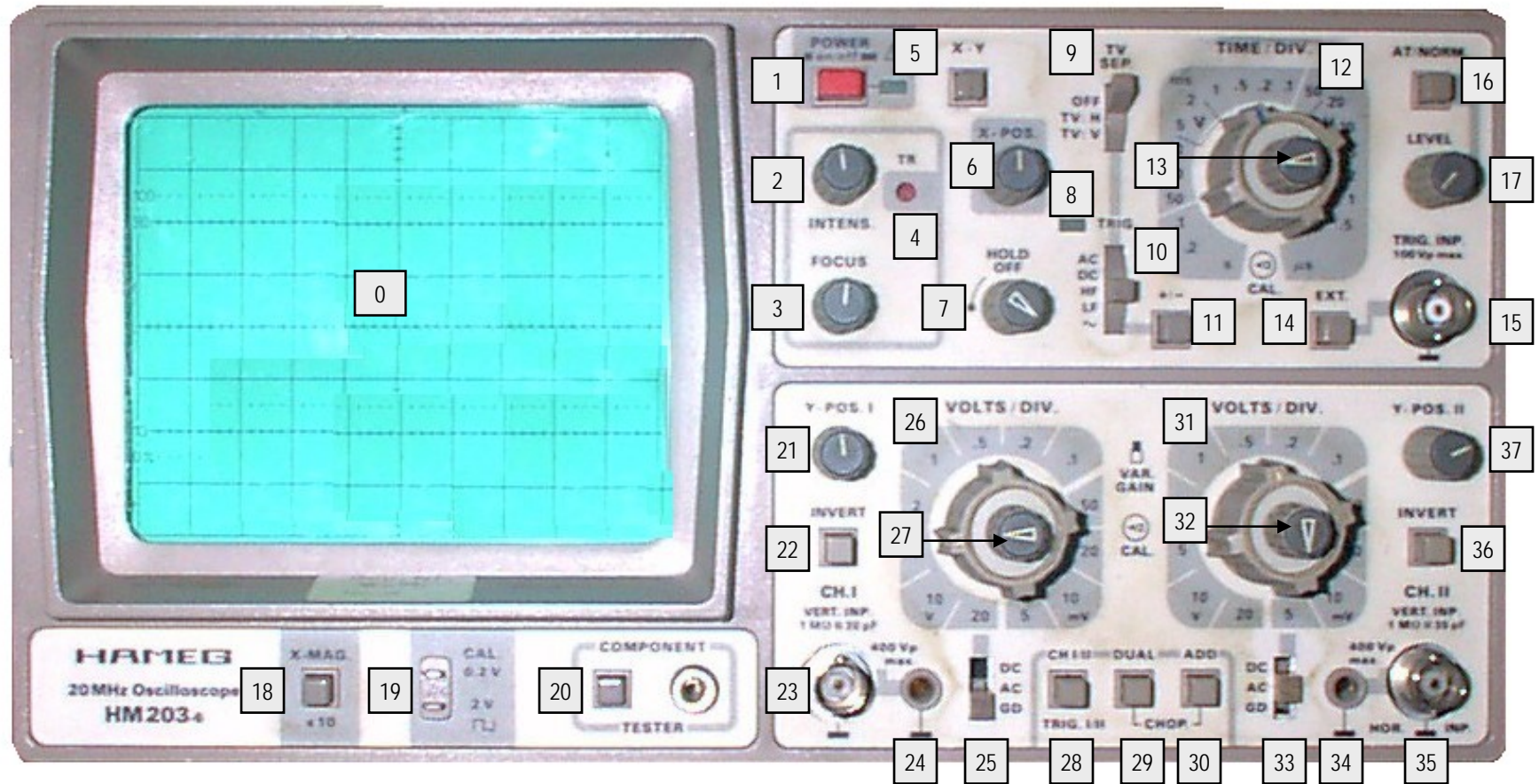
Sincronización de la Base de Tiempo

- Para que la imagen que aparezca en pantalla sea fija sin desplazamiento es imprescindible que la frecuencia de barrido sea igual que la de la señal:
 - » Frecuencia barrido $>$ Frecuencia señal : Desplazamiento Izq. a Der.
 - » Frecuencia barrido $<$ Frecuencia señal : Desplazamiento Der. a Izq.
- El circuito de sincronismo dispone de posibilidades para utilizar como fuente de sincronización:
 - » Una señal externa (sincronismo externo)
 - » Una señal introducida para la visualización

Osciloscopio: Especificaciones

- Sensibilidad vertical y horizontal:
 - » Valor de tensión que aplicada a la entrada produce una depleción del haz de 1 cm o 1 división (V/cm o V/div)
- Ancho de banda de un canal
 - » Margen de frecuencias para las cuales la sensibilidad es cte. en un margen de 3dB de su valor nominal (Hz o MHz)
- Tiempo de subida
 - » Intervalo de tiempo entre los instantes en que la señal alcanza el 10% y el 90% de su valor de pico al aplicar de entrada un escalón ideal (μs o ns)
- Impedancia de entrada
 - » Impedancia que presenta al circuito (Resistencia en paralelo con capacidad)
- Tiempo de barrido
 - » Tiempo que tarda el haz en recorrer sobre la pantalla a lo largo del eje horizontal una distancia de 1cm o 1 división.

Osciloscopio HAMEG HM-203: Vista Frontal



Osciloscopio HAMEG HM-203 :

Descripción de Mandos (I)

0. Grática
1. POWER ON. Encendido
2. INTENSITY. Ajuste Intensidad
3. FOCUS. Ajuste Enfoque
4. TR. Ajuste magnetismo terrestre (NO TOCAR)
5. X-Y. Modo X-Y Canal1 Eje Y, Canal2 Eje X
6. X-POS. Ajuste Posición Hor.
7. HOLD OFF. Retardo Disparo
8. TRIG. LED. Led de sincronismo con señal de disparo
9. TV. SEP. Separador de sincronismos de TV
10. TRIG. Selector de disparo (AC-DC-HF-LF-~). Posición normal AC
11. +/- . Cambio de Pendiente positiva (extraída), negativa (pulsado)
12. TIME/DIV. Tiempo de Barrido de 0'2 s/DIV a 0'5 μ s/DIV
13. Ajuste Fino de Tiempo de Barrido – Posición CAL
14. EXT (Pulsado sinc. Externa)

Osciloscopio HAMEG HM-203 :

Descripción de Mandos (II)

15. TRIG. INP. Conector para señal de disparo externa
16. AT/NORM. Método de disparo
17. LEVEL. Ajuste nivel de disparo del barrido. Interruptor NORM.
18. X-MAG.x10. Aumenta relación 1:10 (mando 13) hasta 20 ns/DIV
19. CAL 0'2V. 2V
20. COMPONENT TESTER
21. Y-POS.I. Movimiento vertical Canal I
22. INVERT (Pulsado invierte CH1)
23. GD. Terminal de Tierra
24. CH1 - VERT. INP.
25. AC-DC-GND
26. VOLTS/DIV. Selector de Sensibilidad del Canal 1 o Eje Y de 5mV/Div a 20V/Div
27. VAR.GAIN. Ajuste Fino de Sensibilidad del Canal 1 – Posición CAL
28. CH I/II – TRIG I/II
29. Modo DUAL - CHOP
30. Modo ADD –CHOP

Osciloscopio HAMEG HM-203 :

Descripción de Mandos (III)

31. VOLTS/DIV. Selector de Sensibilidad del Canal 2 o Eje X de 5mV/Div a 20V/Div
32. VAR.GAIN. Ajuste Fino de Sensibilidad del Canal 2 – Posición CAL
33. AC-DC-GND
34. GD. Terminal de Tierra
35. CH2 - HOR. INP.
36. INVERT (Pulsado invierte CH2)

Medidas con el Osciloscopio: Instrucciones básicas de Operación

- Ajuste posiciones según cuadro
- Encendido del instrumento
- Conecte señal(es) a las entradas del osciloscopio
- Ajuste posiciones mandos INTENSITY y FOCUS para obtener trazos claros

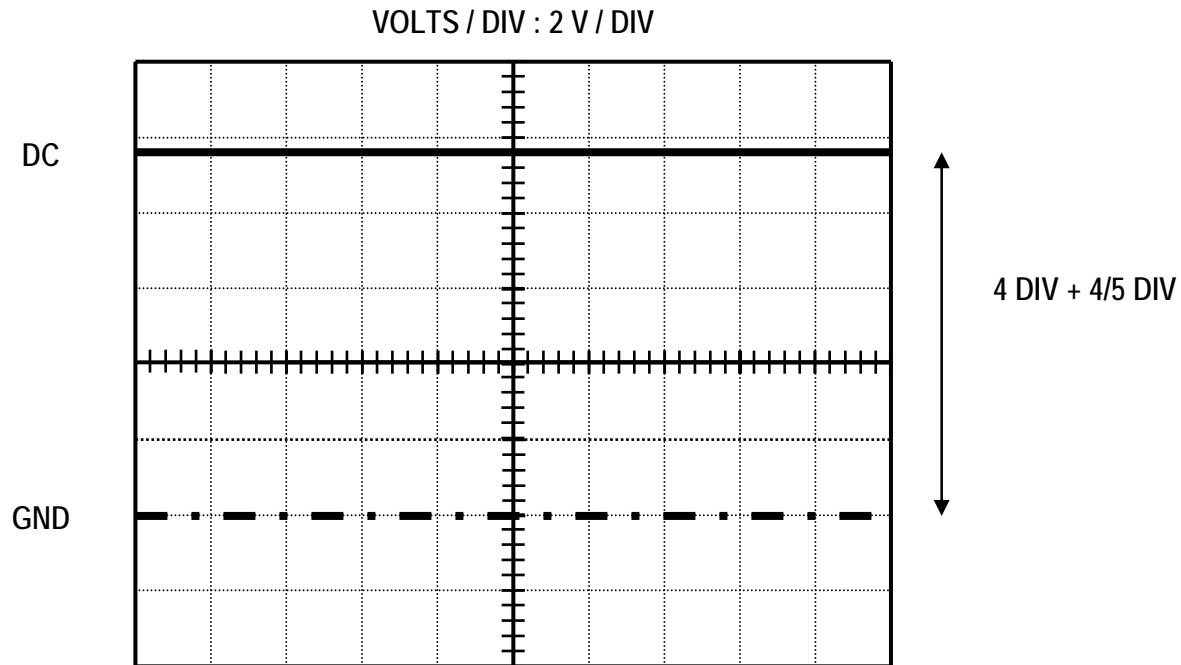
INTENSIDAD	<i>Posición Intermedia</i>
FOCUS	<i>Posición Intermedia</i>
Y-POS	<i>Posición Intermedia</i>
VOLTS/DIV	<i>0.1 V</i>
VARIABLE	<i>En posición de CAL</i>
AC – DC – GND	<i>AC</i>
VERT MODE	<i>ALT</i>
TRIG. MODE	<i>AUTO</i>
SOURCE	<i>CH1</i>
X-POS	<i>Posición Intermedia</i>
TIME/DIV	<i>0.2 ms/DIV</i>
X10 MAG.	<i>ANULADO</i>
SLOPE +/-	<i>+ (arbitrario)</i>
COUPLING	<i>AC.</i>
EXT/ INT	<i>INT</i>
LEVEL	<i>Posición Intermedia</i>

Medidas con el Osciloscopio: Voltaje de C. C.

- Use barrido automático (AUTO)
- Ponga el interruptor AC-DC-GND en GND. El trazo mostrará 0 V
- Coloque el trazo en la pantalla en una posición que facilite las medidas
- Seguidamente pase el interruptor AC-DC-GND a DC
- Lea el desplazamiento del trazo en la pantalla
- Ajuste o varíe el selector VOLTS/DIV, de forma que el trazo aparezca en pantalla
- Un desplazamiento hacia arriba indica voltaje positivo, un desplazamiento hacia abajo indica voltaje negativo

$$\text{Voltaje(V)} = \text{Valor de VOLTS/DIV} \times \text{Desplazamiento (DIV)}$$

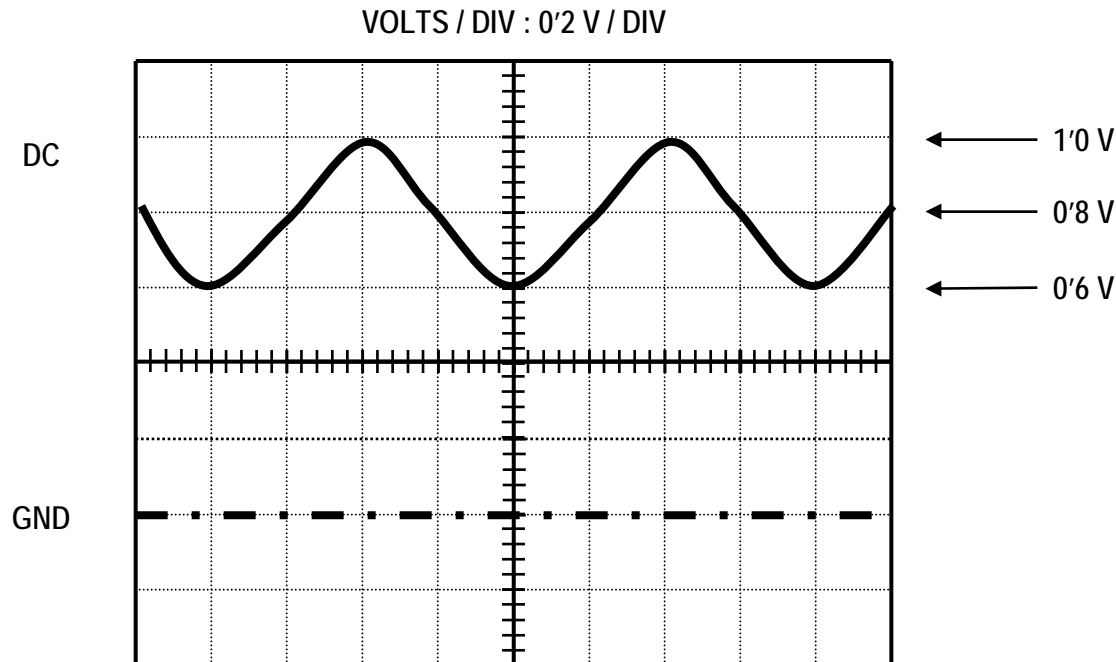
Medidas con el Osciloscopio: Voltaje de C. C. (Ejemplo)



$$\text{Voltaje (V)} = 2 \text{ V/DIV} \times 4.8 \text{ DIV} = 9.6 \text{ V}$$

Medidas con el Osciloscopio: Voltaje de C. C. + C. A. de pico

- Igual que en el apartado anterior
- Si la componente CC es mucho mayor que la CA, el trazo se sale de la pantalla. Las medidas CA y CC deben hacerse por separado



Medidas con el Osciloscopio: Voltaje de C. A. pico a pico

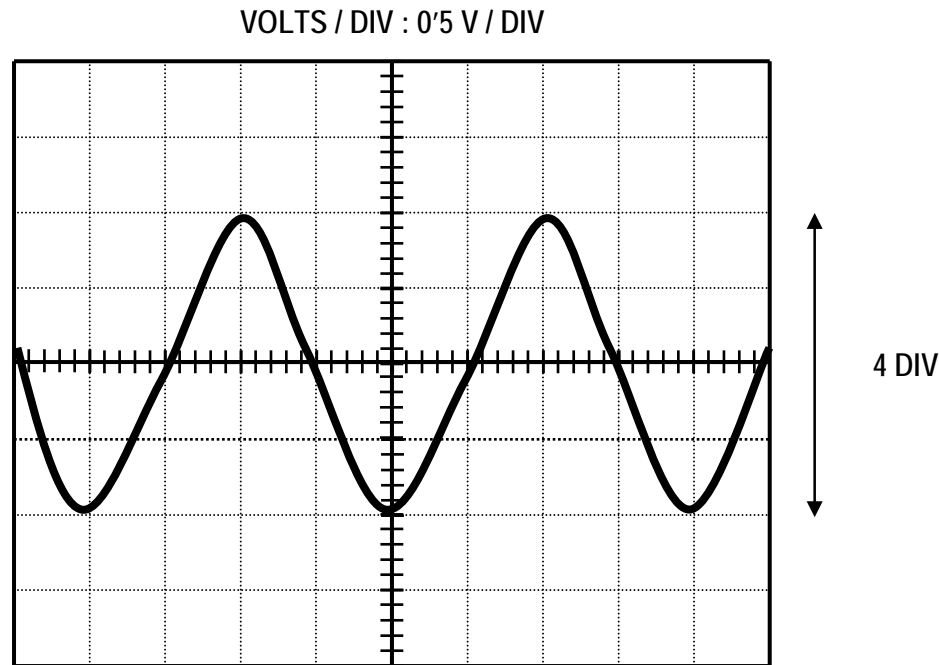
- Coloque el interruptor AC-DC-GND en AC
- El Voltaje Pico a Pico puede calcularse a partir de la amplitud del trazo en pantalla:

$$\text{Voltaje Pico a Pico } (V_{pp}) = (\text{VOLTS/DIV}) \times \text{Amplitud (DIV)}$$

- Si la señal es sinusoidal el Valor eficaz (V_{rms} o V_{eff}) puede obtenerse:

$$V_{eff} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$$

Medidas con el Osciloscopio: Voltaje de C. A. pico a pico (Ejemplo)



$$\text{Voltaje pico a pico } (V_{pp}) = 0'5 \text{ V/DIV} \times 4 \text{ DIV} = 2 \text{ V}$$

$$\text{Voltaje eficaz } (V_{rms}) = 2 / (2 \times 1'414) = 0'707 \text{ V}_{rms}$$

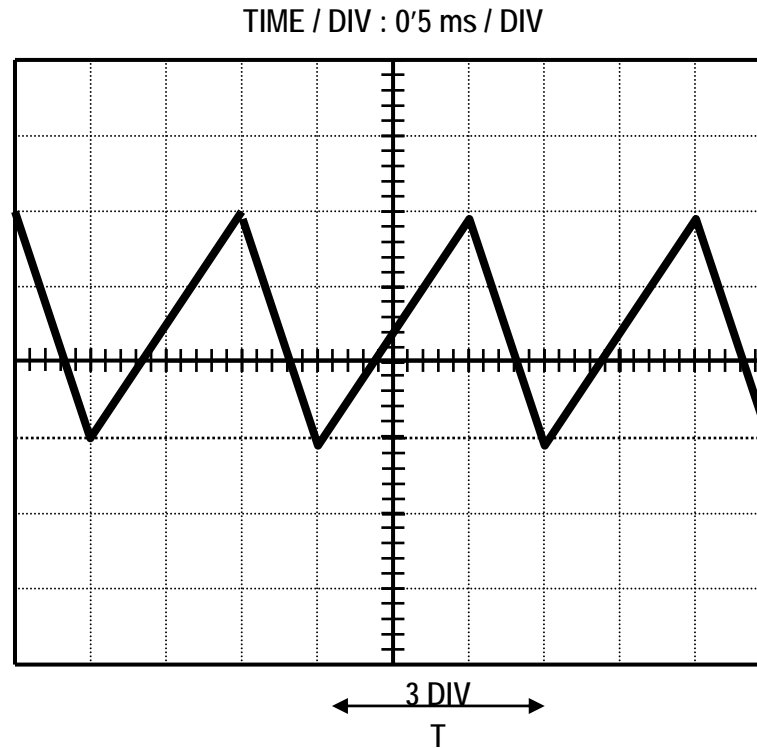
Medidas con el Osciloscopio: Intervalo de Tiempo

- El Intervalo de tiempo T puede calcularse como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo T (seg)} = & \\ & \text{Valor de TIME/DIV} \times \\ & \text{Distancia en la pantalla} \\ & \times \text{Recíproco de Amplificador (x10 MAG.)} \end{aligned}$$

- El recíproco de la amplificación es 1 si no hay amplificación y 0'1 cuando si la hay

Medidas con el Osciloscopio: Intervalo de Tiempo (Ejemplo)



(Amplificador x 1)

$$T = 0'5 \text{ ms/DIV} \times 3 \text{ DIV} \times 1 = 1'5 \text{ ms}$$

(Amplificador x 10)

$$T = 0'5 \text{ ms/DIV} \times 3 \text{ DIV} \times 0'1 = 0'15 \text{ ms}$$

Medidas con el Osciloscopio: Frecuencias

- Dos métodos:

- » Calcular el tiempo de un período y calcular la inversa ($f = 1/T$)

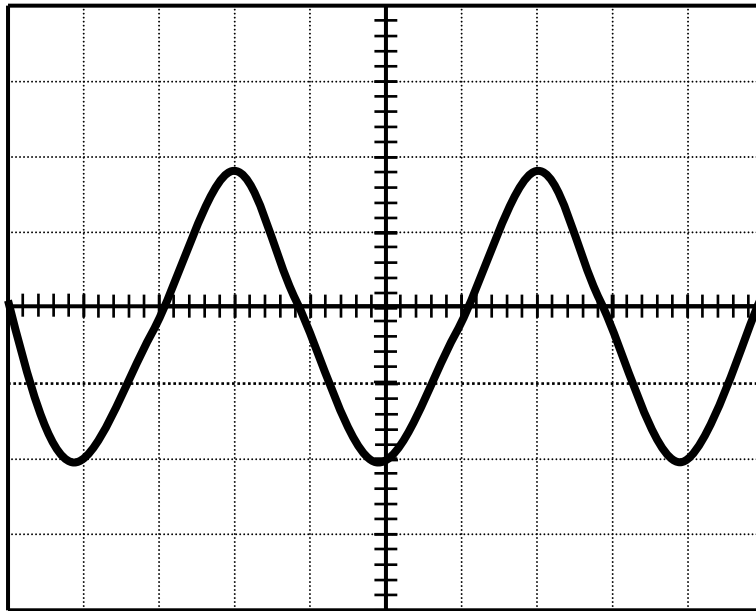
$$F (Hz) = \frac{1}{(\text{TIME/DIV}) \times \text{Distancia de un período} \times \text{Recíproco Amplificador}}$$

- » Contar el número de ondas completas o pulsos en las diez divisiones horizontales

$$F (Hz) = \frac{\text{Número de pulsos } N}{(\text{TIME/DIV}) \times \text{Recíproco Amplificador} \times 10 \text{ DIV}}$$

Medidas con el Osciloscopio: Frecuencias (Ejemplo)

TIME / DIV : 0'5 ms / DIV



4 DIV
← T →

Método 1:

$$F (Hz) = \frac{1}{0'5 \text{ ms/DIV} \times 4 \text{ DIV} \times 1} = 500 \text{ Hz}$$

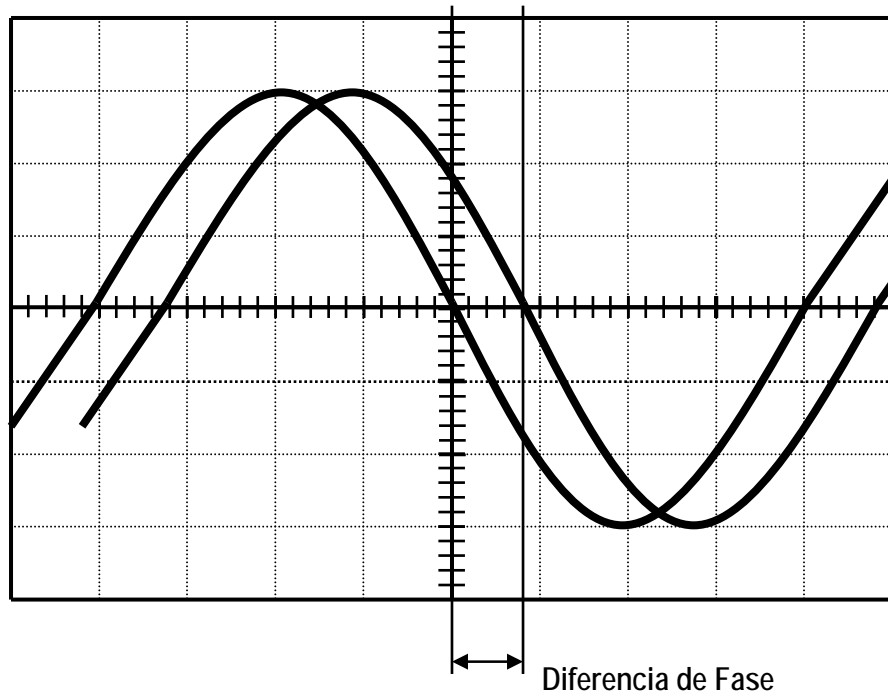
Método 2:

$$F (Hz) = \frac{2'5}{0'5 \text{ ms/DIV} \times 1 \times 10 \text{ DIV}} = 500 \text{ Hz}$$

Medidas con el Osciloscopio: Diferencia de Fase

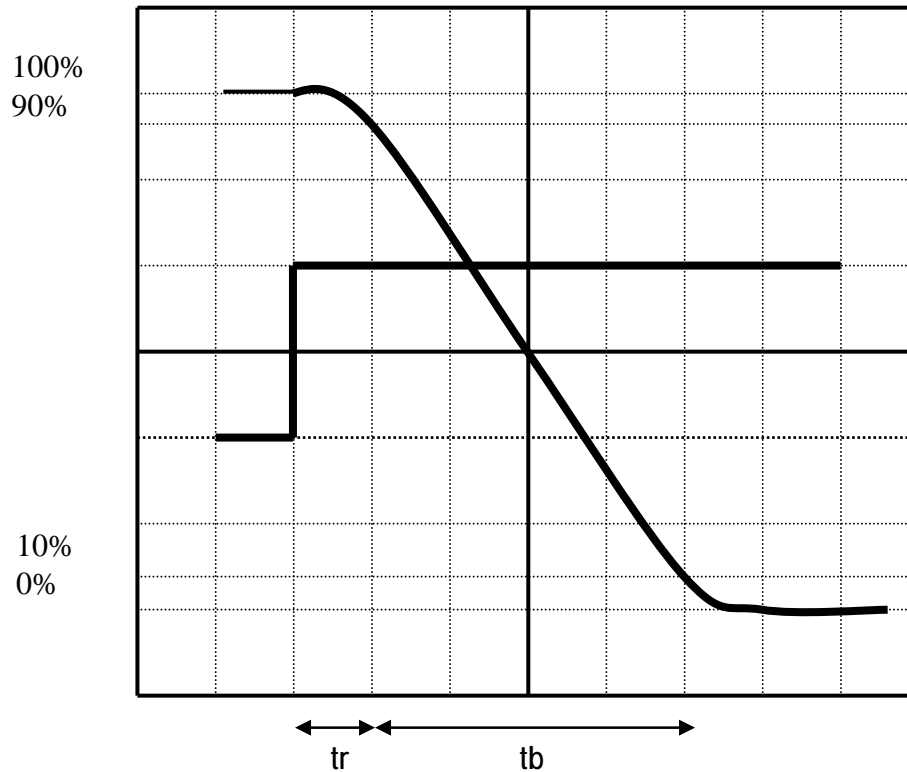
- Se puede medir la diferencia de fase de dos señales de la misma frecuencia gracias al sistema de doble trazo
 - » Coloque ambas señales en la línea central de la escala usando los controles de posición horizontal y VARIABLE
 - » Establezca la distancia horizontal de modo que el centro de la onda del canal base intersecte con el centro de la escala a 8 divisiones. En este momento cada división tendrá 45° ($360^\circ/8$)
 - » La diferencia de fase podrá calcularse multiplicando el número de divisiones por la diferencia de fase de cada división
 - » En caso de que la diferencia de fase sea muy pequeña debe utilizarse el amplificador x10

Medidas con el Osciloscopio: Diferencia de Fase (Ejemplo)



$$\text{Diferencia de Fase (}^\circ\text{)} = \frac{360^\circ}{8\text{DIV}} \times \frac{4}{5} \text{DIV} = 36^\circ$$

Medidas con el Osciloscopio: Tiempo de Bajada (Ejemplo)



Tiempo de Retardo: Intervalo de tiempo entre el impulso y el 90%

Tiempo de Bajada: Intervalo de tiempo entre el 90% y el 10%