

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Qué es un osciloscopio?

El *osciloscopio* es un instrumento electrónico que registra los cambios de tensión producidos en circuitos eléctricos y electrónicos y los muestra en la pantalla de un **tubo de rayos catódicos**.

Es especialmente útil porque puede mostrar cómo varían dichas medidas a lo largo del tiempo, o cómo varían dos o más medidas, una respecto de otra.

El osciloscopio, inicialmente aparato de laboratorio, se ha convertido en un dispositivo de medida de utilización universal, merced a dos propiedades fundamentales:

1. Permite la observación y medición de características que no pueden ser apreciadas al mismo tiempo mediante el uso de instrumentos de medición comunes, ya sea un voltímetro, o algo más complejo, como un frecuenciómetro, por ejemplo.
2. Puede realizar estas medidas directamente sobre el circuito y sin que éste sufra alteración alguna.

El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el *voltaje*; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el *tiempo*.

1.2. ¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?

Los osciloscopios se utilizan tanto en la industria como en los laboratorios para comprobar y ajustar el equipamiento electrónico y para seguir las rápidas variaciones de las señales eléctricas.

Utilizando un *transductor* adecuado (elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) se podrán transformar vibraciones mecánicas, ondas sonoras y otras formas de movimiento oscilatorio, en impulsos eléctricos observables en la pantalla del tubo de rayos catódicos del osciloscopio.

Básicamente, se podrá realizar lo siguiente:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar qué parte de la señal es DC y cuál AC.
- Localizar averías en un circuito.

2. TERMINOLOGÍA

Este capítulo se dedica a explicar los términos más utilizados en relación con el estudio de los osciloscopios.

2.1. Términos utilizados al medir

Existe un término general para describir un patrón que se repite en el tiempo: *onda*. Existen ondas de sonido, ondas sísmicas, ondas mecánicas y por supuesto, ondas de tensión. Un osciloscopio mide estas últimas.

Un *ciclo* es la mínima parte de la onda que se repite en el tiempo.

Se llamará *forma de onda* a la representación gráfica la misma. Una forma de onda de tensión siempre se representará con el tiempo en el eje horizontal (X) y la tensión en el eje vertical (Y). La forma de onda nos proporciona una valiosa información sobre la señal:

- En cualquier momento podemos visualizar la altura que alcanza y, por tanto, saber si el voltaje ha cambiado en el tiempo.
- Con la pendiente, tanto del flanco de subida como del de bajada, podremos conocer la velocidad en el paso de un nivel a otro.
- Pueden observarse también cambios repentinos de la señal (ángulos muy agudos), generalmente debidos a procesos transitorios, etc.

2.2. Tipos de ondas

Se pueden clasificar en cuatro tipos:

- *Senoidales*
- *Cuadradas y rectangulares*
- *Triangulares y en diente de sierra*
- *Pulsos y flancos o escalones.*

3. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

En este capítulo se describen los pasos necesarios para conseguir un correcto manejo del osciloscopio.

3.1. Conexiones a tierra

Una buena conexión a tierra es muy importante para realizar medidas con un osciloscopio.

Puesta a tierra del osciloscopio

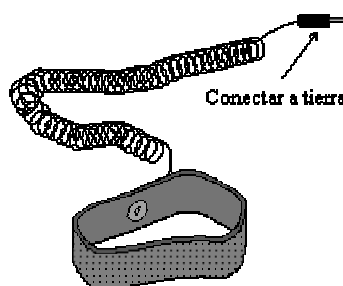
Por seguridad, es obligatorio conectarlo a tierra. Si se produce una conexión entre un elemento del osciloscopio sometido a un alto voltaje y su carcasa, el contacto con cualquier punto de ésta, incluidos los mandos, podría ocasionar la circulación de una corriente eléctrica a través del usuario, que podría evitarse si el osciloscopio está conectado correctamente a tierra (la corriente se desvía por la conexión de tierra).

Para ello, se necesita unir el chasis del mismo con el punto de referencia neutro de tensión (comúnmente llamado *tierra*). Esto se consigue empleando cables de alimentación con tres conductores (dos para la alimentación y uno para la toma de tierra).

El osciloscopio necesita, por otra parte, compartir la misma masa con todos los circuitos bajo prueba a los que se conecta.

Ponerse a tierra uno mismo

Si se trabaja en circuitos integrados (ICs), especialmente del tipo CMOS, es necesario colocarse a tierra uno mismo. Esto es debido a que ciertas partes de estos circuitos integrados son susceptibles de estropearse con la tensión estática que almacena nuestro propio cuerpo. Para resolver este problema se puede emplear una correa conductora que se conectará debidamente a tierra, descargando la electricidad estática que posea su cuerpo.



4. CONTROLES

4.1. Sistema de visualización

Intensidad

Se gradúa con un potenciómetro que ajusta el brillo de la señal en la pantalla **(2)**. Este mando actúa sobre la rejilla más cercana al cátodo del TRC, controlando el número de electrones emitidos por éste. Es necesario porque el osciloscopio se puede emplear en diferentes condiciones de luz ambiente, y con muchas clases de señales.

En un osciloscopio analógico si se aumenta la velocidad de barrido es necesario aumentar el nivel de intensidad. Por otra parte, si se desconecta el barrido horizontal es necesario reducir la intensidad del haz al mínimo (para evitar que el bombardeo concentrado de electrones sobre la parte interior de la pantalla deteriore la capa fluorescente que la recubre)

Enfoque

Un potenciómetro **(3)** ajusta la nitidez del haz sobre la pantalla. Este mando actúa sobre las rejillas intermedias del TRC controlando la finura del haz de electrones. Se retocará dicho mando para una visualización lo más precisa posible. Los osciloscopios digitales no necesitan este control.

Rotación del haz

Se consigue actuando sobre una bobina, permitiendo alinear el haz con el eje horizontal de la pantalla **(4)**. Los campos magnéticos intensos cercanos al osciloscopio pueden afectar a la orientación del haz¹. Los osciloscopios digitales no necesitan de este control. Se ajustará dicha resistencia, con el mando de acoplamiento de la señal de entrada en posición GND, hasta conseguir que el haz esté perfectamente horizontal.

4.2. Sistema vertical

El *sistema vertical* del osciloscopio proporciona la información correspondiente al eje Y, o vertical. Para ello, toma la señales de entrada y desarrolla las

¹ La posición del osciloscopio con respecto al campo magnético terrestre puede influir sobre su funcionamiento. Cuando se utiliza un osciloscopio en sitios distintos (como ocurre con los utilizados por los servicios técnicos), resulta útil disponer de un ajuste de la rotación de la traza.

5. TÉCNICAS DE MEDIDA

5.1. Introducción

Las medidas básicas que se pueden realizar con un osciloscopio son el *voltaje* y el *tiempo*, por poder hacerse directamente. El resto, (frecuencia, intensidad, etc.) han de realizarse de forma indirecta.

5.2. La pantalla

La siguiente figura representa la pantalla de un osciloscopio, y en ella se deberá notar la existencia de unas marcas en la pantalla que la dividen tanto vertical como horizontalmente. Forman lo que se denomina la *retícula* o *rejilla*. La separación entre dos líneas consecutivas de la rejilla constituye lo que se denomina una *división*. Normalmente la rejilla posee 10 divisiones horizontales por 8 verticales del mismo tamaño (cercano al cm), lo que forma una pantalla más ancha que alta. En la líneas centrales, tanto en horizontal como en vertical, cada división o cuadro posee unas marcas que la dividen en 5 partes iguales (utilizadas como veremos más tarde para afinar las medidas)

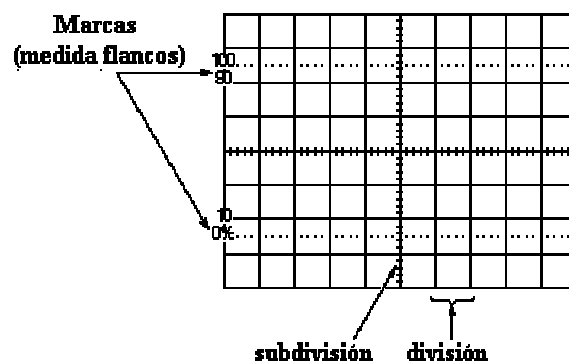


Figura 5.1. Pantalla del osciloscopio

Algunos osciloscopios poseen marcas horizontales de 0%, 10%, 90% y 100% para facilitar la medida de tiempos de subida y bajada en los flancos (se mide entre el 10% y el 90% de la amplitud de pico a pico). Asimismo, también pueden visualizar en su pantalla cuántos voltios representa cada división vertical y cuántos segundos representa cada división horizontal.

5.3. Medida de voltajes

Generalmente cuando hablamos de voltaje queremos realmente expresar la diferencia de potencial eléctrico, expresado en voltios, entre dos puntos de un circuito. Pero normalmente uno de los puntos está conectado a masa (0 voltios)

6. OSCILOSCOPIO HAMEG 20 MHz HM203-7

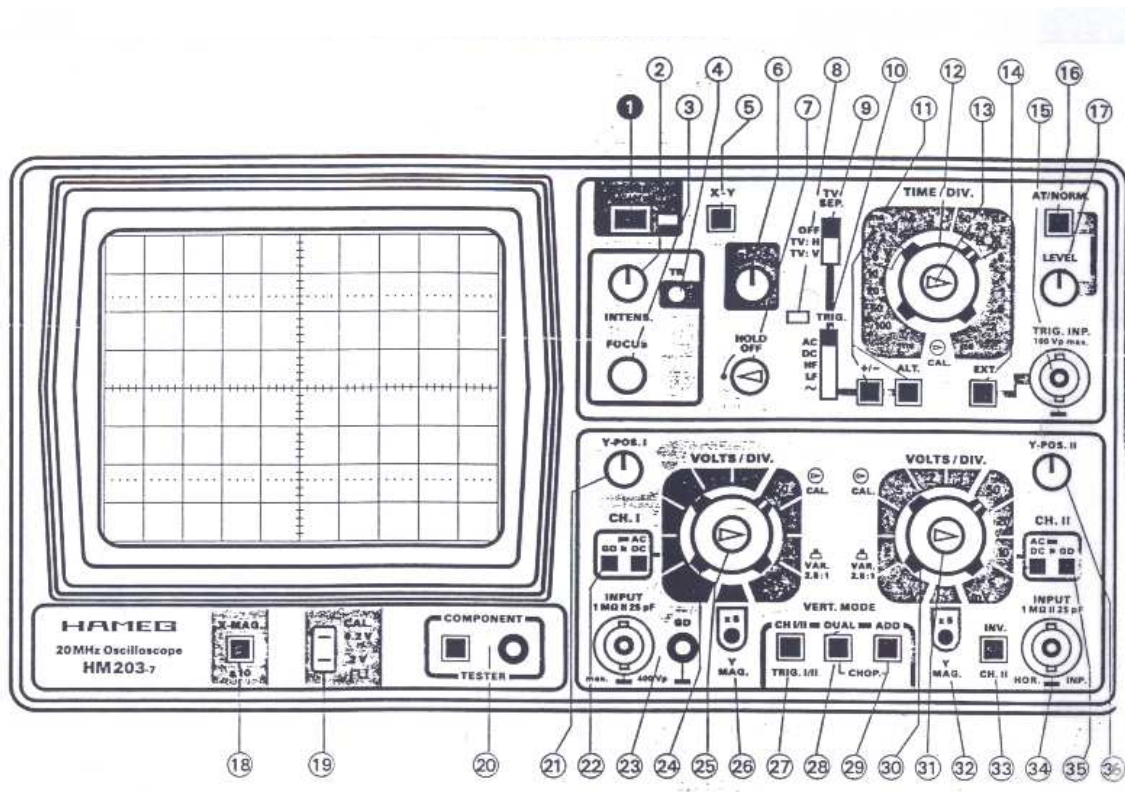


Figura 6.1. Panel frontal del osciloscopio

Descripción

- 1 **POWER on/off.** Interruptor de red; El LED indica que el aparato funciona
 - 2 **INTENS.** Ajuste de la luminosidad del haz
 - 3 **FOCUS.** Ajuste del enfoque del haz
 - 4 **TR.** Rotación del haz. Compensación del magnetismo terrestre. Ajuste horizontal del haz.
 - 5 **X-Y.** Función X-Y. Deflexión horizontal del Haz
- (ATENCIÓN: Sin barrido hay peligro de quemar el fósforo de la pantalla)**
- 6 **X-POS.** Ajuste de la posición horizontal de haz
 - 7 **HOLD OFF.** Ampliación del tiempo *hold-off* entre los periodos de disparo. Posición normal: tope izquierdo.
 - 8 **TRIG.** Indicador LED del disparo

1. SOBRE EL SISTEMA DE GENERACIÓN DEL HAZ DE ELECTRONES

Intensidad: El control de intensidad ajusta el brillo de la traza. Es necesario porque el osciloscopio se emplea en diferentes condiciones de luz ambiente y con muchas clases de señales.

Enfoque: El control del enfoque permite enfocar el haz de electrones sobre la cara interna del TRC

TAREAS A REALIZAR:

1. Enchufe el osciloscopio a una toma de corriente adecuadamente puesta a tierra y enciéndalo presionando el interruptor **POWER on /off**
2. La traza que se ve en la pantalla puede estar desenfocada. Enfóquela todo lo posible con el control **FOCUS**
3. Establezca el brillo del nivel que desee con el control **INTENS**

2. SOBRE EL SISTEMA DE DESVIACIÓN VERTICAL

Posición vertical: Los controles de posición vertical (Y-POS) del osciloscopio permiten situar la traza vertical de cada canal en la pantalla donde se quiera.

Acoplamiento de entrada: El selector de acoplamiento de entrada de cada canal vertical permite controlar cómo se acopla la señal de entrada al canal vertical. Se selecciona así la componente que finalmente será representada en la pantalla del osciloscopio.

- En **DC** se representaría la componente de alterna y la componente de continua que pudiera tener la señal.
- En acoplamiento **AC** se eliminaría la componente de continua que pudiese presentar la señal, representando exclusivamente la componente de alterna.
- En la posición **GD** se desconecta la señal de entrada del canal vertical, y la representación muestra el nivel de referencia de la tensión del osciloscopio (tensión a la que se encuentra su masa)

Sensibilidad vertical: El selector **VOLT/DIV** controla la sensibilidad de cada canal vertical. Al modificar su posición varía también el "factor de escala" de la representación y, por tanto, el valor que representa cada una de las divisiones principales de la pantalla. El control rojo **VAR** del centro del selector proporciona la posibilidad de variar sin solución de continuidad el factor de escala hasta un máximo de 2,5 veces el valor correspondiente a la posición de dicho selector.

Inversión del canal: En ocasiones, para efectuar mediciones diferenciales resulta conveniente invertir la polaridad de uno de sus canales de entrada. El control **INVERT** proporciona esta posibilidad. Al ser seleccionado, la señal se invierte.

TAREAS A REALIZAR:

Indicaciones generales en relación a la marca CE	2
Datos técnicos	3
Accesorios Osciloscopios	5

Generalidades	5
Símbolos utilizados en el aparato	5
Información general	5
Colocación del aparato	5
Seguridad	5
Condiciones de funcionamiento	5
Garantía	6
Mantenimiento	6
Desconexión de seguridad	6
Tensión de red	6

Formas de tensión de señal	7
Magnitud de la tensión de señal	7
Tensión total de entrada	8
Periodo de señal	8
Medición	9
Conexión de la tensión de señal	9

Mandos de control	10
--------------------------------	-----------

Puesta en funcionamiento y ajustes previos	11
Rotación de la traza TR	11
Uso y ajuste de las sondas	12
Ajuste 1kHz	12
Ajuste 1MHz	12
Modos de funcionamiento de los amplificadores verticales	13
Comparación de fase con ayuda de las figuras de Lissajous	13
Medidas de diferencia de fase en modo DUAL	14
Medida de la diferencia de fase en modo DUAL	14
Medida de una modulación en amplitud	14

Disparo y deflexión de tiempo	15
Disparo automático sobre valores pico	15
Disparo normal	15
Dirección del flanco de disparo	15
Acoplamiento del disparo	15
Disparo de TV (Disparo sobre señal de video)	15
Disparo con impulso de sincronismo de cuadro	16
Disparo con impulso de sincronismo de línea	16
Disparo de red (~)	16
Disparo alternado	16
Disparo externo	17
Indicación del disparo	17
Ajuste del tiempo Holdoff	17

Tester de componentes	17
------------------------------------	-----------

Plan de cequeo	19
Información general	19
Tubo de rayos catódicos: Luminosidad y enfoque, linealidad, distorsiones de retícula	19
Control del astigmatismo	19
Simetría y deriva del amplificador vertical	20
Calibración del amplificador vertical	20
Calidad de transmisión del amplificador vertical	20

Osciloscopio HM 303-6

Modos de funcionamiento: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERT y función XY	20
Control del disparo	21
Deflexión de tiempo	21
Tiempo de HOLD-OFF	21
Comprobador de componentes	22
Corrección de la posición del haz	22

Instrucciones de mantenimiento	22
Información general	22
Abrir el aparato	22
Tensiones internas de funcionamiento	22
Luminosidad mínima	22
Astigmatismo	23
Umbral de disparo	23
Localización de averías en el aparato	23
Recambio de componentes	23
Calibración	23

Mandos del HM 303-6 (Descripción abreviada - Panel frontal)	24-25
--	--------------

Instrucciones de manejo abreviadas HM 303-6	26
--	-----------



Herstellers
Manufacturer
Fabricant
Fabricante

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

Bezeichnung / Product name / Designation / Producto:

Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope/Osciloscopio

Typ / Type / Type / Tipo: HM303-6

mit / with / avec / con: -

Optionen / Options / Options / Opciones: -

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes / bajo las siguientes directivas:

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE
Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE enmendada por 93/69/CEE

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARACIÓN DE CONFORMITAT

HAMEG®
Instruments

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées / Normas armonizadas utilizadas:

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension / categoría de sobretensión: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution / Grado de polución: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique / Compatibilidad Electromagnética

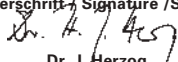
ENV 50082-2: 1995 / VDE 0839 T82-2
ENV 50140: 1993 / IEC (CEI) 104-4-3: 1995 / VDE 0847 T3
ENV 50141: 1993 / IEC (CEI) 1000-4-6 / VDE 0843 / 6
EN 61000-4-2: 1995 / IEC (CEI) 1000-4-2: 1995 / VDE 0847 T4-2
Prüfschärfe / Level / Niveau / Grado = 2

EN 61000-4-4: 1995 / IEC (CEI) 1000-4-4: 1995 / VDE 0847 T4-4:
Prüfschärfe / Level / Niveau / Grado = 3

EN 50081-1: 1992 / EN 55011: 1991 / CISPR11: 1991 / VDE0875 T11: 1992
Gruppe / group / groupe / grupo = 1, Klasse / Class / Classe / clase = B

Datum / Date / Date / Fecha
21.10.1997

Unterschrift / Signature / Signatur / Firma


Dr. J. Herzog
Technical Manager/Directeur Technique

Indicaciones generales en relación a la marca CE

Los instrumentos de medida HAMEG cumplen las prescripciones técnicas de la compatibilidad electromagnética (CE). La prueba de conformidad se efectúa bajo las normas de producto y especialidad vigentes. En casos en los que hay diversidad en los valores de límites, HAMEG elige los de mayor rigor. En relación a los valores de emisión se han elegido los valores para el campo de los negocios e industrias, así como el de las pequeñas empresas (clase 1B). En relación a los márgenes de protección a la perturbación externa se han elegido los valores límite válidos para la industria.

Los cables o conexiones (conductores) acoplados necesariamente a un osciloscopio para la transmisión de señales o datos influyen en un grado elevado en el cumplimiento de los valores límite predeterminados. Los conductores utilizados son diferentes según su uso. Por esta razón se debe tener en cuenta en la práctica las siguientes indicaciones y condiciones adicionales respecto a la emisión y/o a la impermeabilidad de ruidos.

1. Conductores de datos

La conexión de aparatos de medida con aparatos externos (impresoras, ordenadores, etc.) sólo se deben realizar con conectores suficientemente blindados. Si las instrucciones de manejo no prescriben una longitud máxima inferior, esta deberá ser de máximo 3 metros para las conexiones entre aparato y ordenador. Si es posible la conexión múltiple en el interfaz del aparato de varios cables de interfaces, sólo se deberá conectar uno.

Los conductores que transmitan datos deberán utilizar como norma general un aislamiento doble. Como cables de bus IEEE se prestan los cables de HAMEG con doble aislamiento HZ72S y HZ72L.

2. Conductores de señal

Los cables de medida para la transmisión de señales deberán ser generalmente lo más cortos posible entre el objeto de medida y el instrumento de medida. Si no queda prescrita una longitud diferente, esta no deberá sobrepasar los 3 metros como máximo.

Todos los cables de medida deberán ser aislados (tipo coaxial RG58/U). Se deberá prestar especial atención en la conexión correcta de

la masa. Los generadores de señal deberán utilizarse con cables coaxiales doblemente aislados (RG223/U, RG214/U).

3. Repercusión sobre los instrumentos de medida

Si se está expuesto a fuertes campos magnéticos o eléctricos de alta frecuencia puede suceder que a pesar de tener una medición minuciosamente elaborada se cuelen porciones de señales indeseadas en el aparato de medida. Esto no conlleva a un defecto o para de funcionamiento en los aparatos HAMEG. Pero pueden aparecer, en algunos casos por los factores externos y en casos individuales, pequeñas variaciones del valor de medida más allá de las especificaciones predeterminadas.

4. Inmunidad al ruido de osciloscopios

4.1 Campo electromagnético H

La influencia de campos eléctricos o magnéticos de radio frecuencia puede visualizarse (p. ej. RF superpuesta), si la intensidad del campo es elevada. El acoplamiento de estos campos se produce a través de la red de suministro eléctrico o los cables de medida y control, pero también por radiación directa.

La radiación directa al osciloscopio puede penetrar, a pesar del blindaje de la caja metálica, a través de los diferentes orificios de ventilación y de la pantalla.

4.2 Transientes rápidos / Descarga de electricidad estática

Cuando aparece un transiente rápido (Burst) y/o un acoplamiento directo vía suministro eléctrico o de forma indirecta (capacidad) vía cables de medida o control, puede ser posible que se inicie el disparo.

El disparo puede iniciarse también, por una descarga estática directa o indirecta (ESD).

Ya que la presentación de señales en el osciloscopio debe poder realizarse también con una amplitud de señal pequeña (<500µV), no se puede evitar un inicio del disparo y su presentación posterior, a causa de estas señales (> 1kV).

HAMEG

Datos técnicos

Amplificador vertical

Modos de funcionamiento: Canal I ó II solos, Canal I y Canal II simultáneos (altern. o chop.) (frecuencia chopper aprox. 0,5MHz).

Suma o diferencia de canal I y canal II, (canal 2 invertible).

Modo XY: a través de canal I (X) y canal II (Y).

Margen de freq.: ambos desde CC hasta 35MHz (-3dB) Tiempo de subida: <10ns. Sobreimpulso: ≤1%.

Coefficientes de deflexión: 12 pos. calibradas desde 5mV/cm hasta 20V/cm, secuencia 1-2-5. variable 2,5:1 hasta mín. **50V/cm**.

Precisión de las posiciones calibradas: ±3%.

Expansión Y x5 (calibrado) hasta **1mV/cm** ±5% en el margen de frecuencia de 0-10MHz (-3dB)

Impedancia de entrada: 1MΩ II 20pF.

Acoplamiento de entrada: CC - CA - GD (masa) Tensión de entrada: Máx. 400V (CC + pico CA).

Sincronismo

Automático (sobre valores pico-pico):

<20Hz-50MHz (≤5mm) - 100MHz (≤8mm)

Normal con ajuste de nivel:

DC-50MHz (≤5mm) - 100MHz (≤8mm)

Indicación por LED para comienzo del disparo Dirección del flanco de disparo: positivo o negativo.

Selector del disparo: Canal I, canal II, red, externo.

Acoplamientos: **AC** (10Hz hasta 100MHz),

DC (0 hasta 100MHz),

LF (0 hasta 1,5kHz).

Ext.: 0,3V_{pp} (desde 30Hz hasta 30MHz)

Separador activo de sincronismos TV (pos. y neg.)

Amplificador horizontal

Coefficientes de tiempo: 20 pos. calibradas

desde 0,2s/cm hasta 0,1μs/cm (secuencia 1-2-5).

Exactitud de las posiciones calibradas: ±3%.

Variable 2,5:1 hasta máx. 0,5s/cm,

con **X-Mag. x10:** hasta **10ns/cm**, ±5%

Tiempo hold-off: variable hasta aprox. 10:1.

Ancho de banda del ampl. X: 0-2,5MHz (-3dB).

Entrada del amplificador X por canal I,

(Sensibilidad como canal I).

Diferencia de fase **X-Y:** <3° por debajo de 100kHz.

Tester de componentes

Tensión de test: aprox. 7V_{ef} (sin carga).

Corriente de test: aprox. 7mA_{ef} (corto-circuito).

Frecuencia de test: aprox. 50Hz.

Conexión cable de prueba: 2 bornes de 4mm Ø.

Circuito de prueba conectado con borne a masa.

Varios

TRC: D14-364GY/123 o ER151-GH/-,

Rectangular (8x10cm), Reticula interna

Tensión de aceleración: 2000V

Nivelación de haz: ajustable desde el frontis.

Calibrador: \perp 0,2V ±1%, ≈1kHz/1MHz (t_s <4ns)

Conexión de red 100-240V ~ ±1%, 50/60Hz

Consumo: aprox. 36 vatios con 50Hz.

Temperatura ambiental de trabajo: +10°C...+40°C.

Protección: Clase I (VDE 0411, CEI 1010-1).

Peso: aprox. 5,6kg. Color: marrón tecno.

Medidas: **An** 285, **Al** 125, **L** 380mm.

Asa de apoyo ajustable.



HM303-6 Osciloscopio analógico de 35 MHz

Vertical: 2 canales, 1mV - 50V/cm (exp. x5 incl), calibrador de 1kHz/1MHz

Base de tiempos: 0,2s-1μs/cm, con expansión x10 hasta 10ns/cm

Sincronismo: DC-100MHz; Tester de componentes

El osciloscopio **HM 303** es el sucesor del modelo HM203 del que se han fabricado mundialmente más de **180.000** unidades. Las novedades se centran especialmente en la ampliación del margen de frecuencias de 20 a **35MHz**, el aumento de la deflexión horizontal hasta máx. **10ns/cm** y una nueva mejora en el ya hace años único sistema de sincronismos. En su actual versión, el **HM303** es idóneo para la presentación de todas las señales existentes en el campo de la electrónica convencional, en el margen de frecuencias de **CC** hasta aprox. **100MHz**.

Una característica de calidad de este osciloscopio es, en especial, la pureza de transmisión de los amplificadores de medida, cuyos comportamientos con señal cuadrada permiten como máximo, un **sobreimpulso** de sólo **1%**. Para poderlos controlar - desde la punta de la sonda hasta la pantalla - incorpora, como primero en su categoría de precio, un **calibrador con tiempo de subida corto**.

El sincronismo del **HM303**, es extraordinariamente bueno. Sincroniza señales hasta por encima de los **100MHz**, **incluso con una altura de imagen reducida**. Para presentar con detalle señales de TV, se utiliza un **separador activo de sincronismos**. Igual que su antecesor incorpora el **comprobador de componentes**. Su tensión de medida está ahora estabilizada en amplitud. Remarcable es también su alimentación de red. Su **fuentes conmutada**, trabaja sin necesidad de cambiar la tensión de red y con el mínimo consumo. El tubo de rayos catódicos queda blindado mediante mumetal, contra influencias magnéticas del exterior.

Quienquiera que se ponga a trabajar con este osciloscopio, en el servicio técnico, en formación ó como aficionado de la electrónica quedará entusiasmado de las prestaciones excelentes y del fácil manejo del **HM303**.

Foto: Señal cuadrada de 1MHz

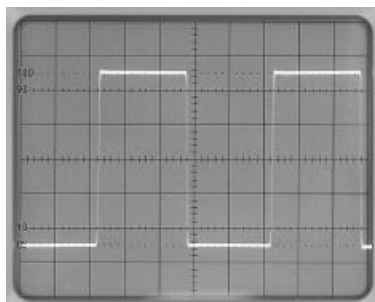
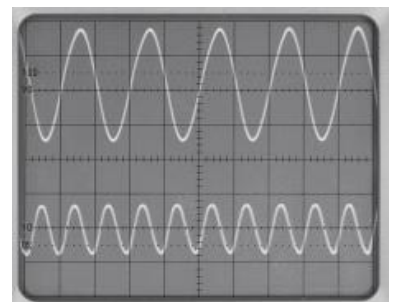


Foto: Señal senoidal de 50MHz y 100MHz en disparo alternado



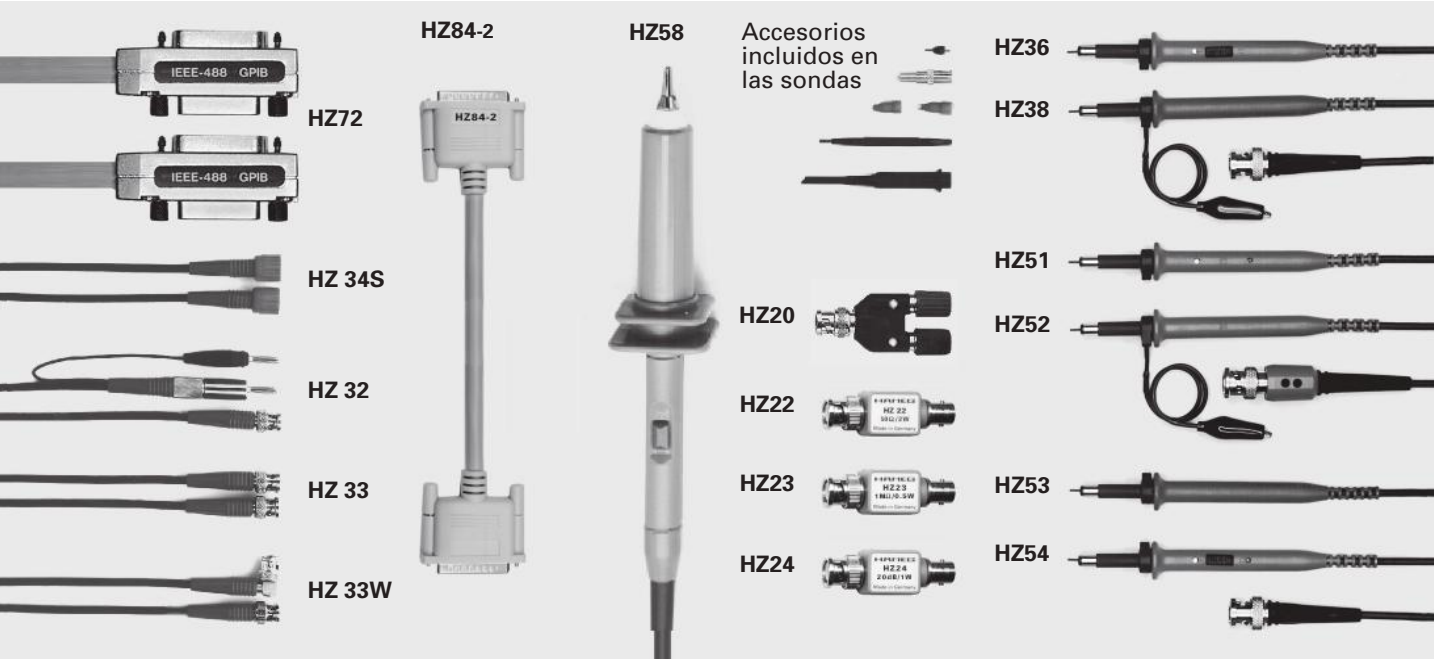
Accesorios incluidos: 2 sondas conmutables relación 1:1/10:1

HZ 56 Pinza Amperimétrica

El principio de funcionamiento de esta pinza amperimétrica, se basa en un sensor de efecto de Hall. Se pueden medir en un margen muy amplio corrientes de 1mA hasta 30A en valores de pico. Si se miden formas de curvas complejas, se obtiene también una exactitud de medida elevada. La tensión a la salida es proporcional a la corriente medida e ideal para ser representada con un osciloscopio. Se cumplen las normas de seguridad según IEC 1010.

Datos Técnicos:

Margen de corriente: 20A CC/30A CA Margen de tensión: 3,7kV, 50Hz, 1min.
Margen de frecuencia: CC-100kHz Impedancia de carga: >100kW
Exactitud: ±1% ±2mA Margen de salida: 100mV/A
Resolución: 1mA Varios: Cable BNC, 2m



HZ20	Adaptador Banana-BNC con bornes de 4mm
HZ22	Resistencia Terminal de 50Ω
HZ23	Preatenuador 2:1, macho/hembra BNC (sólo para tareas de SAT)
HZ24	4 atenuadores de 50Ω; 3/6/10/20 dB; 1GHz, 0,5W

Cable de medida

HZ32	Cable de medida BNC macho/ banana macho, 1m.
HZ33	Cable de medida BNC/BNC, 50Ω, 0,5m
HZ33S	Cable de medida BNC/BNC, bornes aislados, 50Ω, 0,5m.
HZ33W	Cable de medida BNC/BNC, borne angulado, 50Ω, 0,5m.
HZ34	Cable de medida BNC/BNC, 50Ω, 1m.
HZ34S	Cable de medida BNC/BNC, bornes aislados, 50Ω, 1m.
HZ72S	Cable de bus IEEE-488, longitud 1m., aislamiento doble.
HZ72L	Cable de bus IEEE-488, longitud 0,5m., aislamiento doble.
HZ84-2	Cable de conexión para HD148 (CE) con HM305 / HM1007 (CE)
HZ84-3	Cable para combinar el conector de 25 polos D-SUB con el de 26 polos de plástico

Sondas atenuadoras con ajuste en AF

Tipo	Relación atenua.	Margenes	Tiempo de subida	Impedancia de entrada	Tensiones
HZ36	1:1/10:1	10/100MHz	<35/3,5ns	1/10MΩ II 57/1pF	(10:1) 600V(CC+pico CA)
HZ51	10:1	150MHz	<2,4ns	10MΩ II 12pF	600V(CC+picoCA)
HZ52	10:1	250MHz	< 1,4ns	10MΩ II 10pF	600V(CC+picoCA)
HZ53	100:1	100MHz	<3,5ns	100MΩ II 4,5pF	1200V(CC+picoCA)
HZ54	1:1/10/1	10/150MHz	<35/2,4ns	1/10MΩ II 57/1pF	(10:1) 600V(CC+pico CA)

Sondas especiales

HZ38	Sonda demoduladora 0.1 - 500MHz	máx. 200V (CC)
HZ58	Sonda de Alta Tensión, 1000:1; R _e aprox. 500MΩ; CC - 1MHz	máx. 15kV (CC+pico CA)
HZ47	Visera antideslumbrante para osciloscopios HM203, 205, 408, y 1007	
HZ48	Visera antideslumbrante para osciloscopios HM303, 304, 305, 604-3, 1004, 1005-2 y 5005/6/10	

Cartera de transporte HZ 96

para los osciloscopios **HM203, 205, 208, 408, 604, 1005 y 1007.**

Cartera de transporte HZ97

Modelos: HM303, 304, 305, 404, 407,1004, 1505, 2005, 1507 y HM5005/6/10/11/5012 y 5014

Para el transporte de osciloscopios o analizadores de espectros, se recomienda utilizar esta cartera de transporte con protección universal.



Símbolos utilizados en el aparato

⚠ Atención - véanse las indicaciones en el manual

⚡ Atención alta tensión!

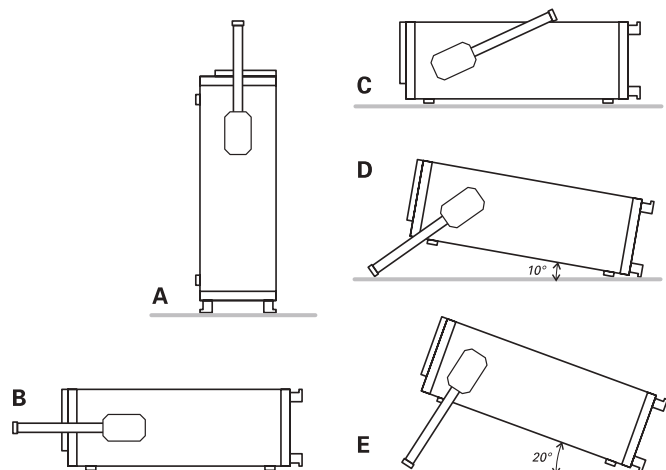
⏏ Conexión a tierra

Información general

Después de desembalar el aparato, compruebe primero que este no tenga daños externos ni piezas sueltas en su interior. Si muestra daños de transporte, hay que avisar inmediatamente al suministrador. En tal caso no ponga el aparato en funcionamiento.

Colocación del aparato

Para que la visibilidad de la pantalla sea óptima, el aparato se puede colocar en tres posiciones (C,D,E). Si después de su transporte en mano el aparato se apoya en posición vertical, el asa permanece en posición de transporte, (A).



Para colocar el aparato en posición horizontal, el asa se apoya en la parte superior, (C). Para colocarlo en la posición D (inclinación de 10°), hay que mover el asa hacia abajo hasta que encaje automáticamente. Si requiere una posición más inclinada, sólo tiene que tirar de ella hasta que encaje de nuevo en la posición deseada (fig. E con 20° de inclinación).

El asa también permite transportar el aparato en posición horizontal. Para ello gire el asa hacia arriba y tire de él en sentido diagonal para encajarlo en pos. B. Levante el aparato al mismo tiempo ya que en esta posición el asa no se mantiene por sí sola.

Seguridad

Este aparato se ha sido construido y verificado según las **Normas de Seguridad para Aparatos Electrónicos de Medida VDE 0411 parte 1ª, indicaciones de seguridad para aparatos de medida, control, regulación y de laboratorio** y ha salido de fábrica en perfecto estado técnico de seguridad. Se corresponde también con la normativa europea EN 61010-1 o a la norma internacional CEI 1010-1. El manual de instrucciones, el plan de chequeo y las instrucciones de mantenimiento contienen informaciones y advertencias importantes que deberán ser observadas por el usuario para conservar el estado de seguridad del aparato y garantizar un manejo seguro. **La caja, el chasis y todas las conexiones de medida están conectadas al contacto protector de red (tierra).** El aparato

corresponde a la **clase de protección I**. Las partes metálicas accesibles para el usuario están comprobadas con respecto a los polos de red con 2200V 50Hz. A causa de la conexión con otros aparatos de red, en ciertos casos pueden surgir tensiones de zumbido en el circuito de medida. Esto se puede evitar fácilmente conectando un transformador de aislamiento (clase de protección II) entre el HM 303 y la red. Por razones de seguridad, el aparato sin transformador de aislamiento solamente deberá conectarse a enchufes con puesta a tierra según las normas en vigor.

El aparato deberá estar conectado a un enchufe de red antes de conectarlo a circuitos de señales de corriente. Es inadmisibles utilizar la conexión del contacto de seguridad.

Como en la mayoría de tubos electrónicos, el tubo de rayos catódicos también produce rayos- X. Pero en el HM 303 la **dosis iónica es muy inferior a 36pA/Kg.**

Cuando haya razones para suponer que ya no es posible trabajar con seguridad, hay que apagar el aparato y asegurar que no pueda ser puesto en marcha sin querer. Tales razones pueden ser:

- el aparato muestra daños visibles,
- el aparato contiene piezas sueltas,
- el aparato ya no funciona,
- ha pasado un largo tiempo de almacenamiento en condiciones adversas (p.ej. al aire libre o en espacios húmedos),
- su transporte no fue correcto (p.ej. en un embalaje que no correspondía a las condiciones mínimas requeridas por los transportistas).

Condiciones de funcionamiento

El osciloscopio ha sido determinado para ser utilizado en los ambientes de la industria, de los núcleos urbanos y empresas.

Por razones de seguridad, sólo se debe utilizar el osciloscopio si ha quedado conectado a un enchufe con conexión a masa según normas de seguridad. No está permitido desconectar la línea de protección (tierra). El conector de red debe enchufarse, antes de conectar cualquier señal al aparato.

Margen de temperatura ambiental admisible durante el funcionamiento: +10°C...+40°C. Temperatura permitida durante el almacenaje y el transporte: -40°C...+70°C. Si durante el almacenaje se ha producido condensación, habrá que climatizar el aparato durante 2 horas antes de ponerlo en marcha.

El osciloscopio está destinado para ser utilizado en espacios limpios y secos. Por eso no es conveniente trabajar con él en lugares de mucho polvo o humedad y nunca cuando exista peligro de explosión. También se debe evitar que actúen sobre él sustancias químicas agresivas. El osciloscopio funciona en cualquier posición. Sin embargo, es necesario asegurar suficiente circulación de aire para la refrigeración. Por eso, en caso de uso prolongado, es preferible situarlo en posición horizontal o inclinada (sobre el asa).

Los orificios de ventilación siempre deben permanecer despejados.

Los datos técnicos y sus tolerancias sólo son válidos después de un tiempo de precalentamiento de 30 minutos y a una temperatura ambiental entre 15°C y 30°C. Los valores sin datos de tolerancia deben considerarse como valores aproximados para un aparato normal.

Garantía

Antes de abandonar la producción, todos los aparatos se someten a una prueba de calidad con un "burn in" de 10 horas. Manteniendo el aparato en funcionamiento intermitente, es posible reconocer cualquier defecto. Después sigue una comprobación completa de todas las funciones y del cumplimiento de los datos técnicos. Pero aún así, es posible que algún componente se averíe después de un tiempo de funcionamiento más prolongado. Por esta razón, todos los aparatos tienen una **garantía de 2 años**. La condición es que no se haya efectuado ningún cambio en el aparato y se remita el registro de garantía. Se aconseja guardar cuidadosamente el embalaje original para posibles envíos del aparato por correo, tren o transportista. Los daños de transporte y los daños por grave negligencia no quedan cubiertos por la garantía.

En caso de reclamaciones, aconsejamos adjuntar al aparato una nota con una breve descripción de la anomalía. Además puede acelerar nuestro servicio si en la misma nota indica su nombre y número de teléfono (prefijo, número de teléfono y nombre del departamento) para que podamos solicitarle más información respecto a la avería.

Mantenimiento

Es aconsejable controlar periódicamente algunas de las características más importantes del osciloscopio. Sólo así se puede garantizar que la presentación de todas las señales sea tan exacta como lo indican los datos técnicos. Los métodos de control descritos en el plan de chequeo del presente manual se pueden aplicar sin necesidad de comprar costosos aparatos de medida. Sin embargo, se recomienda la adquisición del **SCOPE-TESTER HAMEG HZ 60**, que por un precio asequible ofrece cualidades excelentes para tales tareas. Se recomienda limpiar de vez en cuando la parte exterior del osciloscopio con un pincel. La suciedad incrustada en la caja, el asa y las piezas de plástico y aluminio se puede limpiar con un paño húmedo (agua con 1 % de detergente suave). Para limpiar la suciedad grasienta se puede emplear alcohol de quemar o benzina para limpieza (éter de petróleo). La pantalla se pueda limpiar con agua o benzina para limpieza (pero no con alcohol ni disolventes), secándola después con un paño limpio y seco sin pelusa. Después de la limpieza, es aconsejable tratarla con un spray antiestático convencional, idóneo para plásticos. En ningún caso el líquido empleado para efectuar la limpieza debe penetrar en el aparato. La utilización de otros productos puede dañar las superficies plásticas y barnizadas.

Desconexión de seguridad

Este aparato viene provisto con una fuente conmutada con circuitos de protección contra la sobrecarga de intensidad y tensión.

Tensión de red

El aparato trabaja con tensiones de red alternas de 100V a 240V. Un cambio de tensión no es necesario. Los fusibles de entrada de red son accesibles desde el exterior. El borne de red y el portafusibles crean una unidad. El portafusibles se encuentra por encima del borne de red de 3 polos. El cambio de un fusible sólo debe efectuarse, habiendo desconectado el cable de red del borne. Con la ayuda de un pequeño destornillador se apretan hacia adentro las muescas que se encuentran a ambos lados del portafusibles. Véanse también las marcas en la caja. El portafusibles se desplaza gracias a unos muelles y puede ser extraído para cambiar el fusible. Hay que tener precaución que los muelles de contacto que sobresalen en los lados, no sean dañados. La introducción del portafusibles sólo es posible si la muesca inferior está en su posición correcta. El portafusibles

se introduce, salvando la presión de los muelles, hasta que las muescas laterales encajan en su posición original. La utilización de fusibles "reparados" o el cortocircuito del portafusibles es ilícito. Cualquier defecto que tuviera el aparato por esta causa, no daría lugar al derecho de garantía.

Tipo de fusible:

Tamaño 5 x 20mm; 250V~

IEC 127, h. III; DIN 41662

(ó DIN 41571, h.3)

Desconexión: lenta (T) 0,8A



¡Atención!

En el interior del aparato se encuentra en la zona de la fuente conmutada un fusible:

Tamaño 5x20mm; 250V~, C;

IEC127, h.III; DIN 41662 (ó DIN 41571, h.3)

Desconexión: rápida (F) 0,5A

¡Este fusible no debe ser repuesto por el usuario!

Formas de tensión de señal

Con el HM 303 se puede registrar prácticamente cualquier tipo de señal que se repita periódicamente y tenga un espectro de **frecuencia hasta 35MHz** (−3dB). El amplificador vertical está diseñado de tal manera, que la calidad de transmisión no quede afectada a causa de una posible sobreoscilación propia.

La presentación de procesos eléctricos sencillos, tales como señales senoidales de alta y baja frecuencia y tensiones de zumbido de frecuencia de red, no tiene ningún problema.

Durante las mediciones se ha de tener en cuenta un error creciente a partir de frecuencias de 12MHz, que viene dado por la caída de amplificación. Con 18MHz la caída tiene un valor de aprox. 10%; el valor de tensión real es entonces aprox. 11% mayor que el valor indicado. A causa de los anchos de banda variantes (−3dB entre 35 y 38MHz) el error de medida no se puede definir exactamente.

Para registrar tensiones de señal rectangulares o en forma de impulsos, hay que tener en cuenta que también deben ser transmitidas sus **porciones armónicas**. Por eso su frecuencia de repetición ha de ser notablemente más pequeña que la frecuencia límite superior del amplificador vertical.

El registro de señales mezcladas ya es más difícil, sobretodo si no existen en ellas niveles mayores de disparo que aparezcan con la misma frecuencia de repetición. Este es el caso, por ejemplo, en las señales de burst. Para que también se obtenga en estos casos una imagen con disparo impecable, puede que haya que hacer uso del reglaje fino de tiempo y del **hold-off**. El disparo de **señales de TV-vídeo** (señales FBAS) es relativamente fácil con ayuda del **separador activo TV-Sync**.

La resolución de tiempo no es problemática. Con p.ej. 35MHz aproximadamente y el tiempo de deflexión más corto (10ns/div) se representa un ciclo completo cada 2,8 div.

Para el funcionamiento opcional como amplificador de tensión continua o alterna, cada entrada del amplificador vertical viene provista de un conmutador **DC/AC** (DC=corriente continua; AC=corriente alterna). Con acoplamiento de corriente continua **DC** sólo se debe trabajar utilizando una sonda atenuadora antepuesta, con bajas frecuencias o cuando sea preciso registrar la porción de tensión continua de la señal.

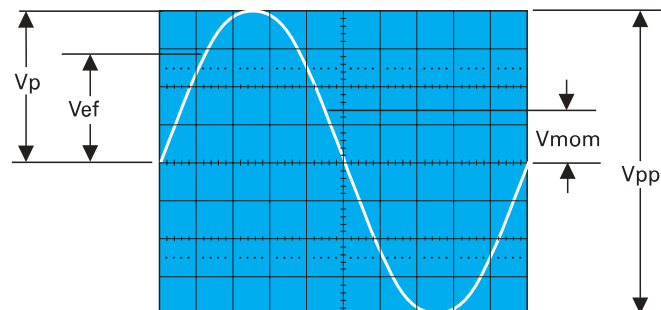
Con acoplamiento de corriente alterna **AC** del amplificador vertical, en el registro de señales de frecuencia muy baja pueden aparecer inclinaciones de techo perturbadoras (frecuencia límite **AC** aprox. 1,6Hz para −3dB). En tal caso es preferible trabajar con acoplamiento **DC**, siempre que la tensión de la señal no posea una componente demasiado alta de tensión continua. De lo contrario, habría que conectar un condensador de magnitud adecuada ante la entrada del amplificador de medida en conexión **DC**. Este deberá tener suficiente aislamiento de tensión. El funcionamiento en DC también es aconsejable para señales de lógica y de impulso, sobretodo cuando varíe constantemente la relación de impulso. De lo contrario, la imagen presentada subiría o bajaría con cada cambio de la relación. Las tensiones continuas solamente se pueden medir con acoplamiento **DC**.

Magnitud de la tensión de señal

En la electrónica general los datos de corriente alterna normalmente se refieren a valores eficaces. Sin embargo, al utilizar un osciloscopio para las magnitudes de las señales y los datos de las tensiones se utiliza en valor V_{pp} (voltio pico-pico). Este último corresponde a las verdaderas relaciones de

potenciales entre el punto más positivo y el más negativo de una tensión.

Para convertir una magnitud senoidal registrada en la pantalla del osciloscopio a su valor eficaz, hay que dividir el valor V_{pp} por $2 \times \sqrt{2} = 2,83$. En sentido inverso hay que multiplicar por 2,83 las tensiones senoidales en voltios eficaces para obtener la diferencia de potencial en V_{pp} . El siguiente diagrama muestra la relación entre las distintas magnitudes de tensión.



Valores de tensión en una curva senoidal

V_{ef} = Valor eficaz; V_p = Valor de un pico; V_{pp} = Valor pico-pico; V_{mom} = Valor momentáneo (dep. del tiempo)

La tensión mínima de señal a la entrada Y que se requiere para obtener en pantalla una imagen de 1 div. de altura es de $1mV_{pp}$, manteniendo pulsada la tecla **Y-MAG.x5** y el atenuador de entrada colocado en $5mV/div.$, así como el correspondiente control fino en su posición calibrada **CAL**, (tope derecho). Sin embargo, es posible registrar señales aún inferiores. Los coeficientes de deflexión en los atenuadores de entrada se refieren a $mV_{pp}/div.$ ó $V_{pp}/div.$

La magnitud de la tensión conectada se determina multiplicando el valor del coeficiente de deflexión ajustado por la altura de la imagen en div. Trabajando con una sonda atenuadora 10:1 hay que volver a multiplicar este valor por 10. **El ajuste fino del atenuador de entrada debe encontrarse en su posición calibrada CAL. para medir amplitudes** (flecha en posición horizontal señalando hacia la derecha). La sensibilidad de todas las posiciones del atenuador de medida se reduce como mínimo por un factor de 2,5 si el conmutador del ajuste fino se gira hacia la izquierda. Así se pueden ajustar todos los valores intermedios dentro de la secuencia 1-2-5. Conectadas directamente a la entrada Y, se pueden registrar **señales de hasta $400V_{pp}$** (atenuador de entrada en $20V/div.$, ajuste fino girado a su tope izquierdo). Disponiendo de dos valores conocidos, se puede calcular el tercero utilizando los símbolos:

H = Altura en div. de la imagen,
U = Tensión en V_{pp} de la señal en la entrada Y,
A = Coeficiente de deflexión en $V/div.$ ajustado en el conmutador del atenuador:

$$U = A \cdot H \quad H = \frac{U}{A} \quad A = \frac{U}{H}$$

Sin embargo, los tres valores no se pueden elegir libremente. Trabajando con el HM 303 deben permanecer dentro de los siguientes márgenes (umbral de disparo, exactitud de lectura):

- H** entre 0,5 y 8 div., a ser posible 3,2 y 8 div.,
- U** entre $0,5mV_{pp}$ y $160V_{pp}$,
- A** entre $1mV/div.$ y $20V/div.$ con secuencia 1-2-5.

Ejemplos:

Coeficiente de deflexión ajustado **A** = $50mV/div.$ $\cong 0,05V/div.$
 altura de imagen medida **H** = 4,6div.,
 tensión resultante **U** = $0,05 \cdot 4,6 = 0,23V_{pp}$

Tensión de entrada $U = 5V_{pp}$,
coeficiente de deflexión ajustado $A = 1V/div.$,
altura de imagen resultante: $H = 5 : 1 = 5div.$

Tensión de señal $U = 230V_{ef} \times 2 \times \sqrt{2} = 2,83 = 651V_{pp}$
(tensión $> 160V_{pp}$, con sonda atenuadora 10:1 $U = 65,1V_{pp}$) altura
de imagen deseada $H = \text{mín. } 3,2div., \text{ máx. } 8div.,$ coeficiente de
deflexión máx. $A = 65,1:3,2 = 20,3V/div.,$ coeficiente de deflexión
mínimo $A = 65,1:8 = 8,1V/div.,$ **coeficiente de deflexión a
ajustar $A = 10V/div.$**

**La tensión a la entrada Y no debe sobrepasar los 400V
(independientemente de la polaridad).**

Si la señal que se desea medir es una tensión alterna con una
tensión continua sobrepuesta, el valor máximo permitido de
las dos tensiones es también de $\pm 400V$ (tensión continua más
el valor pos. o negativo de la tensión alterna. Tensiones alternas
con valor medio de tensión 0, pueden tener 800V).

**Si se efectúan mediciones con sondas atenuadoras con
márgenes de tensión superiores sólo son aplicables si
se tiene el acoplamiento de entrada en posición DC.**

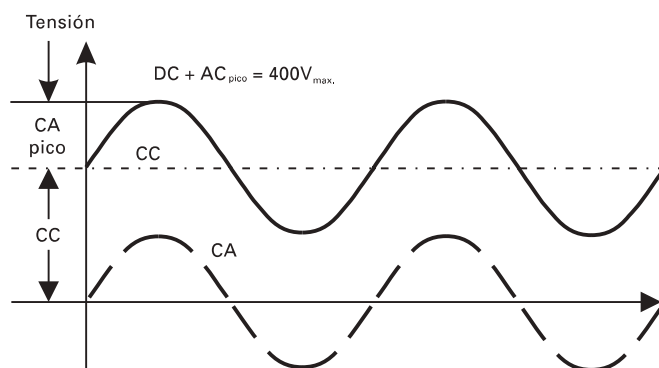
Para las mediciones de tensión continua con acoplamiento de
entrada en AC, se debe de respetar el valor de entrada máximo
del osciloscopio de 400V. El divisor de tensión resultante de la
resistencia en la sonda y la resistencia de $1M\Omega$ a la entrada
del osciloscopio queda compensado para las tensiones
continuas por el condensador de acoplamiento de entrada en
acoplamiento de AC. Se carga al mismo tiempo el condensador
con la tensión continua sin división. Cuando se trabaja con
tensiones mezcladas hay que tener en cuenta que en
acoplamiento de entrada AC la parte de tensión continua no
es tampoco dividida, mientras que la parte correspondiente a
la tensión alterna se divide dependiendo de la frecuencia, a
causa de la resistencia capacitativa del condensador de
acoplamiento. Con frecuencias $\geq 40Hz$ se puede partir de la
relación de atenuación de la sonda.

En posición GD se interrumpe la vía de la entrada; por esta
razón no actúa el divisor de tensión. Esto es válido para
tensiones continuas y alternas.

Bajo las condiciones arriba descritas, se pueden medir con las
sondas 10:1 de HAMEG tensiones continuas de hasta 600V o
tensiones alternas (con valor medio 0) de hasta $1200V_{pp}$. Con
una sonda atenuadora especial 100:1 (p.ej. HZ53) es posible
medir tensiones continuas hasta 1200V y alternas (con valor
medio 0) hasta unos $2400V_{pp}$.

Sin embargo, este valor disminuye con frecuencias más
elevadas (ver datos técnicos de la HZ53). Utilizando una sonda
atenuadora 10:1 convencional se corre el riesgo de que estas
tensiones superiores destruyan el trimmer capacitivo y pueda
deteriorarse la entrada Y del osciloscopio. Sin embargo, si sólo
se desea observar la ondulación residual de una alta tensión,
una sonda atenuadora normal 10:1 es suficiente. En tal caso
habrá que anteponer un condensador para alta tensión
(aprox. 22 a 68nF).

Con la conexión de entrada en posición **GD** y el regulador **Y-
POS.**, antes de efectuar la medición se puede ajustar una línea
horizontal de la retícula como **referencia para el potencial de
masa**. Puede estar por debajo, a la altura o por encima de la
línea central horizontal, según se deseen verificar diferencias
positivas o negativas con respecto al potencial de masa.



Tensión total de entrada

La curva discontinua presenta una tensión alterna que oscila
alrededor de 0 voltios. Si esta tensión está sobrepuesta a una
tensión continua (CC), resulta la tensión máx. de la suma del
pico positivo más la tensión continua (CC+pico CA).

Con la conexión de entrada en posición **GD** y el regulador **Y-
POS.**, antes de efectuar la medición se puede ajustar una línea
horizontal de la retícula como **referencia para el potencial de
masa**. Puede estar por debajo, a la altura o por encima de la
línea central horizontal, según se deseen verificar diferencias
positivas o negativas con respecto al potencial de masa.

Periodo de señal

Normalmente todas las señales a registrar son procesos que se
repite periódicamente, llamados también periodos. El número
de periodos por segundo es la frecuencia de repetición. Según
sea la posición del conmutador **TIME/DIV.**, se puede presentar
uno o varios periodos o también parte de un periodo. Los
coeficientes de tiempo se indican en el conmutador **TIME/DIV.**
en **s/div.**, **ms/div.** y **µs/div.** Por consiguiente la escala está
dividida en tres campos.

**La duración de un periodo de señal parcial o completo se
calcula multiplicando la sección de tiempo correspondiente
(distancia horizontal en div.) por el coeficiente de tiempo
que se haya ajustado en el conmutador TIME/DIV. Para
determinar los valores de tiempo, el regulador fino de tapa
roja con flecha deberá estar en su posición calibrada CAL.
(flecha en posición horizontal señalando hacia la derecha).**

Con los símbolos

L = Longitud en div. de una onda en pantalla,

T = Tiempo en s de un periodo,

F = Frecuencia en Hz de la repetición de la señal,

Z = Coeficiente de tiempo en s/div. ajustado en el
conmutador de la base de tiempos

y la relación **F = 1/T**

se pueden definir las siguientes ecuaciones:

$$T = L \cdot Z \quad L = \frac{T}{Z} \quad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \quad L = \frac{1}{F \cdot Z} \quad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

**Habiendo pulsado la tecla X-MAG. (x10), hay que dividir Z
por 10.**

Los cuatro coeficientes no se pueden elegir libremente. En el
HM 303 deben permanecer dentro de los siguientes márgenes:

L entre 0,2 y 10div., a ser posible de 4 a 10div.,
T entre 0,02μs y 2s,
F entre 0,5Hz y 30MHz,
Z entre 0,1μs/div. y 0,2s/div. con secuencia 1-2-5
(con la tecla X-MAG. (x10) sin pulsar) y
Z entre 10ns/div. y 20ms/div. con secuencia 1-2-5
(con la tecla X-MAG. (x10) pulsada)

Ejemplos:

Longitud de una onda **L** = 7 div.,
 coeficiente de tiempo ajustado **Z** = 0,1μs/div.,
tiempo de período desconocido T = $7 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} = 0,7\mu s$
frecuencia de repetición desconocida
F = $1 : (0,7 \cdot 10^{-6}) = 1,428 \text{ MHz}$

Duración de un período de señal **T** = 1s,
 coeficiente de tiempo ajustado **Z** = 0,2s/div.,
longitud de onda resultante L = $1 : 0,2 = 5\text{div.}$

Longitud de una onda de tensión de zumbido **L** = 1div.,
 coeficiente de tiempo ajustado **Z** = 10ms/div.,
frecuencia de zumbido resultante
F = $1 : (1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 100\text{Hz}$

Frecuencia de líneas TV **F** = 15 625Hz,
 coeficiente de tiempo ajustado **Z** = 10μs/div.,
longitud de la onda resultante
L = $1 : (15\,625 \cdot 10^{-5}) = 6,4\text{div.}$

Longitud de una onda senoidal **L** = mín.4div., máx.10div.,
 frecuencia **F** = 1kHz,
 coeficiente de tiempo máx.: **Z** = $1 : (4 \cdot 10^3) = 0,25\text{ms/div.}$,
 coeficiente de tiempo mín.: **Z** = $1 : (10 \cdot 10^3) = 0,1\text{ms/div.}$,
coeficiente de tiempo a ajustar Z = **0,2ms/div.**,
longitud presentada L = $1 : (10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}) = 5\text{div.}$

Longitud de una onda de AF: **L** = 1 div.,
 coeficiente de tiempo ajustado **Z** = 0,5μs/div.,
tecla de expansión (x10) pulsada: Z = 50ns/div.,
frecuencia de repetición resultante:
F = $1 : (1 \cdot 50 \cdot 10^{-9}) = 20\text{MHz}$,
período de tiempo resultante: T = $1 : (20 \cdot 10^6) = 50\text{ns}$.

Si la sección de tiempo a medir es relativamente pequeña en relación con el período completo de la señal, es ventajoso trabajar con el eje de tiempo expandido (**X-MAG.(x10)**). En estas condiciones hay que dividir por 10 los valores de tiempo calculados. Girando el botón **X-POS.**, la sección de tiempo deseada se podrá desplazar al centro de la pantalla.

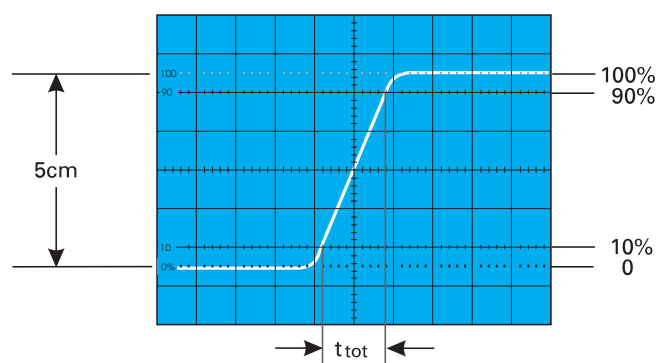
Para el comportamiento de los impulsos de una tensión de señal son decisivos los tiempos de subida de los saltos de tensión en ella. Para que los fenómenos transitorios, las inclinaciones de techo y el margen del ancho de banda no influyan demasiado en la exactitud de la medida, siempre se miden los tiempos de subida entre el **10%** y el **90%** de la altura vertical del impulso.

Medición

La pendiente del impulso correspondiente se ajusta con precisión a una altura de 5 div. (mediante el atenuador y su ajuste fino).

La pendiente se posiciona simétricamente entre las líneas centrales de X e Y (mediante el botón de ajuste X e Y-POS. Posicionar las cortantes de la pendiente de la señal verticalmente sobre la línea central y evaluar su distancia en tiempo ($T = L \times Z$).

En el siguiente dibujo se ha ilustrado la óptima posición vertical del margen de medida para el tiempo de subida.



Ajustando un coeficiente de deflexión de 0,2μs/div. en el conmutador **TIME/DIV.**, y pulsando la tecla de expansión **X-MAG (x10)**, el ejemplo del dibujo daría un tiempo de subida total de

$$t_{\text{tot}} = 1,6\text{div.} \cdot 0,2\mu s/\text{div.} : 10 = 32\text{ns}$$

En tiempos muy cortos hay que restar geoméricamente del valor de tiempo medido, el tiempo de subida del amplificador vertical del osciloscopio y, en su caso, también el de la sonda atenuadora utilizada. El tiempo de subida de la señal entonces sería:

$$t_s = \sqrt{t_{\text{tot}}^2 - t_{\text{osc}}^2 - t_{\text{so}}^2}$$

En este caso t_{tot} es el tiempo total de subida medido, t_{osc} el tiempo de subida del osciloscopio (en el HM 303 aprox. 10ns) y t_s el tiempo de subida de la sonda, p.ej. = 2ns. Si t_{tot} supera 100ns, se puede omitir el tiempo de subida del amplificador vertical (error <1%).

El ejemplo de la imagen daría por resultado una señal de subida de:

$$t_s = \sqrt{32^2 - 10^2 - 2^2} = 30,3\text{ns}$$

Naturalmente la medición del tiempo de subida o caída no queda limitada a los ajustes de imagen que se indican en el dibujo. Con estos ajustes sólo resulta especialmente sencilla. Por regla general la medición se puede realizar en cualquier posición del haz y con cualquier amplitud. Sólo es importante que el flanco en cuestión se presente en su longitud total, que no sea demasiado empinado y que se mida la distancia horizontal entre el 10% y el 90% de la amplitud. Si el flanco muestra sobreoscilaciones o preoscilaciones, el 100% no debe referirse a los valores pico, sino a la altura media de las crestas. Así mismo hay que pasar por alto las oscilaciones amortiguadas (glitches) junto al flanco. Pero la medición del tiempo de subida o caída no tiene sentido cuando existen distorsiones muy pronunciadas. La siguiente ecuación entre el tiempo de subida t_s (en ns) y el ancho de banda **B** (en MHz) es válida para amplificadores con un retardo de grupo casi constante (es decir, buen comportamiento con impulsos).

$$t_s = 350/B \quad B = 530/t_s$$

Conexión de la tensión de señal

Cuidado al conectar señales desconocidas a la entrada vertical! Sin sonda atenuadora el interruptor para el acoplamiento de la señal inicialmente siempre debe estar en posición **AC** y los atenuadores de entrada en **20V/div.**

Si el haz desaparece repentinamente después de haber conectado la tensión de señal, es posible que la amplitud de la señal sea excesiva y sobreexcite totalmente el amplificador de medida. En tal caso hay que girar el atenuador de entrada a la izquierda hasta que la amplitud de la deflexión vertical ya sólo sea de 3 a 8 div. Si la amplitud de la señal es superior a 160V_{pp}

es imprescindible anteponer una sonda atenuadora. Si el haz se oscurece mucho al acoplar la señal, la duración del período de la señal de medida probablemente sea notablemente más larga que el valor ajustado en el conmutador **TIME/DIV**. Este deberá girarse a la izquierda para seleccionar un coeficiente de tiempo mayor. Una vez presentada en pantalla la señal a medir, ya se puede elegir a voluntad el modo de acoplamiento.

La señal a registrar se puede conectar a la entrada del amplificador Y directamente a través de un cable de medida blindado (por ejemplo HZ 32 y 34) o bien atenuada por una sonda atenuadora 10:1. Sin embargo, la utilización de un cable de medida en circuitos de alta impedancia, sólo es aconsejable cuando se trabaja con frecuencias relativamente bajas (hasta 50kHz). Para frecuencias mayores la fuente de la señal debe ser de baja resistencia, es decir, que debe estar adaptada a la impedancia característica del cable (normalmente 50Ω). Para transmitir señales rectangulares o impulsos es necesario cargar el cable con una resistencia a la entrada del osciloscopio. Esa debe tener el mismo valor que la impedancia característica del cable. Si se utiliza un cable de 50Ω, como por ejemplo el HZ 34, HAMEG provee la resistencia terminal HZ 22 de 50Ω. Sobre todo en la transmisión de señales rectangulares con un tiempo de subida corto, puede ocurrir que sin la resistencia de carga aparezcan procesos de oscilación sobre flancos y crestas. A veces también será conveniente utilizar la resistencia de carga para señales senoidales. Algunos amplificadores, generadores o sus atenuadores sólo mantienen su tensión de salida nominal (sin que influya la frecuencia) si su cable de conexión está cargado con la resistencia adecuada. Hay que tener en cuenta que la resistencia de carga HZ 22 sólo se puede cargar con máximo 2 vatios. Esta potencia se alcanza con 10V_{ef} o, en señales senoidales, con 28,3V_{pp}.

Si se utiliza una sonda atenuadora 10:1 ó 100:1, la resistencia de carga no es necesaria. En ese caso el cable ya está adaptado a la entrada del osciloscopio. Con una sonda atenuadora, la carga sobre fuentes de tensión con mayor impedancia interna es muy reducida (aprox. 10MΩ || 16pF y 100MΩ || 7pF con HZ 53). Por esta razón siempre conviene trabajar con una sonda atenuadora cuando sea posible compensar la pérdida de tensión con una posición de sensibilidad mayor. Además, la impedancia en serie de la sonda protege la entrada del amplificador de medida. Por fabricarse independientemente, todas las sondas atenuadoras se suministran preajustadas. Por tanto, hay que realizar su ajuste exacto sobre el osciloscopio (ver **"Uso y ajuste de las sondas"**).

Las sondas atenuadoras corrientes conectadas a un osciloscopio suponen una reducción mayor o menor del ancho de banda y un aumento del tiempo de subida. En todos aquellos casos en los que se precise todo el ancho de banda del osciloscopio (p.ej. para impulsos con flancos muy empinados) aconsejamos utilizar las **sondas HZ 51** (10:1), **HZ 52** (10:1HF) y **HZ 54** (1:1 y 10:1) (ver **"Accesorios"**). Esto puede ahorrar la adquisición de un osciloscopio con un ancho de banda mayor y tienen la ventaja de que cualquier recambio se puede pedir a HAMEG y reemplazar fácilmente. Las mencionadas sondas, aparte del ajuste de compensación de baja frecuencia, están provistas de un ajuste para alta frecuencia. Con estas sondas y la ayuda de un calibrador conmutable a 1MHz, p.ej. HZ60, se puede corregir el retardo de grupo hasta cerca de la frecuencia límite superior del osciloscopio. Con estas sondas prácticamente no varían ni el ancho de banda ni el tiempo de subida del HM 303. En cambio es posible que mejore la presentación individual de señales rectangulares del osciloscopio.

Trabajando con una sonda atenuadora 10:1 ó 100:1, con tensiones superiores a 400V, se debe utilizar siempre el acoplamiento de entrada DC.

En acoplamiento **AC** de señales con baja frecuencia, la atenuación ya no es independiente de la frecuencia, los impulsos pueden mostrar inclinaciones de cresta; las tensiones continuas se suprimen, pero son una carga para el condensador de acoplamiento de entrada del osciloscopio. Este resiste tensiones máximas de 400V (CC + pico CA). Especialmente importante es el acoplamiento **DC** con una sonda atenuadora 100:1, que normalmente resiste tensiones de máx. 1200V (CC + pico CA). Para suprimir la tensión continua, se puede conectar un **condensador** con la correspondiente capacidad y aislamiento adecuado a la **entrada de la sonda atenuadora** (p.ej. para la medición de tensiones de zumbido).

En todas las sondas, la **tensión de entrada está limitada** a partir de **20kHz**. Por eso es necesario observar el "Derating Curve" de la sonda en cuestión.

La elección del punto de masa en el objeto de medida es muy importante para la presentación de tensiones pequeñas. Este punto debe estar siempre lo más próximo posible del punto de medida. En caso contrario, el resultado de la medición puede quedar falseado por corrientes de masa. Los cables de masa de las sondas también son un punto muy crítico. Estos deben ser lo más cortos y gruesos posible. Para eliminar problemas de masa y de adaptación en la conexión de la sonda a la hembrilla BNC, es preferible utilizar un adaptador BNC (que generalmente se incluye en los accesorios de la sonda atenuadora).

Si aparecen tensiones de zumbido o ruido en el circuito de medida (especialmente con coeficientes de deflexión pequeños), pueden ser resultado de una múltiple toma de tierra, ya que en este caso podrían correr corrientes de igualación por los blindajes de los cables de medida (caída de tensión entre las conexiones de protección, producida por otros aparatos de red, p.ej. generadores de señal con condensadores antiparásitos).

Mandos de control

Para que el usuario pueda seguir las instrucciones de manejo con más facilidad, al final del presente capítulo se incluye un plano desplegable del panel frontal del aparato, que conviene permanezca siempre abierto junto al texto.

Como es habitual en todos los osciloscopios HAMEG, el panel frontal está dividido en secciones correspondientes a las distintas funciones. Arriba, a la derecha de la pantalla se encuentra el interruptor de red (**POWER**) con los símbolos para las posiciones de encendido (**I**) y apagado (**O**) y el Led piloto. Al lado se encuentran los dos mandos para la luminosidad (**INTENS.**) y enfoque (**FOCUS**). El orificio denominado **TR** (= trace rotation) sirve para la rotación del haz (introduciendo en él un destornillador) para compensar los campos magnéticos.

En el campo central e inferior se encuentran:

Las entradas de los amplificadores verticales para canal 1 (**CH1** = channel 1) y canal 2 (**CH2** = channel 2) con sus correspondientes conmutadores de acoplamiento de entrada **DC-AC** así como **GD** y los mandos de ajuste para las posiciones Y (**Y-Pos.** = posicionamiento vertical del trazo). Además se puede invertir el canal 2 con su tecla de **INV**. Para el ajuste de la sensibilidad de entrada de ambos atenuadores verticales, se utilizan los atenuadores de entrada con escalas calibradas de **VOLTS/DIV**. Los pequeños mandos sobrepuestos con flechas indicadoras, quedan encastrados en su tope máximo derecho en posición de calibrado **CAL.** y reducen la sensibilidad con el giro hacia la izquierda por un factor mayor de 2,5. Así se puede ajustar cualquier valor de sensibilidad entre las posiciones calibradas. A cada atenuador de entrada le corresponde un

pulsador (**Y-MAG. x5**). Si este es pulsado, la sensibilidad aumenta en cada una de las posiciones por el factor 5. Por debajo de los atenuadores de entrada se encuentran tres teclas para la conmutación del modo de funcionamiento de los amplificadores verticales. Más adelante se describen con mayor detalle.

A la derecha están los mandos para la deflexión de tiempo (**TIME/DIV.**) y disparo. A continuación se describe detalladamente su manejo.

En el conmutador de la base de tiempos **TIME/DIV.** se seleccionan los coeficientes de tiempo con una secuencia 1-2-5. Los valores intermedios se pueden ajustar mediante el pequeño botón concéntrico con flecha. En su tope derecho, encaja en su posición calibrada. Girándolo hacia la izquierda, el coeficiente de tiempo aumenta 2,5 veces. Si se pulsa la tecla **X-MAG.(x10)**, se reduce el coeficiente de tiempo por el factor 10.

Al disparo le corresponden:

- la tecla **AT/NM** para cambiar de disparo automático a disparo normal.
 - el conmutador **LEVEL** para ajustar el nivel del disparo
 - el pulsador **SLOPE** (/ \) para seleccionar la inclinación del flanco de disparo.
 - conmutador **TRIG.MODE** para acoplamiento **AC-DC-LF-TV**.
 - el pulsador **ALT.** para seleccionar el disparo alternado del canal I y II en modo **DUAL** (siempre en conjunto con el disparo automático)
 - ~ (Disparo de red) con **AT/NM-** y tecla **ALT** pulsadas (Disparo de red en combinación siempre con disparo normal),
 - el **TR-LED** (se ilumina cuando comienza el disparo)
 - el pulsador **TRIG EXT.** para conmutar el disparo interno a disparo externo.
- y el conector BNC correspondiente para conectar una señal para disparo externo.

Aquí también se encuentran los mandos para la posición X (**X-POS.** = centrado horizontal del haz) y el tiempo holdoff (**HOLD-OFF** = tiempo de bloqueo del disparo entre dos períodos de diente de sierra consecutivos). Con la tecla de **XY** se puede conmutar del modo de base de tiempos (Yt) al mod de XY del **HM303-6**.

Directamente debajo de la pantalla a mano izquierda se encuentra la tecla de conmutación de la frecuencia del calibrador **CAL**. Con la que se puede conmutar la frecuencia de la señal del calibrador de aprox. **1kHz** a aprox. **1MHz**. Al lado queda el borne de salida del calibrador de **0,2V_{pp}** para el ajuste de las sondas atenuadores de 10:1. A la derecha quedan emplazados los bornes para el **tester de componentes** con la tecla correspondiente a su activación.

Todos los detalles están concebidos de manera que no pueda producirse ningún daño grave aunque el aparato sea manejado incorrectamente. Las teclas básicamente sólo poseen funciones secundarias. Por eso es aconsejable, no tener pulsada ninguna tecla al comenzar con el trabajo. Su utilización depende de las necesidades de cada caso.

El HM303-6 capta todas las señales desde tensión continua hasta una frecuencia de por lo menos 35MHz(-3dB). En procesos senoidales, el límite queda en 50MHz con -6dB. La resolución en tiempo no es problemática.

Por ejemplo se presenta con 50MHz y el tiempo más corto ajustable (10ns/cm) cada 2 cm un periodo. La tolerancia de los

valores indicados es en ambas direcciones de desvío sólo del 3%. Todos los valores a medir pueden ser determinados por esto con bastante precisión. Pero hay que tener en cuenta, que en dirección vertical aumenta el error de la medida a partir de 10MHz aproximadamente en la componente Y con aumento de la frecuencia. Esto se debe a la pérdida de ganancia del amplificador de medida. Con 18 MHz la caída ronda el 10%. En esta frecuencia se deberá sumar al valor de tensión medido aprox. un 11%. Como los anchos de banda de los amplificadores difieren (normalmente están entre 35 y 38 MHz), no se pueden definir los valores de medida en los márgenes superiores. Además, aumentando la frecuencia por encima de los 35MHz se reduce la ganancia del amplificador final Y. El amplificador vertical está diseñado de manera que, la calidad de transmisión no sea influenciada por sobreimpulsos propios.

Puesta en funcionamiento y ajustes previos

Antes de la puesta en marcha debe conectarse el aparato a red y debe cerciorarse que éste está conectado a masa (toma de corriente con tierra).

Antes de conectar el osciloscopio a la red, se recomienda efectuar los siguientes ajustes:

- Compruebe que ninguna de las teclas esté pulsada.
- Gire los tres mandos con flecha **TIME/DIV.**, **CH.I** y **CH.II** hacia la derecha hasta que encajen en sus posiciones calibradas **CAL**.
- Coloque los mandos con rayas grabadas en una posición media (con la raya señalando más o menos verticalmente hacia arriba).
- Coloque el conmutador **TRIG.** en su posición superior.
- Los acoplamientos de entrada deben estar en la posición de masa (**GD**).

Ponga el aparato en funcionamiento pulsando la tecla roja **POWER**. Se enciende la luz piloto indicando que el aparato funciona. Al cabo de un breve periodo de calentamiento deberá aparecer el haz. Ajuste los controles **Y-POS.I** y **X-POS.** para centrar el trazo. Con los mandos **INTENS.** y **FOCUS** puede ajustar la luminosidad y el enfoque óptimo del haz. Así el osciloscopio quedará dispuesto para el trabajo.

Si sólo aparece un punto (**¡atención**, existe peligro de dañar la capa de fósforo!), reduzca la intensidad y compruebe que la tecla **X-Y** no esté pulsada. Si no aparece el haz, compruebe de nuevo, si todos los mandos e interruptores están en las posiciones descritas en las instrucciones, observe sobre todo que la tecla **AT/NORM.** no esté pulsada. Si sólo apareciera un punto compruebe que no está pulsada la tecla de la función **XY**.

Para proteger el tubo de rayos catódicos (TRC), se aconseja trabajar sólo con la luminosidad justamente necesaria para la medida en cuestión en las condiciones de luz ambiental dadas. **Hay que tener mucha precaución cuando el trazo tiene forma de punto y permanece fijo**, ya que éste puede perjudicar la capa de fósforo del TRC. Además, se puede dañar el cátodo del TRC si el osciloscopio se enciende y apaga repetidamente.

Rotación de la traza TR

A pesar del blindaje de mumetal alrededor del TRC no es posible excluir todas las influencias magnéticas de tierra sobre la posición del trazo. Estas dependen de la posición del osciloscopio en el puesto de trabajo. Entonces el trazo no va paralelo a las líneas de la retícula. Se puede corregir unos cuantos grados actuando con un pequeño destornillador sobre el trimer accesible a través del orificio señalado con TR.

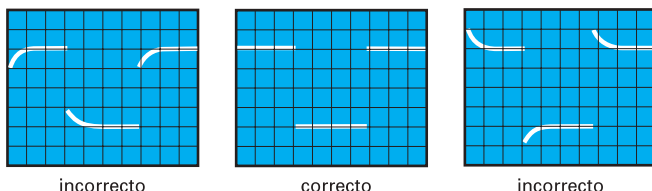
Uso y ajuste de las sondas

La sonda atenuadora debe de estar exactamente adaptada a la impedancia de entrada del amplificador vertical para transmitir correctamente la forma de la señal. Para este trabajo, un generador incorporado en el HM 303-6 proporciona una señal rectangular con un tiempo de subida muy corto ($<4\text{ns}$) y una frecuencia de 1kHz ó 1MHz . La señal rectangular se puede tomar del borne concéntrico situado debajo de la pantalla. Este suministra una señal de $0,2\text{V}_{\text{pp}} \pm 1\%$ para sondas atenuadoras 10:1. La tensión corresponde a una amplitud de **4 div.**, si el atenuador de entrada está ajustado con el coeficiente de deflexión de **5mV/div.** El diámetro interior de los bornes es de 4,9mm, y corresponde al diámetro exterior del tubo de aislamiento de sondas modernas (conectadas al potencial de referencia) de la serie F (norma internacional). Sólo así se obtiene una conexión a masa muy corta, que permite obtener la presentación de señales con frecuencia alta y una forma de onda sin distorsión de señales no senoidales.

Ajuste 1kHz

El ajuste de este condensador (trimmer) compensa (en baja frecuencia) la carga capacitiva de la entrada del osciloscopio. Con este ajuste el atenuador capacitivo obtiene la misma relación que un atenuador óhmico. Esto da como resultado, la misma atenuación de la tensión para frecuencias altas y bajas que para tensión continua (este ajuste no es necesario ni posible con sondas 1:1 fijas o sondas conmutadas a 1:1). Una condición para el ajuste es que el haz vaya paralelo a las líneas horizontales de la retícula (véase **"Rotación del haz TR"**).

Conectar la sonda atenuadora 10:1 a la entrada **CH.I**, no pulsar tecla alguna, conmutar el acoplamiento de entrada a **DC**, el atenuador de entrada a **5mV/div.** y el conmutador **TIME/DIV.** a **0,2ms/div.** (ambos ajustes finos en posición calibrada **CAL.**), conectar la sonda al borne **CAL.**



En la pantalla aparecen dos períodos. Seguidamente hay que ajustar el trimmer de compensación de baja frecuencia, cuya localización se describe en la información adjunta a la sonda. Generalmente éste se encuentra en la misma sonda. El trimmer se ajusta con el destornillador aislado que se adjunta, hasta que las crestas de la señal rectangular vayan exactamente paralelos a las líneas horizontales de la retícula (ver dibujo 1kHz). La altura de la señal debe medir $4\text{div.} \pm 0,12\text{div.}$ (3%). Los flancos de la señal quedan invisibles durante este ajuste.

Ajuste 1MHz

Las sondas HZ 51, 52 y 54 se pueden ajustar con alta frecuencia. Están provistas de redes para la compensación de distorsiones por resonancias (trimers en combinación con bobinas y condensadores). Con ellas es muy sencillo ajustar la sonda óptimamente en el margen de la frecuencia límite superior del amplificador vertical. Con este ajuste no sólo se obtiene el ancho de banda máximo para el servicio con sonda, sino también un retardo de grupo constante al límite del margen. Con ésto se reducen a un mínimo las distorsiones cerca del flanco de subida (como sobreoscilaciones, redondeamiento, postoscilaciones, etc. en la parte superior plana). De este modo, con las sondas HZ 51, 52 y 54, se utiliza todo el ancho

de banda del HM 303 sin distorsiones de la forma de curva. Para este ajuste con alta frecuencia es indispensable un generador de onda rectangular con un tiempo de subida muy corto (típico 4ns) y una salida de baja impedancia interna (aprox. 50Ω), que entregue una tensión de $0,2\text{V}$ con una frecuencia de **1MHz**. La salida del calibrador del HM 303, si se pulsa la tecla **CAL.** (1MHz), corresponde a estos datos y también permite realizar otras medidas de control.

Conectar las sondas del tipo HZ51, HZ51 o HZ54 a la entrada **CH.I**, pulsar sólo la tecla del calibrador **1MHz** y colocar el acoplamiento de entrada en **DC**, el atenuador de entrada en **5mV/div.**, y el conmutador **TIME/DIV.** en **0,1µs/div.** (ambos ajustes finos en posición calibrada **CAL.**), conectar la sonda al borne **0,2V**. En la pantalla aparece un período en el que también son visibles los flancos. Ahora se realiza el ajuste **AF**. Para ello es necesario observar el flanco de subida y la esquina superior izquierda de la cresta del impulso. La localización de los elementos de ajuste en las sondas se encuentran escritos en la información adjunta a las sondas.

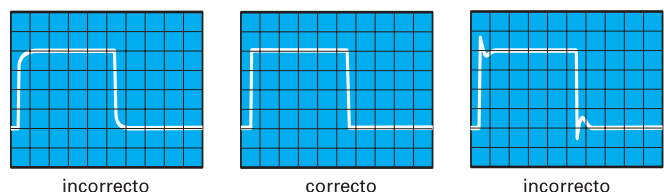
En los modelos HZ 51, HZ52 o HZ54 se conectan las sondas a la entrada de canal 1 **CH.I** y se pulsa el calibrador en **1MHz**, posicionado el acoplamiento de entrada en **DC** y el atenuador en **5mV/div.** y el de la base de tiempos en **0,1µV/div.** (los dos ajustes finos correspondientes deben estar en posición calibrada **CAL.**) La sonda se introduce en el borne **0,2V**. En la pantalla aparece una onda, cuyos flancos rectangulares quedan visibles. Ahora se produce a ajustar la **AF**. Se debe de ir observando durante el proceso de ajuste el flanco de subida y la superficie izquierda superior del rectángulo. El flanco de subida debe resultar lo más empinado y la cresta lo más plana posible.

Los criterios para el ajuste correcto de las sondas son:

- Tiempo de subida corto, es decir, flanco de subida empinado.
- Sobreimpulso mínimo con una superficie superior lo más plana posible que resulta en un comportamiento lineal en frecuencia.

La compensación en HF se debe efectuar de tal manera, que la transición del flanco de subida a la superficie superior del rectángulo (techo) no sea demasiado redondo ni tenga sobreimpulsos. Las sondas con un ajuste de **AF** se ejan ajustar normalmente más fácilmente, que sondas con varios trimmer de ajuste. Pero un número superior de puntos de ajuste en **AF** permiten una adaptación superior.

Una vez concluido el ajuste en **AF** también hay que controlar la altura de la señal en la pantalla con 1MHz . Debe mostrar el mismo valor que el indicado anteriormente en el ajuste 1kHz .



Es importante atenerse a la secuencia de ajustar primero 1kHz y luego 1MHz , pero no es necesario repetir el ajuste. Cabe notar también que las frecuencias del calibrador 1kHz y 1MHz no sirven para la calibración del tiempo. Además, la relación de impulso difiere del valor 1:1. Las condiciones para que los ajustes de atenuación (o controles del coeficiente de deflexión) sean fáciles y exactos, son: crestas de impulso horizontales, altura de impulso calibrada y potencial cero en la cresta de impulso negativo. La frecuencia y la relación de impulso no son críticas.

Modos de funcionamiento de los amplificadores verticales

El modo de funcionamiento deseado de los amplificadores de medida se elige con las 3 teclas posicionadas debajo de los atenuadores de entrada. En caso de funcionamiento monocanal, todas las teclas quedan sin pulsar. Entonces sólo trabaja el **canal I**.

Si sólo se quiere utilizar el **canal II**, hay que pulsar la tecla **CH.I/II**. Esta tecla lleva la denominación adicional **TRIG.I/II**, ya que con ella también se conmuta también el disparo del canal seleccionado.

Al pulsar la tecla **DUAL**, trabajan ambos canales. En esta posición de las teclas, se hace el registro consecutivo de las dos señales (alternate mode). Las imágenes de ambos canales se presentan **alternativamente** una detrás de la otra, pero con tiempos de deflexión rápidos su visualización es aparentemente simultánea. Este modo de funcionamiento no es el indicado para registrar procesos que transcurren muy lentamente con coeficientes de tiempo $\geq 1 \text{ ms/div.}$, ya que en estas circunstancias la imagen parpadea muy intensamente o presenta interrupciones. Si se pulsa la tecla **CHOP.**, se van conmutando los dos canales con una frecuencia elevada dentro de un período de desviación (chop mode). En esta posición también se pueden observar procesos muy lentos sin parpadeo. El método de conmutación de canales en el modo **DUAL** tiene menos importancia para los oscilogramas con frecuencia más elevada.

Si sólo está pulsada la tecla **ADD**, las señales de los dos canales ($\pm I \pm II$) se suman algebraicamente. Que de esto resulte una suma o una diferencia, depende de la fase de las mismas señales y de la posición de la tecla **INVERT**.

Tensiones de entrada con la misma fase:

Tecla **INVERT** sin pulsar = suma

Tecla **INVERT** pulsada = resta

Tensiones de entrada con la fase opuesta:

Tecla **INVERT** sin pulsar = resta

Tecla **INVERT** pulsada = suma

En el modo **ADD** la posición vertical del haz depende de los mandos **Y-POS.** de ambos canales. Esto quiere decir, que el ajuste de Y-POS. se suma, pero no se puede influenciar mediante **INVERT**.

Las tensiones entre dos potenciales flotantes con respecto a masa se miden muchas veces en **funcionamiento de diferencia** entre ambos canales. Así, también se pueden medir las corrientes por la caída de tensión en una resistencia conocida. Generalmente sólo se deben tomar ambas tensiones de señal con sondas atenuadoras de idéntica impedancia y atenuación para la presentación de señales de diferencia. Para algunas medidas de diferencia es ventajoso **no** tener conectados los cables de masa de ambas sondas atenuadoras en el punto de medida. Con esto se evitan posibles perturbaciones por zumbido.

Función XY

Para la **función XY** se acciona la tecla **XY**. La señal X se conecta a la entrada del **canal I**. El **atenuador de entrada y ajuste fino del canal I se utilizan en funcionamiento XY para el ajuste de la amplitud en la dirección X**. Para el ajuste de la posición horizontal, sin embargo, se utiliza el mando X-POS. El regulador de la posición del canal I está desconectado en la función XY. La tecla **X-MAG.x10** para la expansión de la línea de tiempo queda sin funcionamiento. La frecuencia límite en la dirección

X es de $\geq 2,5 \text{ MHz}$ (-3dB). Aun así hay que tener en cuenta que ya a partir de unos 50kHz aparece una perceptible diferencia de fase entre X e Y que aumenta con frecuencias mayores. Es posible invertir la señal Y con la tecla **INVERT** del canal II.

La **función XY con figuras de Lissajous** facilita o permite realizar determinadas medidas:

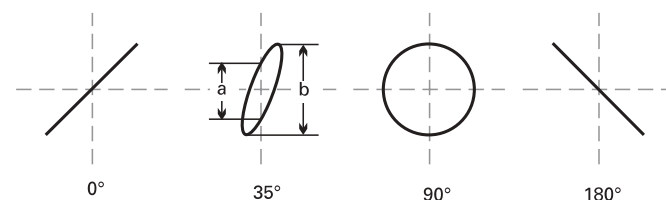
- La comparación de dos señales de diferente frecuencia o el reajuste de la frecuencia de una señal a la frecuencia de otra hasta el punto de sincronización. Esto también es válido para múltiplos o fracciones de frecuencia de una señal.
- Comparación de fase entre dos señales de la misma frecuencia.

Otras posibles aplicaciones de la función XY:

- Utilización del osciloscopio con un analizador de espectros (HM8028)
- Utilización del osciloscopio con un trazador de curvas (HM8042)
- Utilización del osciloscopio como vectorscopio

Comparación de fase con ayuda de las figuras de Lissajous

Los siguientes dibujos muestran dos señales senoidales con la misma frecuencia y amplitud pero con un ángulo de fase diferente entre si.



El ángulo de fase y el desfase entre las tensiones X e Y se puede calcular fácilmente (después de medir las distancias a y b en la pantalla) aplicando las siguientes fórmulas y utilizando una calculadora provista de funciones trigonométricas. Este cálculo es independiente de las amplitudes de deflexión en la pantalla.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Hay que tener en cuenta:

- Por la periodicidad de las funciones trigonométricas es preferible calcular los ángulos sólo hasta 90° . Las ventajas de este método están precisamente en este margen.
- No utilizar una frecuencia de medida demasiado alta. En función XY, a partir de 220kHz, el desfase de los amplificadores del HM 303 puede sobrepasar los 3° .
- En la pantalla no se puede reconocer claramente, si la tensión a medir o la tensión de referencia es la avanzada. En este caso puede servir un circuito CR colocado a la entrada de test del osciloscopio. Como R se puede utilizar directamente la resistencia de entrada de $1\text{M}\Omega$, de forma que ya sólo haya que conectar delante un condensador C. Si se agranda la abertura de la elipse (en comparación con el condensador en corto-circuito), será la tensión a controlar la

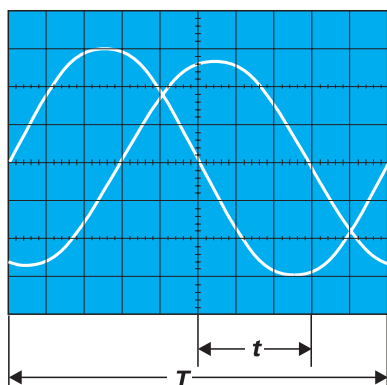
que esté avanzada y viceversa. Sin embargo, esto sólo es válido en un margen de desfase de hasta 90°. Por esto es preferible utilizar un condensador suficientemente grande para obtener un desfase pequeño, pero todavía perceptible.

Si faltan o fallan ambas tensiones de entrada con la función XY conectada, se presenta un punto muy intenso en la pantalla. Con demasiada luminosidad (botón INTENS.) se puede quemar la capa de fósforo en este punto, lo que provocaría una pérdida de luminosidad o en caso extremo la destrucción total en este punto y esto podría requerir la sustitución del TRC.

Medidas de diferencia de fase en modo DUAL

La diferencia de fase entre dos señales de entrada con la misma frecuencia y forma se puede medir fácilmente en la pantalla en modo **DUAL** (tecla DUAL pulsada). El barrido se dispara con la señal que sirve de referencia (posición de fase = 0). La otra señal puede tener un ángulo de fase avanzado o atrasado. Para frecuencias superiores a 1kHz se elige la conmutación de canales alternativa y para frecuencias inferiores es mejor la conmutación por troceador (menos parpadeo). Para mayor exactitud en la medida presentar en la pantalla aprox. un período de las señales y similares en amplitud. Sin influenciar el resultado, también se pueden utilizar los ajustes finos para la amplitud, el barrido y el botón **LEVEL**. Antes de la medida ambas líneas de tiempo se ajustan con los botones **Y-POS.** exactamente sobre la línea central de la retícula. En señales senoidales se observan los cruces con la línea central, las crestas no resultan tan exactas. Si una señal senoidal está notablemente deformada por armónicos pares (las medias ondas no son simétricas) o existe una tensión continua de offset, se aconseja utilizar el acoplamiento **AC** para ambos canales. Si se trabaja con impulsos de forma idéntica, se mide en los flancos de subida.

Medida de la diferencia de fase en modo DUAL



t = distancia horizontal entre los cruces por el potencial cero

T = longitud horizontal de un período en div.

En el ejemplo son **t** = 3div. y **T** = 10div.

La diferencia de fase se calcula en grados

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

o en medida de arco

$$\text{arc } \varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885 \text{ rad}$$

En la función XY los ángulos de fase relativamente pequeños con frecuencias no demasiado altas se pueden medir más exactamente con las figuras de Lissajous.

Medida de una modulación en amplitud

La amplitud momentánea **u** en el momento **t** de una tensión portadora de alta frecuencia, que se ha modulado en amplitud sin distorsiones con una tensión senoidal de baja frecuencia es:

$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

Con **U_T** = amplitud portadora sin modulación

Ω = **2πF** = frecuencia angular de la portadora

ω = **2πf** = frecuencia angular de la señal modulada

m = grado de modulación (normal $\leq 1 \hat{=} 100\%$).

Por la modulación aparece además de la frecuencia portadora **F**, la frecuencia lateral inferior **F-f** y la frecuencia lateral superior **F+f**.

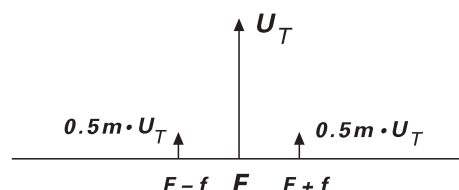


Figura 1

Amplitudes y frecuencias del espectro de AM (m = 50%)

Con el osciloscopio se puede visualizar y evaluar la imagen de una señal de AF modulada en amplitud, si su espectro de frecuencia está dentro de los límites del ancho de banda. La base de tiempos se ajusta a una posición en la que se pueden apreciar varias oscilaciones de la frecuencia de modulación. Para ser exacto se deberá disparar externamente con la frecuencia de modulación (del generador de BF o de un demodulador). Con disparo normal, sin embargo, a menudo se puede disparar internamente con ayuda del ajuste fino de tiempo

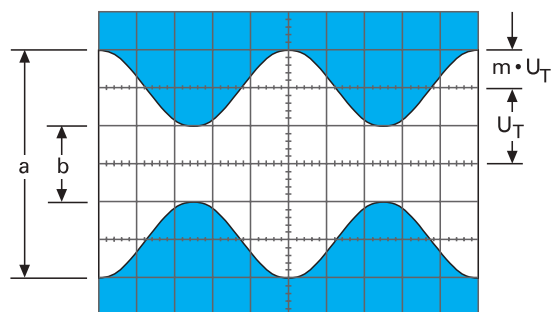


Figura 2

Oscilación modulada en amplitud:

F = 1MHz; **f** = 1kHz; **m** = 50%; **U_T** = 28,3mV_{ef}.

Ajustes para una señal según la figura 2:

No pulsar ninguna tecla. **Y: CH.I; 20mV/div.; AC.**

TIME/DIV.: 0,2ms/div.

Disparo: **NM (NORMAL); AC;** interno con ajuste fino de la base de tiempos (o disparo externo).

Si se miden los valores **a** y **b** en la pantalla, el grado de modulación se calcula por la fórmula:

$$m = (a-b)/(a+b) \text{ o bien } ((a-b)/(a+b)) \times 100 [\%]$$

siendo **a** = **U_T(1+m)** y **b** = **U_T(1-m)**

Al medir el grado de modulación, los ajustes finos para la amplitud y el tiempo pueden estar en cualquier posición. Su posición no repercute en el resultado.

Disparo y deflexión de tiempo

El registro de una señal sólo es posible, si se dispara la deflexión de tiempo. Para conseguir una imagen estable, la base de tiempos debe dispararse sincrónicamente con la señal a medir. Esto es posible disparando con la misma señal o mediante otra tensión externa, pero también sincronizada con la señal a medir.

La señal para el disparo debe tener una amplitud mínima para que el disparo pueda funcionar. Este valor se denomina **umbral de disparo**. Este se fija con una señal senoidal. Si la tensión se obtiene internamente de la señal de medida, se puede indicar como umbral de disparo la **altura vertical de la imagen en div.** a partir de la cual funciona el disparo, la imagen de la señal queda estable y se ilumina el LED **TRIG**.

El umbral del disparo interno en el HM 303 se especifica $\leq 0,5 \text{ div}$. Si el disparo se produce externo, hay que medirlo en el borne **TRIG.EXT.** en **V_{pp}**. Dentro de determinados límites, la tensión para el disparo puede ser mucho mayor que el umbral del disparo. Por lo general no es aconsejable sobrepasar un valor de 20 veces el mismo. El HM 303-6 tiene dos modos de funcionamiento de disparo, que se describen a continuación.

Disparo automático sobre valores pico

Si la tecla **AT/NM** está sin pulsar en posición **AT** (Automatic Triggering), la deflexión de tiempo se produce automáticamente en periodos, aunque no se haya aplicado una tensión de medida o de disparo externo. Sin tensión alterna de medida sólo aparece una línea de tiempo, con la que se puede medir tensiones continuas (esta línea corresponde a la deflexión de tiempo no disparada, es decir autónoma). Habiendo conectado la tensión a medir, el manejo consiste esencialmente en el ajuste adecuado de la amplitud y la base de tiempos, mientras el haz permanece visible en todo momento. El ajuste de **LEVEL** influye en el disparo automático sobre valores pico. El margen de ajuste del **LEVEL** se ajusta automáticamente a la **amplitud pico a pico** de la señal previamente conectada y es así más independiente de la amplitud de la señal y de su forma. Es posible por ejemplo variar la relación de medida de una tensión rectangular de 1:1 a 100:1 sin que pierda el disparo.

Naturalmente puede ocurrir que se deba ajustar el mando de **LEVEL** hasta el tope. En la siguiente medida puede ser entonces necesario ajustar el **LEVEL** en su margen medio. La simplicidad del manejo aconseja utilizar el disparo automático sobre valores pico para todas las mediciones que no conlleven ninguna complicación. También es el modo idóneo para el comienzo cuando se miden señales complejas, por ejemplo cuando la señal a medir es prácticamente desconocida en relación a su amplitud, frecuencia o forma. Con el disparo automático se preajustan todos los parámetros, y entonces se puede pasar, si es necesario, a la medida con disparo normal.

El disparo automático sobre valores pico es independiente de la fuente de disparo y se puede utilizar con disparo interno y externo. Trabaja por encima de **20Hz**.

En combinación con el disparo alternado (tecla **ALT.** pulsada) se desconecta la captación de valores de pico, mientras que permanece el automatismo de disparo. El ajuste de **LEVEL** queda entonces desactivado (Punto de disparo 0 Voltios).

Disparo normal

Con disparo normal (tecla **AT/NM** pulsada) y un ajuste adecuado de **LEVEL**, se puede disparar el barrido en cada punto del flanco de una señal. El margen de disparo que abarca el botón de

LEVEL depende en gran medida de la amplitud de la señal de disparo. Si con disparo interno la altura de imagen es inferior a 1 div., el ajuste requerirá cierta sensibilidad dado que el margen es muy reducido.

En disparo normal cuando el ajuste de **LEVEL** es incorrecto por exceso o por defecto se queda oscura la pantalla. Con el disparo normal también se pueden disparar señales complicadas. En el caso de mezclas de señales la posibilidad de disparo depende de determinados valores de nivel que se repiten periódicamente y que a veces sólo se encuentran girando el botón **LEVEL** con suavidad. Otras ayudas para el disparo de señales complicadas son el ajuste fino de tiempo y el mando para el tiempo **HOLD-OFF** que serán tratados más adelante.

Dirección del flanco de disparo

El barrido se puede disparar a voluntad en disparo normal o automático, con un flanco ascendente o descendente. La dirección (slope) de este flanco se puede ajustar mediante la tecla **SLOPE**. El signo + (tecla sin pulsar) se refiere a un flanco que procede del potencial negativo se dirige ascendente hacia el potencial positivo. Esto no tiene nada que ver con el potencial nulo o de masa, ni con valores de tensión absolutos. La dirección positiva del flanco también puede estar situada en la parte negativa de la curva de una señal. Un flanco descendente (signo \) naturalmente activa el disparo cuando la tecla **SLOPE** está pulsada. Con disparo normal el punto de disparo se puede correr libremente por el correspondiente flanco de la señal con ayuda del botón **LEVEL**.

Acoplamiento del disparo

El modo de acoplamiento y el margen de frecuencia de paso para la señal del disparo, se puede seleccionar con el conmutador **TRIG.MODE**.

AC: Margen de disparo <20Hz-100MHz

Este acoplamiento es el más usado para el disparo. Por debajo de 20Hz y por encima de 100MHz el umbral del disparo aumenta notablemente.

DC: Margen de disparo 0-100MHz

El disparo DC se aconseja cuando en procesos muy lentos interesa disparar a un nivel exacto de la señal de medida o para presentar señales en forma de impulsos en las cuales varían constantemente las relaciones de impulso.

Con disparo interno DC siempre hay que trabajar con disparo normal y el ajuste LEVEL.

LF: Margen de disparo 0-1,5kHz (filtro de paso bajo).

La posición LF muchas veces es mejor que la posición DC para señales de baja frecuencia, dado que se suprime notablemente el ruido de la tensión para el disparo. Esto evita o disminuye las fluctuaciones o imágenes dobles en los casos extremos, especialmente con tensiones de entrada muy pequeñas. El umbral del disparo aumenta notablemente a partir de 1,5kHz.

Disparo de TV (Disparo sobre señal de video)

Si el conmutador de TRIG.MODE queda posicionado en posición de TV, se activa el **separador de impulsos de sincronismos de TV**. El separador de sincronismos de TV incorporado separa los impulsos de sincronismo horizontal y vertical del contenido de la imagen y permite presentar además señales de video libres de zumbido, perturbaciones o variantes en amplitud.

Dependiendo del punto de medida, las señales de video deben ser medidas como señales de tendencia positiva o negativa

(señales de FBAS o BAS = Señales de color-imagen-bloqueo-sincronismo). Sólo con un posicionamiento correcto de la tecla **SLOPE** (\pm) se separan los pulsos de sincronismo del contenido de imagen. La **dirección del flanco delantero** de los pulsos de sincronismo es esencial para el ajuste de la tecla **SLOPE**; en este momento no debe estar pulsada la tecla de inversión (**INV.**). Si la tensión de los pulsos de sincronismo son más positivos en el punto de medida que el contenido de imagen, se debe de colocar la tecla **SLOPE** en la posición de **/** (sin pulsar). Con pulsos de sincronismo en la parte inferior del contenido de la imagen, el flanco anterior es descendente y de signo negativo; entonces debe de posicionarse la tecla en **SLOPE** (posición pulsada \backslash). Una posición elegida erróneamente genera una imagen inestable ya que el contenido de la imagen activa en estas condiciones el disparo.

El disparo de TV debería emplearse con disparo automático. Con disparo interno la altura de la señal de los impulsos de sincronismo debe tener una amplitud de min. 5mm. Con la tecla **AT/NM** pulsada, el disparo de video no puede trabajar correctamente.

La señal de sincronismos se compone de pulsos de sincronismo de líneas y de imagen que se distinguen entre otras cosas en su duración. Los pulsos de sincronismo de líneas son de 4,7 μ s. Los pulsos de sincronismo de imagen se componen de varios pulsos, que duran 160 μ s y que aparecen con cada cambio de media imagen con un intervalo de 20ms. Los dos modos de pulsos de sincronismo se diferencian por su duración y por su frecuencia de repetición. Se puede sincronizar mediante pulsos de sincronismo de línea o de imagen.

La conmutación entre disparo sobre pulsos de sincronismo de imagen o de línea se realiza automáticamente en la posición de disparo de TV, a través de la conmutación del conmutador de **TIME/DIV**. En las posiciones de **.2s/div.** hasta **1ms/div.** el disparo se realiza en base a **pulsos de sincronismo de imagen** (vertical).

En el margen de **.5ms/div.** hasta **.1 μ s/div.** se dispara sobre **pulsos de sincronismo de línea** (horizontal).

Disparo con impulso de sincronismo de cuadro

Se debe de elegir un coeficiente de tiempo correspondiente a la medida que se pretende realizar mediante el conmutador **TIME/DIV**. En la posición de **2ms/div.** se presenta un campo completo (medio cuadro). En el margen izquierdo de la pantalla se visualiza el impulso de sincronismo que activa el disparo y en el derecho el impulso de sincronismo vertical, compuesto por varios pulsos, para el siguiente campo. El campo siguiente no se visualiza bajo estas condiciones. El impulso de sincronismo vertical que sigue a este campo, activa de nuevo el disparo y la presentación en pantalla. Si se posiciona el ajuste de **HOLD OFF** en su tope izquierdo, se presenta bajo estas condiciones cada 2º campo. Sobre cual de los dos campos se efectúa el disparo, es función automática. Mediante una interrupción breve del disparo (p.ej. pulsar y estirar brevemente el **TRIG.EXT.**) se puede conseguir sincronizar con el otro campo.

Una ampliación de la presentación horizontal (X), se puede obtener mediante la pulsación de la tecla **X-MAG. x10**; así se pueden distinguir las líneas individuales. Partiendo de la base del impulso de sincronismo de cuadro, se puede obtener también una ampliación horizontal mediante el conmutador de **TIME/DIV.**, girando este a la derecha hasta la posición de **1ms/div.** No obstante, se visualiza aparentemente una presentación no sincronizada, ya que se observan los dos campos. Esto sucede a causa del desfase de los impulsos de sincronismo de líneas, que tiene, entre los dos campos, una longitud de media línea.

Disparo con impulso de sincronismo de línea

Para trabajar con el disparo con impulso de sincronismo de línea, se debe posicionar el conmutador de **TIME/DIV.** en el margen entre **0,5ms/div.** hasta **0,1 μ s/div.** Para poder presentar líneas individuales, se recomienda posicionar el conmutador **TIME/DIV.** en **10 μ s/div.** Se visualizan aprox. 1½ líneas.

Generalmente la señal de video lleva una porción elevada de tensión continua. Con un contenido de imagen constante (p.ej. imagen de test o generador de barras de color) se puede suprimir la porción de tensión continua mediante el acoplamiento en **AC** del atenuador de entrada. Con contenido de imagen variable (p.ej. emisión normal) se recomienda utilizar el acoplamiento de entrada en **DC**, ya que sinó varía el oscilograma de la señal su posición vertical en pantalla, con cada variación de contenido de imagen. Mediante el botón de **Y-POS.** es posible compensar la porción de tensión continua para mantener la imagen sobre la mitad de la retícula de la pantalla. La señal de video en su totalidad, no debería sobrepasar una altura de imagen de **6div.**

El circuito del separador de sincronismos actúa también con disparo externo. Naturalmente se debe de mantener el margen prescrito del disparo externo (**0,3V_{pp}** hasta **3V_{pp}**).

Disparo de red (~)

Para el disparo con frecuencia de red deben de quedar pulsadas las teclas de **AT/NM** y **ALT** (símbolo \sim). Entonces se utiliza una tensión secundaria del transformador de red (50-60Hz) y se trabaja en modo de disparo normal (manual).

Este modo de disparo es independiente de la amplitud y frecuencia de la señal Y y se aconseja para todas las señales sincrónicas con la red. Esto también es válido, dentro de determinados límites, para múltiplos enteros o fracciones de la frecuencia de red. El disparo con frecuencia de red permite presentar la señal incluso por debajo del umbral de disparo. Por esto es especialmente adecuado para la medida de pequeñas tensiones de zumbido de rectificadores de red o interferencias con frecuencia de red en un circuito.

Mediante la tecla **SLOPE** en modo de disparo de red, no se selecciona entre la pendiente ascendente o descendente, sino entre la media onda positiva o negativa. En tal caso simplemente hay que invertir los polos del enchufe de red del osciloscopio. El disparo normal, de preselección automática, permite variar en un margen limitado el punto de inicio del disparo mediante el ajuste de **LEVEL**.

La dirección y la amplitud de las señales magnéticas de la frecuencia de red intermezcladas en un circuito se pueden analizar mediante una sonda con bobina. Esta debe consistir de una bobina de alambre esmaltado con el mayor número de vueltas posible y bobinado sobre un pequeño núcleo que se conecta mediante un cable blindado a un conector BNC (para la entrada del osciloscopio). Entre el conector y el conducto interno del cable habrá que intercalar una resistencia de mínimo 100 Ω (desacoplo de altas frecuencias). También puede resultar útil proveer a la bobina de una protección estática, no debiendo haber espiras en corto-circuito en la bobina. Girando la bobina en dos direcciones principales se puede averiguar el máximo y el mínimo en el lugar de la medida.

Disparo alternado

El disparo alternado (tecla **ALT.** pulsada) sólo se puede disparar a la vez internamente con los dos canales en modo alternado **DUAL**. Las dos frecuencias de las señales pueden ser

asíncronas en relación mutua; pero la diferencia de la fase no se obtiene. Para evitar problemas de disparo provocados por porciones de tensión continua, se recomienda utilizar el acoplamiento de entrada **AC** para ambos canales. La fuente de disparo interna se conmuta con disparo alternado correspondiendo a la conmutación de canal alternante después de cada deflexión de tiempo. Por esta razón debe ser suficiente la amplitud de ambas señales para el disparo.

Con la conmutación a disparo alternado se conmuta interna- y automáticamente de disparo automático sobre valores de pico-pico a disparo automático.

Disparo externo

Pulsando la tecla **EXT**, se desconecta el disparo interno. A través de un borne BNC **TRIG.EXT.** ahora se puede trabajar con disparo externo, si para ello se dispone de una tensión entre $0,3V_{pp}$ y $3V_{pp}$ sincrónica con la señal de medida. Esta tensión de disparo puede tener una forma de curva totalmente distinta a la de la señal de medida. Dentro de determinados límites, el disparo incluso es posible con múltiplos de número entero o con fracciones de la frecuencia de medida; una condición necesaria es la rigidez de fase. Pero habrá de tener en cuenta que la señal a medir y la señal de disparo pueden tener alguna variación en el ángulo de su fase. Con un ángulo de fase de p.ej. 180° puede ocurrir que a pesar de tener la tecla **SLOPE** sin pulsar (la pendiente ascendente genera el disparo) comience la presentación de la señal a medir con una pendiente negativa. También con disparo externo pasa la tensión de disparo por el acoplamiento de disparo. La única diferencia con el disparo interno está en que el acoplamiento de la tensión de disparo se realiza a través de un condensador. Con ello queda la frecuencia límite inferior para todos los acoplamientos de disparo en aprox. 20Hz. La impedancia de entrada del borne **TRIG.EXT.** es de aprox. $1k\Omega$ || 10pF. La tensión máxima de entrada es de 100V (CC+ pico CA).

Indicación del disparo

Tanto con disparo automático como con disparo normal el diodo luminoso **TR** indica el disparo de la deflexión de tiempo. Esto sucede bajo las siguientes condiciones:

1. La señal de disparo interna o externa debe de tener una amplitud suficiente en el comparador de disparo.
2. La tensión de referencia en el comparador (punto de disparo) debe estar ajustado de manera que los flancos de las señales sobrepasen el punto de disparo.

En estas condiciones se tienen a disposición los impulsos de disparo en la salida del comparador para el inicio de la base de tiempos y para la indicación de disparo.

La indicación de trigger facilita el ajuste y el control de las condiciones de disparo, especialmente con señales de muy baja frecuencia (disparo normal) o de impulso muy corto. Los impulsos que activan el disparo se memorizan y se representan a través de la indicación de disparo durante 100ms. Las señales que tienen una frecuencia de repetición extremadamente lenta, el destello del Led se produce de forma intermitente. La indicación no sólo se ilumina entonces al comienzo de la deflexión de tiempo en el borde izquierdo de la pantalla, sino - representando varios periodos de curva - con cada periodo.

Ajuste del tiempo Holdoff

Si en funcionamiento con disparo normal, aun después de girar el botón **LEVEL** varias veces con sensibilidad, no se logra encontrar un punto de disparo para mezclas de señal

extremadamente complicadas, se puede alcanzar la estabilidad de la imagen actuando el botón **HOLD-OFF**. Con este dispositivo se puede ampliar de forma continua en la relación 10:1, el tiempo de bloqueo del disparo entre dos periodos de deflexión de tiempo. Los impulsos u otras formas de la señal que aparezcan durante este tiempo de bloqueo, ya no podrán influir en la señal. Sobre todo en el caso de señales de ráfaga o secuencias aperiódicas de impulsos de igual amplitud, el inicio del periodo de disparo se puede ajustar al momento más oportuno o necesario en cada caso.

Las señales con mucho zumbido o interferidas por una frecuencia superior, en ocasiones se presentan en doble imagen. En determinadas circunstancias con el ajuste LEVEL sólo se puede influir en la respectiva diferencia de fase, pero no en la doble imagen. Pero la presentación estable e individual de la señal que se requiere para su evaluación, se puede alcanzar fácilmente mediante la ampliación del tiempo HOLD-OFF. Para esto hay que girar despacio el botón HOLD-OFF hacia la derecha, hasta lograr la presentación de una sola señal.

Una doble presentación puede darse en determinadas señales de impulso cuyos impulsos muestren alternando una pequeña diferencia de amplitud punta. Sólo un ajuste exacto de **LEVEL** permite su presentación individual. También en este caso la utilización del botón **HOLD-OFF** facilita el ajuste correcto. Tras finalizar este trabajo es necesario volver a girar el control **HOLD-OFF** a su tope izquierdo, dado que sinó queda drásticamente reducida la luminosidad de la pantalla. El procedimiento de trabajo se puede ver en los siguientes dibujos.

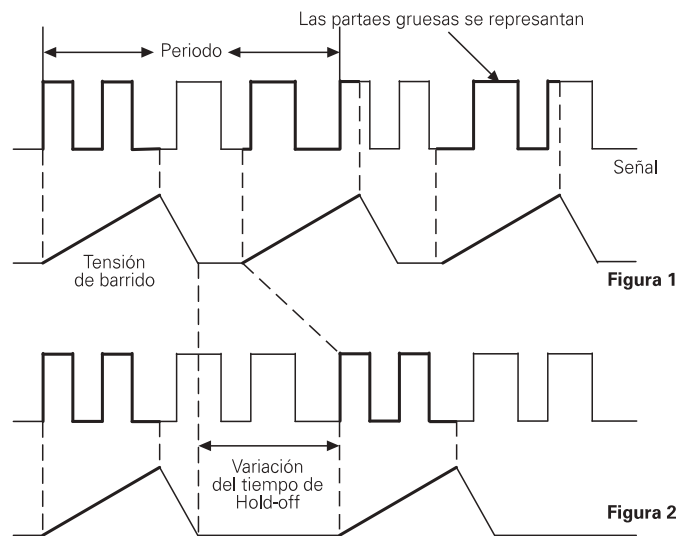


Fig. 1
muestra la imagen con el ajuste HOLD-OFF girado a la derecha (posición básica). Dado que se visualizan diferentes partes del periodo, no aparece una imagen estable (doble imagen).

Fig. 2
Aquí el tiempo holdoff se ha ajustado de forma que siempre se visualizan los mismos tramos del periodo. Aparece una imagen estable.

Tester de componentes

El HM 303-6 lleva incorporado un tester de componentes. Este se acciona pulsando la tecla **COMP. TESTER**. El componente a comprobar se conecta entre el borne aislado en el campo Component-Tester (a la derecha bajo la pantalla) y el borne de

masa. Con la tecla **COMPONENT TESTER** pulsada, se desconecta el preamplificador Y y el generador de barrido. Sin embargo, pueden permanecer las tensiones de señal en los tres bornes BNC de la placa frontal, así que no hace falta desconectar sus cables (véase más adelante en "tests directamente en el circuito"). Aparte de los controles **INTENS.**, **FOCUS** y **X-POS.**, los demás ajustes del osciloscopio no tienen influencia alguna en funcionamiento de test. Para la conexión entre el componente a verificar y los bornes **COMPONENT TESTER** se precisan dos cables sencillos con clavijas banana de 4mm. Al final del test se puede proseguir con funcionamiento de osciloscopio soltando la tecla **COMP. TESTER**.

Como se ha descrito en el párrafo de Seguridad, todas las conexiones de medida (en estado perfecto del aparato) están conectadas al conductor de protección de red (masa), y por esto también los bornes del Comp.Tester. Para la comprobación de componentes sueltos (fuera de aparatos o de circuitos) esto no tiene ninguna relevancia, ya que estos componentes no pueden estar conectados al conductor de tierra.

Si se desean verificar componentes que permanecen incorporados en un circuito o en aparatos de test, se debe de desconectar bajo cualquier circunstancia el flujo de corriente y tensión. Si se trabaja mediante la red debe de desconectarse incluso el cable de red. Así se evita una conexión entre el osciloscopio y el componente a verificar, que podría producirse a través del conductor de tierra. La comprobación llevaría a falsos resultados.

Muy importante: ¡Sólo se deben comprobar condensadores descargados!

El principio de test es muy sencillo. El transformador de red del HM 303 proporciona una tensión senoidal con una frecuencia de 50Hz ($\pm 10\%$). Esta alimenta un circuito en serie compuesto por el componente a comprobar y una resistencia incorporada. La tensión senoidal se utiliza para la deflexión horizontal y la caída de tensión en la resistencia se utiliza para la deflexión vertical.

Si el objeto de medida tiene un valor real (p.ej. una resistencia), las dos tensiones tienen la misma fase. En la pantalla aparece una línea más o menos inclinada. Si el componente a comprobar presenta un cortocircuito, la raya será vertical. En el caso de interrupción o cuando no hay objeto de medida, aparece una línea horizontal. La inclinación de la línea es un indicador del valor de la resistencia.

Con esto se pueden comprobar resistencias entre **20 Ω** y **4,7k Ω** .

Los **condensadores** y las **inductancias** (bobinas, transformadores) provocan una diferencia de fase entre la corriente y la tensión, así también entre las tensiones de deflexión. De esto resultan imágenes elípticas.

La inclinación y abertura de la elipse son significativas para la impedancia con frecuencia de red. Los condensadores se presentan en un margen de **0,1 μ F - 1000 μ F**.

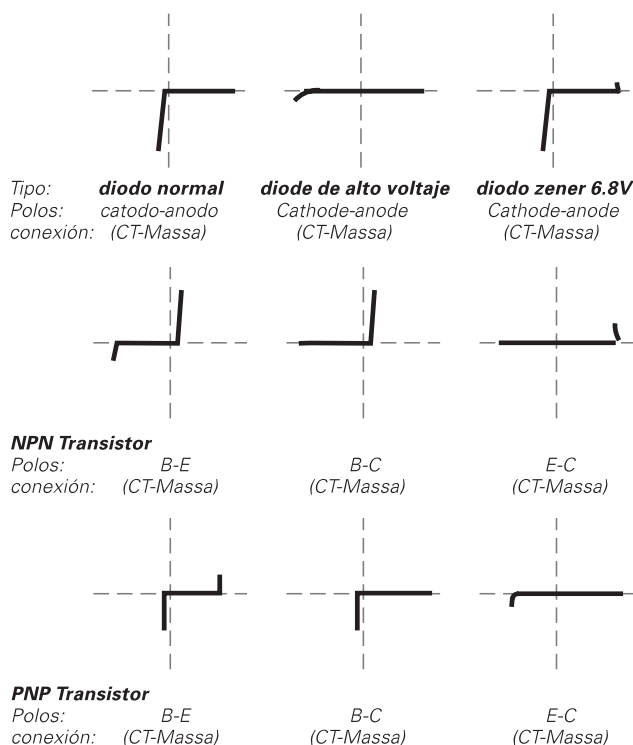
Una elipse con el eje principal horizontal significa alta impedancia (capacidad pequeña o inductividad grande).

Una elipse con el eje principal vertical significa impedancia pequeña (capacidad grande o inductividad pequeña).

Una elipse inclinada significa una resistencia de pérdida relativamente grande en serie con la reactancia.

En **semiconductores**, los dobles en la curva característica se reconocen al paso de la fase conductora a la no conductora. En la medida en que la tensión lo permite, se presenta la **característica directa e inversa** (p.ej. de un diodo zener bajo 9V). Siempre se trata de una comprobación en dos polos. Por eso, p.ej. no es posible comprobar la amplificación de un transistor, pero sí comprobar las diferentes uniones B-C, B-E, C-E. Dado que la tensión en el objeto de medida es muy reducida, se pueden **comprobar las uniones de casi todos los semiconductores sin dañarlos**. Es imposible determinar la tensión de bloqueo o de ruptura de semiconductores para tensión >7V. Esto no es una desventaja, ya que normalmente, en el caso de fallos en el circuito, éstos producen diferencias notables que dan claras indicaciones sobre el componente defectuoso.

Se obtienen resultados bastante exactos de la **comparación con componentes correctos del mismo tipo** y valor. Esto es especialmente válido para semiconductores. Por ejemplo permite reconocer rápidamente el cátodo de un diodo normal o zener cuya impresión es ilegible, diferenciar un transistor p-n-p del tipo complementario n-p-n o averiguar las conexiones B-C-E de un tipo de transistor desconocido.



Obsérvese que con la inversión de los polos de conexión de un semiconductor (inversión del borne **COMP. TESTER** con el borne de masa) se provoca un giro de la imagen de test de 180° sobre el centro de la retícula.

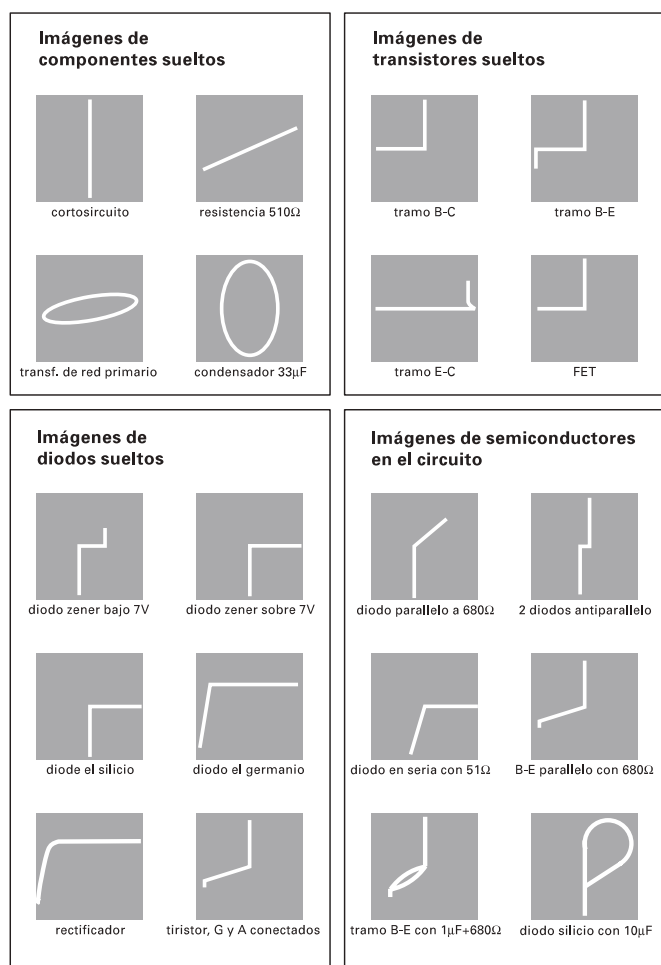
Aún más importante es el resultado bueno-malo de componentes con interrupción o cortocircuito. Este caso es el más común en el servicio técnico.

Se recomienda encarecidamente actuar con la precaución habitual para el caso de electricidad estática o de fricción en relación con elementos sueltos MOS. Pueden aparecer tensiones de zumbido en la pantalla, si el contacto base o gate de un transistor está desconectado, es decir, que no se está comprobando (sensibilidad de la mano).

Los test directamente en el circuito son posibles en muchos casos, aunque no son tan claros. Por conexión paralela con valores reales y/o complejos, especialmente si estos tienen una resistencia baja con frecuencia de red, casi siempre resultan grandes diferencias con elementos sueltos. También aquí muchas veces resulta útil la **comparación con un circuito intacto**, si se trabaja continuamente con circuitos idénticos (servicio técnico). Este trabajo es rápido, ya que no hace falta (¡y no se debe!) enchufar el circuito de comparación. Los cables de test se colocan sucesivamente en los puntos de control idénticos y se comparan las imágenes en la pantalla. Es posible que el mismo circuito a comprobar disponga de un circuito para la comparación como por ejemplo en canales estéreo, funcionamiento de contrafase, conexiones de puente simétricas. En caso de duda se puede desoldar una conexión del componente. Esta conexión se conecta con el borne sin señal de masa, ya que entonces se reducen las perturbaciones de zumbido. El borne con la señal de masa está conectado con la masa del osciloscopio. Por esto no es sensible al zumbido.

Al comprobar directamente en el circuito, es preciso desconectar los cables de medida y sondas atenuadoras conectadas al circuito. Sino, ya no se podrían analizar libremente los puntos de medida (doble conexión de masa).

Las imágenes de test a continuación muestran algunos ejemplos prácticos de utilización del comprobador de componentes.



Información general

Este plan de chequeo está concebido para el control periódico de las funciones más importantes del HM 303 sin necesidad de costosos instrumentos de medida. En las instrucciones de mantenimiento se describen las correcciones y los ajustes necesarios en el interior del aparato como resultado de este chequeo. Estas tareas sólo deberán ser realizadas por técnicos cualificados en la materia.

Las instrucciones de mantenimiento describen en idioma inglés el procedimiento de ajuste del osciloscopio y contiene los esquemas así como los planos de la localización de componentes. Se pueden obtener bajo pedido y un coste adicional.

Como en los ajustes previos hay que prestar especial atención a que los mandos con flechas estén todos en sus posiciones calibradas. Ninguna tecla debe estar pulsada. El conmutador **TRIG.MODE** en AC. Se aconseja poner en funcionamiento el osciloscopio 20 minutos antes de iniciar el test.

Tubo de rayos catódicos: Luminosidad y enfoque, linealidad, distorsiones de retícula

El tubo de rayos del HM 303 normalmente presenta una buena luminosidad. Una disminución de la misma sólo se puede apreciar visualmente. En cualquier caso hay que aceptar cierta borrosidad en los márgenes. Esta se debe a las características técnicas del tubo. Una reducción de la luminosidad también puede ser debida a una disminución de la alta tensión. Esto se reconoce fácilmente por el notable incremento de la sensibilidad del amplificador vertical. El margen de graduación de la luminosidad máxima y mínima debe permitir que en la posición tope izquierda del mando **INTENS.** el haz justo desaparezca y que en el tope derecho el enfoque y el ancho del haz todavía sean aceptables.

Con intensidad máxima y disparo jamás debe ser visible el retorno del haz. El haz deberá oscurecerse totalmente incluso con la tecla X-Y pulsada.

Hay que tener en cuenta que si se efectúan grandes cambios de luminosidad, siempre hay que enfocar de nuevo. Además la imagen no debe "crecer" con luminosidad máxima. Esto significaría que la estabilización de la alta tensión no funciona correctamente. Los trimers para el ajuste de la luminosidad máxima y mínima están en el interior del aparato (**ver instrucciones de mantenimiento**).

Ciertas tolerancias de linealidad y distorsión también se deben a las características técnicas del tubo. Estas deberán aceptarse en tanto no rebasen los valores límite indicados por el fabricante del tubo. Afectan principalmente los márgenes de la pantalla.

También existen tolerancias entre los dos ejes y sus centros. **HAMEG** supervisa todos estos límites. Es prácticamente imposible seleccionar un tubo sin tolerancias (demasiados parámetros).

Control del astigmatismo

Hay que comprobar si el enfoque óptimo de las líneas horizontales y verticales se produce en la misma posición del mando **FOCUS**. Ésto se reconoce muy bien en la presentación de una señal rectangular con una alta frecuencia de repetición (aprox.

1MHz). Con luminosidad normal se busca el enfoque óptimo de las líneas horizontales de la señal con el mando **FOCUS**. Entonces también las líneas verticales deben mostrar el mejor enfoque posible. Si resulta que su enfoque todavía se puede mejorar girando el mando **FOCUS**, habrá que proceder a una corrección de astigmatismo. Para ello en el aparato se ha previsto un trimer de 47k Ω (**ver las instrucciones de mantenimiento**).

Simetría y deriva del amplificador vertical

Ambas características dependen esencialmente de las etapas de entrada.

Se puede obtener cierta información sobre la simetría del canal I y del amplificador final Y por la acción de invertir (pulsar la tecla **INV.**). Si la simetría es buena la posición del haz deberá variar unos 0,5div. La variación máxima aceptable es de 1 div. Desviaciones mayores indican una alteración en el amplificador vertical.

También se puede efectuar otro control de la simetría Y a través del margen de graduación del ajuste **Y-POS**. Se conecta una señal senoidal de 10-100kHz a la entrada (acoplamiento de señal en **AC**). Si con una altura de imagen de 8 div. el ajuste **Y-POS.1** se gira a los topes de ambos lados, la parte aún visible por encima y por debajo debe ser más o menos igual. Se pueden tolerar diferencias de hasta 1 div.

El control de la deriva es relativamente sencillo. **Veinte minutos después de haber encendido el aparato** el haz se sitúa exactamente en el centro de la pantalla. Durante el siguiente espacio de una hora, la posición vertical del haz no debe variar más de 0,5div.

Calibración del amplificador vertical

El borne de salida del calibrador da una tensión rectangular de **0,2V_{pp}** con una tolerancia de sólo $\pm 1\%$. Si se establece una conexión directa entre el borne de salida 0,2V_{pp} y la entrada del amplificador vertical (sonda 1:1), con el atenuador en la posición **50mV/div.** (ajuste fino del atenuador en la posición tope derecha **CAL.**; acoplamiento de la señal en **DC**), la señal presentada debe medir 4div. Las diferencias en amplitud de 0,12div. (3%) máximo son admisibles. Si se interpone una sonda **atenuadora 10:1** entre el borne de 0,2V_{pp} y la entrada de medida, la altura de la imagen debe ser la misma. La tolerancia máxima admisible es de 4% (Osciloscopio 3% + sonda 1%). Con tolerancias mayores, primero hay que averiguar si la causa está en el mismo amplificador de medida o en la amplitud de la señal rectangular. En algunos casos es posible que la sonda atenuadora sea defectuosa, esté mal ajustada o tenga una tolerancia demasiado grande.

Si es necesario, el amplificador vertical se puede calibrar con una tensión continua exacta (¡acoplamiento de señal en **DC**!). La posición del haz deberá variar en función del coeficiente de deflexión ajustado.

El ajuste fino del atenuador de entrada en su posición tope izquierda reduce como mínimo por el factor 2,5 la sensibilidad de entrada en todas las posiciones del conmutador. Si el atenuador de entrada se ajusta a **50mV/div.**, la altura de la señal del calibrador debe variar de 4 div. a mín. 1,6div.

Calidad de transmisión del amplificador vertical

El control de la transmisión sólo se puede realizar con ayuda de un generador de onda rectangular con un tiempo de subida

pequeño (máx.5ns). El cable de conexión debe terminar a la entrada del amplificador vertical con una resistencia igual a su impedancia característica de 50 Ω (p.ej. **HAMEG** HZ 34 con HZ 22).

Se trata de controlar con 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz y 1MHz. El rectángulo presentado no deberá mostrar sobreoscilaciones, sobretodo con 1MHz y una altura de imagen de 4-5div. Sin embargo, el flanco delantero ascendente tampoco debe ser redondo. Con las frecuencias indicadas no deben aparecer inclinaciones ni perturbaciones de cresta. Ajustes: coeficiente de deflexión **5mV/div.**; acoplamiento de señal **DC**; reglaje fino Y en la posición **CAL**.

Generalmente no aparecen grandes variaciones después de que el aparato sale de fábrica, por eso normalmente se puede prescindir de este test.

Sin embargo, en la calidad de la transmisión no sólo influye el amplificador de medida. **Los atenuadores de entrada situados ante el amplificador están compensados en frecuencia en todas las posiciones.** Incluso pequeñas variaciones capacitivas pueden reducir la calidad de la transmisión. Estas irregularidades se reconocen con una señal rectangular y con una frecuencia de repetición baja (p.ej. 1kHz). Si se dispone de un generador con una señal máxima de 40V_{pp}, en determinados intervalos será conveniente comprobar todas las posiciones de los atenuadores de entrada y si es preciso, reajustarlas (según plan de ajustes).

Para ésto además se precisa un preatenuador compensado serie 2:1 que se pueda ajustar a la impedancia de entrada del osciloscopio. Este se puede adquirir de **HAMEG** bajo la denominación HZ 23 (ver catálogo de accesorios). Solamente es importante que el preatenuador esté blindado.

En caso de una fabricación propia se necesita una resistencia de 1M Ω ($\pm 1\%$) y en paralelo un trimer capacitivo 3/15pF en paralelo en 12pF. Este circuito paralelo se conecta directamente por un lado a la entrada vertical **I ó II** y por el otro con un cable de muy poca capacidad al generador. El preatenuador se ajusta en la posición **5mV/div.** a la impedancia de entrada del osciloscopio (acoplamiento de señal **DC**, ajuste fino en **CAL.**, la cresta del rectángulo exactamente horizontal sin inclinación). La forma de la señal no debe variar en ninguna de las posiciones del atenuador de entrada.

Modos de funcionamiento: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERT y función XY

Si se pulsa la tecla **DUAL** inmediatamente deben aparecer dos líneas horizontales. Moviendo los reguladores **Y-POS.** éstas no deben influirse mutuamente. Sin embargo, esto es difícil de evitar incluso en aparatos en perfecto estado. Si un haz se traslada a través de toda la pantalla, la posición del otro no debe variar más de 0,05div.

Un criterio para el funcionamiento con función en choppeado es el ensanche del haz y la formación de sombras alrededor de la línea de tiempo en el margen superior e inferior de la pantalla. Normalmente ambas cosas deben ser inapreciables. Ajustar el conmutador **TIME/DIV.** a **2 μ s/div.**; pulsar las teclas **DUAL** y **CHOP.** Acoplamiento de la señal en **GD**, el regulador **INTENS.** en su tope derecho; el reglaje **FOCUS** en enfoque máximo. Con los dos reguladores **Y-POS.** se ajustan las líneas de tiempo, una a +2div. y la otra a -2div. de altura hacia la línea central. ¡No sincronizar con el ajuste fino **TIME/DIV.** la frecuencia de choppeado es aprox. 500kHz!. Pulsar varias veces la tecla **CHOP.** Durante esta operación el ensanche del haz y la aparición periódica de sombras deben ser mínimos.

La característica esencial de las funciones **I+II** (pulsada sólo la tecla **ADD**) ó **I-II** (pulsada también la tecla **INV.**) es la posibilidad de mover la línea de tiempo con **ambos** reglajes **Y-POS.** (presentación de una sola línea de tiempo). En función XY (tecla **XY** pulsada) la sensibilidad debe ser igual en ambas direcciones.

Para ello ambos reglajes finos deben estar en su posición tope derecha (**CAL.**). Si se conecta la salida del generador de la señal rectangular incorporado a la entrada del canal II, debe resultar una deflexión horizontal de **4div.** (posición **50mV/div.**) en dirección horizontal, igual que en el canal I en sentido vertical.

El control de la presentación de un solo canal con la tecla **CHI/II** no es necesario. Indirectamente ya está incluido en los controles descritos anteriormente.

Control del disparo

El umbral interno del disparo es muy importante. De él depende la altura mínima de la imagen a partir de la cual se presenta una señal exactamente inmóvil. En el **HM303-6** es de unos 0,3-0,5div. Un disparo más sensible implica el peligro de que se dispare sobre niveles perturbadores. Entonces es posible que aparezcan imágenes dobles desfasadas (es aconsejable trabajar con el disparo en **LF**).

Una variación del umbral de disparo sólo es posible internamente. El control se efectúa con cualquier señal senoidal entre 50Hz y 1MHz con disparo automático (tecla **AT/NORM**, sin pulsar). Después hay que comprobar si el disparo normal muestra la misma sensibilidad (tecla **AT/NORM**, pulsada). En este caso hay que utilizar el reglaje **LEVEL**. Pulsando la tecla **SLOPE**, el inicio de la línea cambia en polaridad. El **HM303-6** debe disparar impecablemente señales senoidales de 0,5div. hasta una frecuencia de repetición de 100MHz (acoplamiento de disparo en **AC** ó **DC**).

Para el disparo externo (tecla **TRIG.EXT.** pulsada) se precisa como mínimo una tensión de aprox. 0,3V_{pp} (sincrónica a la señal Y) en el borne **TRIG.EXT.**

La mejor forma de controlar el disparo TV, es utilizar una señal de vídeo de cualquier polaridad. Hay que posicionar el conmutador de disparo en **TV**. La conmutación entre disparo de cuadro y línea se realiza en disparo TV mediante el conmutador **TIME/DIV.** En la posición de **0,5ms/div** hasta **0,1µs/div.** se conmuta a **disparo con sincronismo de línea**, mientras que en la posición de **0,2s/div.** hasta **1ms/div.** se trabaja con **disparo con sincronismo de cuadro**. La dirección del flanco debe elegirse con la tecla **SLOPE**. Es válida para las dos representaciones.

El disparo TV se considera impecable cuando en las presentaciones tanto en frecuencia de líneas como en frecuencia de imagen, la amplitud de la señal de vídeo completo (desde el valor blanco hasta la cresta del impulso de línea) se puede variar de 0,8 a 6 div. sin que la presentación deje de ser estable.

Si se dispara interna o externamente una **señal senoidal sin componente de tensión continua**, la imagen no debe desplazarse en sentido horizontal al girar el conmutador para la selección del disparo **TRIG.MODE.** de **AC** a **DC**.

Si ambas entradas de los amplificadores de medida en **AC** se acoplan a la misma señal y si en funcionamiento alternativo con dos canales (sólo tecla **DUAL** pulsada) ambos trazos en pantalla se superponen exactamente, no debe aparecer ningún cambio de imagen en ninguna de las posiciones de la tecla **CH.I/II-TRIG.** ó al mover el conmutador para la selección del disparo **TRIG.MODE.** de **AC** a **DC**.

El control del **disparo de red (50-60Hz)** es posible en la posición ~ de los conmutadores **AT/NM** y **ALT.** con una tensión de entrada con frecuencia de red (también múltiplo o submúltiplo). Para controlar si el disparo de red no presenta fallos de sincronismo con tensión grande o pequeña, es preferible que la tensión a la entrada sea de aprox. 1V. Girando el conmutador de entrada (con el ajuste fino), la altura de la imagen se puede variar a voluntad sin inestabilidades de sincronismo.

Deflexión de tiempo

Antes de controlar la base de tiempos, se debe de controlar que la **línea de tiempo mida 10div.** De lo contrario se puede corregir. Este ajuste se debe realizar en una posición media del conmutador **TIME/DIV.** **20µs/div.** Al iniciar el trabajo hay que colocar el ajuste fino en **CAL.** La tecla **X-MAG. x10** no debe estar pulsada.

Además hay que controlar si el barrido corre de izquierda a derecha. Para esto la línea de tiempo se centra horizontalmente sobre la retícula con el **X-POS.** y el conmutador **TIME/DIV.** se ajusta a **0,1s/div.** (¡Sólo es importante después de un cambio de tubo!).

Si no se dispone de una fuente exacta de marcas para controlar la base de tiempos, también se puede trabajar con un generador senoidal calibrado con exactitud. Sin embargo, su tolerancia no debe superar ±0,1%. Para los valores de tiempo del **HM303-6** se indican tolerancias de ±3%, pero por regla general suelen ser notablemente mejores. Para controlar al mismo tiempo la linealidad, es conveniente presentar como mínimo 10 oscilaciones, es decir, **un ciclo por cada div.** Para una evaluación correcta, la punta del primer ciclo se sitúa exactamente sobre la primera línea vertical de la retícula con ayuda del reglaje **X-POS.** La tendencia hacia posibles diferencias se observará después de los primeros ciclos.

Para frecuentes controles rutinarios de la base de tiempos en un número mayor de osciloscopios, se aconseja adquirir un calibrador de osciloscopios (p.ej. HZ60). Éste está provisto de un generador de marcas controlado por cuarzo, que produce impulsos de aguja en intervalos de 1 div. para cada intervalo de tiempo. Hay que tener en cuenta, que en el disparo de estas señales es preferible trabajar con disparo normal (tecla **AT/NM** pulsada) y ajuste **LEVEL**.

En la siguiente tabla se puede consultar la frecuencia necesaria para cada gama:

0.2 s/div. — 5 Hz	0.1 ms/div. — 10kHz
0.1 s/div. — 10 Hz	50 µs/div. — 20kHz
50 ms/div. — 20 Hz	20 µs/div. — 50kHz
20 ms/div. — 50 Hz	10 µs/div. — 100kHz
10 ms/div. — 100 Hz	5 µs/div. — 200kHz
5 ms/div. — 200 Hz	2 µs/div. — 500kHz
2 ms/div. — 500 Hz	1 µs/div. — 1MHz
1 ms/div. — 1 kHz	0.5 µs/div. — 2MHz
0.5 ms/div. — 2 kHz	0.2 µs/div. — 5MHz
0.2 ms/div. — 5 kHz	0.1 µs/div. — 10MHz

Si se pulsa la tecla **X-MAG. x10** aparece una onda sólo **cada 10 div.** (±5%) (ajuste fino de tiempo en posición **CAL.**, medida con **5µs/div.**). La tolerancia, sin embargo, es más fácil de medir en la posición **50µs/div.** (una onda por div.).

Tiempo de HOLD-OFF

La variación del tiempo **HOLD-OFF** al girar el botón **HOLD-OFF** no se puede controlar sin abrir el **HM303-6**. Pero en cualquier

caso se puede comprobar el oscurecimiento del haz (con disparo automático sin señal de entrada). Para ello hay que girar el conmutador **TIME/DIV.** y su ajuste fino a la **posición tope derecha**. Moviéndolo ahora el mando **HOLD-OFF**, el haz debe aparecer brillante en la posición tope izquierda y notablemente más oscuro en la posición tope derecha.

Comprobador de componentes

Después de pulsar la tecla **COMP.TESTER** debe aparecer una **línea horizontal de 8 div.** de longitud aprox. con el borne COMP.TESTER abierto. Si se conecta el borne con el borne de masa, debe aparecer una **línea vertical de unos 6 div.** de altura aprox. Estas medidas pueden variar algo.

Corrección de la posición del haz

El tubo de rayos tiene una desviación angular tolerable de $\pm 5^\circ$ entre el plano de las placas de deflexión X D1-D2 y la línea central horizontal de la retícula interna. Para la corrección de esta desviación y las influencias magnéticas terrestres que dependen de la posición del aparato, hay que reajustar el trimer designado **TR** situado a la derecha de la pantalla. Sin embargo, es aconsejable controlar que la línea se pueda inclinar **hacia ambos lados** con el trimer **TR**. Para el **HM303-6** con la caja cerrada es suficiente un ángulo de $\pm 0,57^\circ$ (1mm. de diferencia de altura por 10div. de longitud del haz) para compensar los efectos del campo magnético de la tierra.

Instrucciones de mantenimiento

Información general

Las siguientes instrucciones deben servir de ayuda al técnico de electrónica al corregir las diferencias con respecto a los datos técnicos del **HM303-6**, prestando especial atención a las anomalías detectadas durante su chequeo. Pero no deben efectuarse intervenciones en el aparato sin adecuados conocimientos en la materia. De lo contrario es mejor hacer uso del rápido y económico servicio técnico de **HAMEG**. Este está tan cerca como su teléfono. Llamando al Nr. 93.430.15.97 también recibirá información técnica. Las direcciones figuran al final del presente manual (contraportada). Aconsejamos que para las reparaciones envíen los aparatos en su embalaje original (ver también el apartado de "Garantía" y añadan a su envío una descripción de la avería.

Abrir el aparato

Si se desenroscan los 2 tornillos del panel posterior, éste se puede deslizar hacia atrás. Antes hay que desconectar el cable de red del enchufe incorporado. Sujetando la caja se podrá deslizar el chasis con el panel frontal hacia delante. Para cerrar de nuevo el aparato, hay que observar que la caja pase correctamente por debajo del borde del panel frontal. Lo mismo debe procurarse al montar el panel posterior.

Advertencia importante:

Antes de abrir o cerrar la caja para efectuar una reparación o un cambio de piezas, el aparato se deberá desconectar de todas las tensiones. Si después resulta imprescindible realizar una medición, comprobación o calibración con el aparato abierto y bajo tensión, dicha tarea sólo deberá ser ejecutada por un técnico que conozca los riesgos que esto implica.

Atención!

El circuito primario de la fuente de alimentación queda conectado en modo de funcionamiento normal galvanicamente con la corriente de red y el potencial

de referenciadel primario queda a 1/2 de la tensión de red contra masa.

Al intervenir en el interior del HM303-6 hay que tener en cuenta, que la tensión total de aceleración del tubo es de aprox. 2kV y la de las etapas finales de aprox. 175V o 146V. Tales potenciales se encuentran en el zócalo del TRC, así como en la fuente de alimentación y la placa de la etapa final XY. Estas tensiones son de peligro mortal. Por eso la precaución es un imperativo. Además se advierte que los corto-circuitos en determinados puntos del circuito de alta tensión provocan la destrucción de diversos semiconductores. Por la misma razón es muy peligroso conectar condensadores en estos puntos con el aparato encendido.

Los condensadores en el interior del aparato pueden seguir cargados aunque el aparato ya se haya desconectado de todas las fuentes de tensión. Normalmente, los condensadores se descargan 6 segundos después de apagar el aparato. Dado que con el aparato defectuoso no se puede excluir la posibilidad de una interrupción de la carga, después de apagar el aparato es aconsejable conectar secuencialmente por un segundo todos los contactos de los terminales con tensiones peligrosas (>40V) a masa (chasis) a través de una resistencia de 1k Ω .

Hay que tener muchísima precaución con el tubo de rayos catódicos. El cono de cristal no se debe tocar bajo ningún concepto con herramientas templadas, ni sobrecalentar (¡soldador!) o enfriar (¡spray frigorífico!) localmente. Aconsejamos usar gafas de protección (peligro de implosión).

Después de cualquier intervención, se someterá el aparato completo (con caja cerrada y con la tecla de red POWER pulsada) a una prueba de tensión con 2200V de tensión continua (partes metálicas accesibles contra los dos polos de red). Esta prueba conlleva un peligro y debe de ser realizada por personal especializado.

Tensiones internas de funcionamiento

Todas las tensiones necesarias (+6,3V, +12V, -13V, -6V, +146V, +175V, -2025V) se estabilizan electrónicamente en la fuente conmutada del **HM303-6**. La tensión +12V nuevamente estabilizada es ajustable. Se utiliza como tensión de referencia para la estabilización de los -6V y los -2025V en continua. Si alguna de las tensiones continuas varía un 5% de su valor nominal, debe existir una avería.

Para la medición de la alta tensión sólo se debe utilizar un voltímetro con una resistencia interna alta (>10M Ω) y que sea resistente a tensiones elevadas. Junto con el control de las tensiones de funcionamiento, es conveniente comprobar también sus tensiones de zumbido y las perturbaciones. Valores demasiado altos, pueden ser la causa de errores sin explicación. Los valores máximos se indican en los esquemas de los circuitos.

Luminosidad mínima

Para su ajuste, hay un trimer de 100k Ω en el circuito impreso del CRT (ver plan de calibración). El ajuste sólo deberá efectuarse con un destornillador debidamente aislado (¡precaución, alta tensión!). El ajuste de hacerse de manera, que con la tecla **XY** pulsada y las entradas conmutadas a GD justo no se vea el trazo en forma de punto.

Astigmatismo

En el circuito impreso CRT (cuello del CRT) se encuentra otro trimer con 100k Ω con el que se puede corregir el astigmatismo, es decir, la relación entre enfoque vertical y horizontal. El ajuste correcto depende también de la tensión de las placas Y (aprox. +85V). Por esto conviene controlarla con anterioridad. La mejor forma de corregir el astigmatismo es utilizar una señal rectangular de alta frecuencia (p.ej. 1MHz). Con el mando **FOCUS** se enfocan primero las líneas **horizontales** de la rectangular. Luego se corrige el enfoque de las líneas **verticales** con el potenc. del astigmatismo de 100k Ω . Por este orden, la corrección se repite varias veces. El ajuste habrá concluido cuando moviendo sólo el mando **FOCUS** ya no pueda mejorarse el enfoque de ambas direcciones.

Umbral de disparo

El umbral de disparo interno deberá estar en el margen de los 0,3 a 0,5 div. de altura de imagen. Este depende esencialmente del IC - comparador. Si existen razones para cambiarlo, puede ocurrir a causa de tolerancias que el disparo sea demasiado sensible o insensible o que reaccione a ruidos con variación de dirección (ver Plan de cheque: Control de disparo, T3) En estos casos se deben cambiar las resistencias de control de histeresis de 3,32k Ω en el comparador. Un valor doble o de la mitad es suficiente.

Un umbral de disparo demasiado bajo puede provocar un disparo doble o una excitación prematura a causa de impulsos de ruido. Un umbral de disparo demasiado elevado imposibilita la representación de señales de baja magnitud.

Localización de averías en el aparato

Por razones de seguridad, sólo se puede trabajar con el osciloscopio abierto a través de un transformador separador regulable (clase de protección II).

Para la búsqueda de anomalías, se precisan un generador de señales, un multímetro suficientemente exacto y si fuera posible un segundo osciloscopio. Este último hace falta por si se necesitara seguir una señal o controlar tensiones perturbadoras y para encontrar una anomalía difícil. Como ya se ha mencionado anteriormente, la alta tensión estabilizada (-2025V), así como la tensión de alimentación para las etapas finales (máx.aprox. 185V o 141V) suponen un peligro mortal. Por eso es aconsejable utilizar **puntas de prueba para las medidas, más largas y completamente aisladas** para trabajar en el interior del aparato. Así es prácticamente imposible entrar involuntariamente en contacto con potenciales de tensión peligrosos.

En el marco de estas instrucciones, no es posible describir detalladamente todas y cada una de las anomalías posibles.

En el caso de anomalías complejas hará falta desarrollar cierta habilidad de diagnóstico. Si se produce una anomalía, después de abrir el aparato es aconsejable inspeccionarlo primero visualmente en busca de piezas sueltas, mal conectadas o descoloridas por la acción de temperaturas elevadas. Luego deberán inspeccionarse todos los cables de conexión entre los circuitos impresos y el transformador de red, las piezas del chasis delantero, el zócalo del TRC y la bobina de la rotación del trazo (dentro del blindaje alrededor del tubo). Esta inspección visual puede llevar antes al éxito, que una búsqueda sistemática de anomalías con instrumentación de medida. Cuando se trata de un paro total del aparato, la primera medida y la más importante, aparte de controlar la tensión de red y el fusible, es medir las tensiones de las placas del TRC. En el 90% de todos

los casos, se podrá determinar cuál de las unidades principales es la defectuosa. Las unidades principales son:

1. La deflexión Y.
2. La deflexión X.
3. El circuito del TRC.
4. La alimentación.

Durante la medición, los reguladores de POS. de las dos direcciones deben estar ajustados lo más exactamente posible a la mitad de su recorrido. Si los dispositivos de deflexión funcionan, ambos pares de placas tienen más o menos la misma tensión (Y aprox. 85V, X aprox. 90V). Si las tensiones de una pareja de placas son muy diferentes, debe de haber un defecto en el correspondiente circuito de deflexión. Si a pesar de que las tensiones se pueden igualar exactamente no aparece el haz, habrá que buscar el defecto en el circuito TRC. Si faltan todas las tensiones de deflexión, lo más probable es que no funcione la alimentación.



Recambio de componentes

Como recambio de componentes sólo se pueden montar piezas del mismo tipo o equivalentes. Las resistencias sin especificaciones en los esquemas de los circuitos (con pocas excepciones) soportan 1/5W (Melf) o 1/8W (CHIP) y tienen una tolerancia de 1%. Las resistencias en el circuito de alta tensión tienen que poder soportar tensiones elevadas. Los condensadores sin datos de tensión tienen que ser aptos para una tensión de 63V. Su tolerancia no debe superar el 20%. Muchos semiconductores están seleccionados. Estos se visualizan en el esquema eléctrico. En caso de que se averíe un semiconductor seleccionado, es preciso cambiar también el otro que aún funciona y reponer ambos otra vez seleccionados, dado que de lo contrario resultarían diferencias con respecto a los datos técnicos o a las funciones especificadas. El servicio técnico de **HAMEG** le asesorará con mucho gusto y le proveerá los componentes especiales o seleccionados que no pueda encontrar fácilmente en el mercado (p.ej. el tubo de rayos catódicos, el transformador de red, potenciómetros, bobinas, etc.).

Calibración

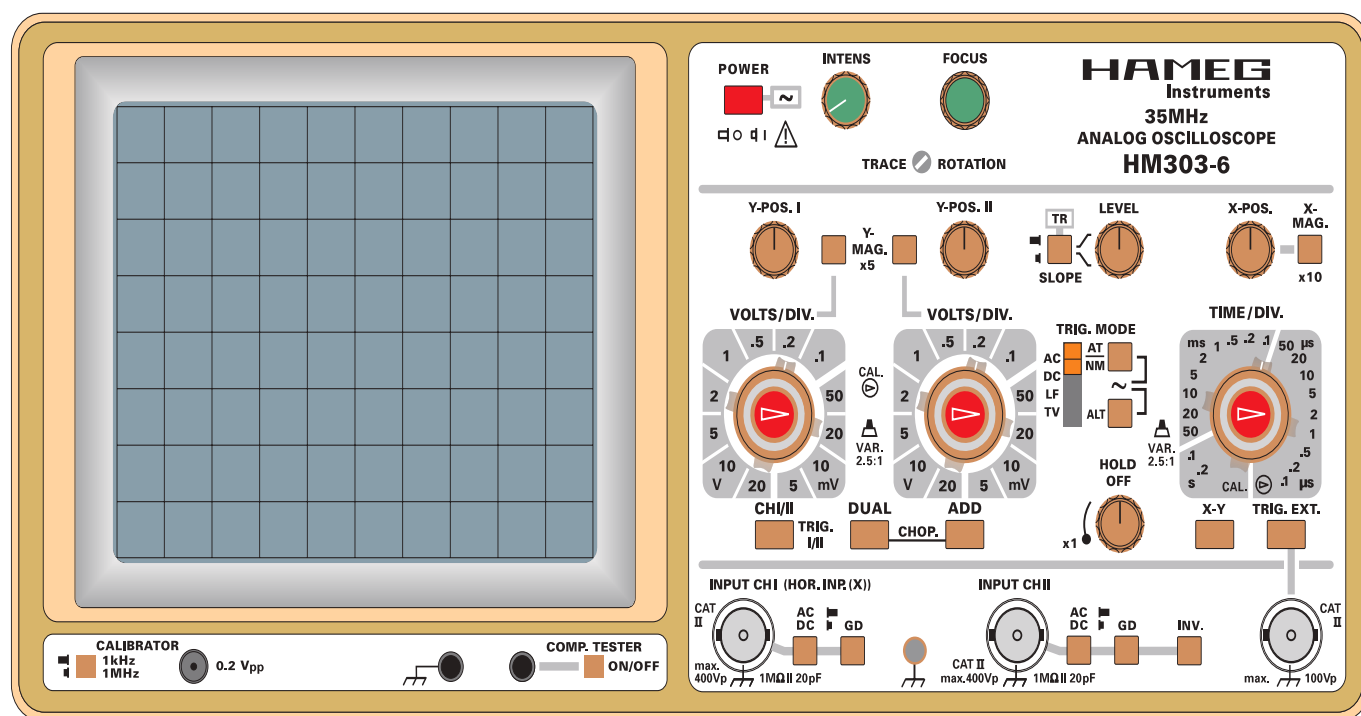
Siguiendo las múltiples indicaciones contenidas en las instrucciones de manejo, en los esquemas de los circuitos, en el plan de chequeo, así como en el plan de calibración, es sencillo realizar pequeñas correcciones y operaciones de ajuste. Sin embargo, no es fácil ajustar de nuevo todo el osciloscopio. Para eso hace falta entendimiento en la materia, el seguimiento de un determinado orden, experiencia y varios instrumentos de medida de precisión con cables y adaptadores. Por eso es aconsejable ajustar los trimers (R,C) en el interior del aparato sólo cuando se pueda medir o valorar su efecto en el lugar adecuado, en el modo de funcionamiento correcto, con un ajuste óptimo de los conmutadores y potenciómetros, con o sin señal senoidal o rectangular, con la frecuencia, amplitud, tiempo de subida y relación de impulso correspondientes.

Mandos del HM 303-6 (Descripción abreviada - Panel frontal)

Mando	Función	Mando	Función
① POWER (Tecla y LED)	Interruptor de red; LED indica que el aparato funciona.	⑳ TRIG.MODE (conmutador palanca) AC-DC-LF-TV	Selección del acoplamiento del disparo; AC: 10Hz–100MHz. DC: 0–100MHz. LF: 0–1,5kHz. TV: Disparo sobre cuadro y línea
② Y-POS.I (botón)	Ajuste de la posición vertical del haz (brillo)	⑳ AT/NM (tecla)	Tecla sin pulsar: trazo visible sin señal con disparo automático; tecla pulsada: trazo visible solo con señal. Disparo normal con ajuste de nivel LEVEL
③ TRACE ROTATION potenc. de ajuste (ajuste mediante destornillador)	Rotación de la traza. Compensa la influencia magnética terrestre El trazo horizontal se ajusta paralelo a las líneas de la retícula.		pulsada tecla AT/NM y ALT : disparo con frecuencia de red, en mod de disparo normal (manual).
④ FOCUS (botón)	Ajuste del enfoque del haz.		El disparo se inicia en modo DUAL por canal I y II de forma alternada.
⑤ Y-POS.I (botón)	Ajuste de la posición vertical del haz para canal I.	㉑ ALT	
⑥ Y-MAG.x5	Aumenta la sensibilidad Y de canal II por el factor 5; máx. 1mV/div.)	㉒ HOLD OFF (botón)	Ampliación del tiempo holdoff entre los períodos de disparo. Posición normal = tope izquierdo.
⑦ Y-MAG.x5	Aumenta la sensibilidad Y de canal II por el factor 5; máx. 1mV/div.)	㉓ TIME/DIV. (conmut. giratorio de 20 posiciones)	Fija los coeficientes de tiempo (velocidad de barrido) de la base de tiempos de 0.2s/div. - 0.1µs/div.
⑧ Y-POS.II (botón)	Ajuste de la posición vertical del haz para canal II.	㉔ Base de tiempos variable (botón)	Ajuste fino de la base de tiempos Reduce la velocidad de desvío de tiempos, máx. 2,5 veces (tope izquierdo) (flecha hacia la derecha).
⑨ SLOPE  (tecla)	Selección del flanco de disparo. Tecla sin pulsar: ascendente Tecla pulsada: descendente	㉕ XY (tecla) ¡Atención! Sin barrido hay peligro de quemar el fósforo de la pantalla.	Conmutación a función XY. Deflexión horizontal por entrada canal I.
TR (Indicación LED)	El LED brilla cuando se ha disparado la base de tiempos.	㉖ TRIG. EXT. (tecla)	Conmutación a disparo externo. Entrada de señal por borne BNC TRIG. EXT.
⑩ LEVEL (botón)	Ajuste del nivel de disparo.	㉗ INPUT CH I (borne BNC)	Entrada de la señal-canal I. Impedancia de entrada 1MΩII20pF.
⑪ X-POS. (botón)	Desplazamiento del haz en dirección horizontal.	㉘ AC-DC (tecla)	Conmutador de acoplamiento de la señal para la entrada CH.I AC/DC pulsada: acoplamiento directo AC/DC sin pulsar= acoplamiento por condensador.
⑫ X-MAG. (x10) (tecla)	Expansión del eje X por el factor 10. Resolución máx.=10ns/div.	㉙ GD (tecla)	Tecla GD pulsada= entrada desconectada de la señal, amplificador conectado a masa.
⑬ VOLTS/DIV. (conmut. giratorio de 12 posiciones)	Atenuador de entrada para canal I. Fija el factor de amplificación en secuencia 1-2-5 e indica el factor de cálculo (V/div., mV/div.).	㉚  (borne 4mm)	Conexión de potencial de referencia, conectado galvánicamente con masa de red.
⑭ VAR. (botón)	Ajuste fino de la amplitud Y (canal I). Reduce la amplificación por máx. 2,5. Calibrado en posición tope derecha (flecha hacia la derecha).	㉛ INPUT CHII (Borne BNC)	Entrada de la señal canal II. Impedancia de entrada 1MΩII20pF.
⑮ CH I/II-TRIG. I/II (tecla)	Sin pulsar: funcionamiento en canal I y disparo de canal I. Pulsada: Funcionamiento en canal II y disparo de canal II. (Selección del disparo en funcionamiento DUAL)	㉜ AC-DC (tecla)	Teclas para el acoplamiento de la señal para la entrada CH.II, resto ver punto 29.
⑯ DUAL (tecla)	Sin pulsar: monocanal. Pulsada: dos canales en conmutación alterna.	㉝ GD (tecla)	Tecla GD pulsada= entrada desconectada de la señal, amplificador conectado a masa.
CHOP.	DUAL y ADD pulsadas: dos canales con conmutación chopper.	㉞ INV. (tecla)	Pulsando la tecla se invierte el canal II. En combinación con tecla ADD pulsada = resta
⑰ ADD (tecla)	Pulsada sólo ADD: Suma algebraica. En combinación con tecla INV: resta.	㉟ TRIG.EXT. (borne BNC)	Entrada para señal de disparo externa. Tecla TRIG. EXT. pulsada.
⑱ VOLTS/DIV. (conmut. giratorio de 12 posiciones)	Atenuador de entrada para canal II. Fija el factor de amplificación en secuencia 1-2-5 e indica el factor de cálculo (V/div., mV/div.).		
㉒ VAR. (botón)	Ajuste fino de la amplitud Y (canal II). Reduce la amplificación por máx. 2,5. Calibrado en posición tope derecha. Flecha indicando hacia la derecha.		

Mandos de control del HM303-6 (Descripción abreviada - Carátula frontal)

Mando	Función
(37) COMP. TESTER de componentes;	Puesta en marcha del comprobador (tecla) ON=Encendido, OFF=Apagado
(38) COMP. TESTER (bornes de 4mm)	Conexión de los cables de test para el comprobador de componentes.
(39) 0.2V_{pp}	Salida rectangular del calibrador de 0,2V _{pp} .
(40) CALIBRATOR 1kHz/1MHz (tecla)	Frecuencia de salida del calibrador tecla sin pulsar = aprox. 1kHz; tecla pulsada = aprox. 1MHz.



Puesta en funcionamiento y ajustes previos

Conectar a la red y pulsar **POWER** (a la derecha de la pantalla).

El diodo luminoso indica el funcionamiento.

Caja, chasis y masa de los bornes de medida conectados a la toma de tierra de la red (clase de protección I).

No pulsar ninguna otra tecla. Conmutador **TRIG.MODE.** en **AC.**

Tecla **AT/NM** sin pulsar. Acoplamiento de entrada **CHI** en **GD.**

Ajustar una luminosidad media con el botón **INTENS.**

Llevar el trazo al centro de la pantalla con los mandos **X-POS.** y **Y-POS.I.**

A continuación enfocar el haz con el ajuste **FOCUS.**

Funcionamiento del amplificador vertical

Canal I: Teclas **CH1/2**, **DUAL** y **ADD** sin pulsar (fuera).

Canal II: Tecla **CHI/II** pulsada.

Canal I y II: Tecla **DUAL** pulsada. Conmutación alterna de canales: no pulsar la tecla **ADD (CHOP.)**.

Conmutación de canales chopper: pulsar la tecla **ADD (CHOP.)**

(Sólo trabajando con señales <1kHz o con coefic. de tiempo $\geq 1\text{ms/div.}$ con tecla **ADD (CHOP).** pulsada)

Canales +I+II (suma): Pulsar solamente la tecla **ADD.**

Canales +I –II (resta): Pulsar las teclas **ADD** y una de **INV.**

Funcionamiento del disparo

Seleccionar el modo de disparo con la tecla **AT/NM.**

AT=disparo automático sobre valores de pico <20Hz-60MHz (sin pulsar)

NM=disparo normal (tecla pulsada).

Dirección del flanco de disparo: elegir con tecla **SLOPE.**

Disparo interno: el canal de disparo se selecciona con la tecla **TRIG.I/II - (CH I/II).**

Disparo interno alternado: Pulsar teclas **DUAL** y **ALT**, tecla **ADD (CHOP.)** sin pulsar

Disparo externo: Pulsar la tecla **TRIG.EXT.**; aplicar la señal de sincronismo ($0,3V_{pp} - 3V_{pp}$) al borne **TRIG.EXT.**

Disparo de red: Pulsar teclas de **TRIG.MODE** **AT/NM** y **ALT (~).**

Seleccionar el acoplamiento del disparo **AC-DC-LF-TV** con el conmutador **TRIG.MODE**

Margen de frecuencias de disparo:

AC: >20Hz hasta 100MHz; **DC:** 0-100MHz; **LF:** 0-1,5kHz.

TV: para separación de impulsos de sincronismo de señales de video.

Conmutador **TIME/DIV.** de **0,5ms/div.** hasta **0,1 μ s/div.** = línea.

Conmutador **TIME/DIV.** de **0,2s/div.** hasta **1ms/div.** = cuadro.

Escoger la dirección del flanco correctamente con tecla **SLOPE.**

(Impulso de sincronismo ascendente corresponde **/**, descendente ****).

Observar la indicación del disparo: **TR** LED encima de la tecla **SLOPE.**

Medición

Conectar la señal de medida a los bornes de entrada **CH.I** y/o **CH.II.**

Antes ajustar las sondas atenuadoras con el generador de onda cuadrada **CAL.** incorporado.

Ajustar el acoplamiento de entrada de la señal de medida **AC** o **DC.**

Ajustar la imagen a la altura deseada mediante atenuador de entrada.

Seleccionar el coeficiente de tiempo con el conmutador **TIME/DIV.**

Ajustar el punto de disparo con el botón **LEVEL.**

En su caso, sincronizar señales complejas o aperiódicas con un tiempo **HOLD-OFF** ampliado.

Medidas de amplitud: el ajuste fino **Y** en su tope derecho **CAL.**

Medidas de tiempo: el ajuste fino de la base de tiempos en su tope derecho **CAL.**

Expansión Xx10: pulsar la tecla **X-MAG.x10.**

Deflexión horizontal externa (**función XY**) con la tecla **X-Y** pulsada (entrada X: **CH.I**).

Comprobación de componentes

Pulsar la tecla **COMP. TESTER.** Conectar el componente por dos conductores a los bornes **COMP.TESTER.**

Test en el circuito: Dejar el circuito libre de tensiones y desconectado de masa, soltar las conexiones (cables, sondas) del HM303 y sólo entonces efectuar la comprobación.

1. Conmute el selector de acoplamiento de la entrada del canal 1 a la posición GD y sitúe la traza en el centro de la pantalla con el control de posición Y-POS correspondiente.
2. Conecte la sonda a los terminales del generador de señales
3. Vuelva a la posición de acoplamiento AC. Observe que la forma de onda está centrada en la pantalla. Utilice una sensibilidad de 1 VOLT/DIV y compruebe que observa la componente de alterna de la señal al completo.
4. Modifique la sensibilidad incrementando y reduciendo el valor correspondiente. Verifique que se ha producido una adaptación de los mismos valores de tensión a la nueva escala de representación.
5. Pase al acoplamiento DC. La señal se desplaza verticalmente. Ahora puede ver la diferencia que existe entre el acoplamiento AC y DC. La componente de continua aparece ahora superpuesta a la componente de alterna.

3. SOBRE EL SISTEMA DE DESVIACIÓN HORIZONTAL

Posición horizontal: El control de posición horizontal (**X-POS**) varía la posición horizontal de ambos canales a la vez. El selector **TIME/DIV** permite modificar la velocidad a la que el haz de electrones realiza el barrido en la pantalla. El cambio de la posición de este selector permite observar intervalos de tiempo más largos o más cortos de la señal de entrada. Girando el control rojo **VAR**, situado en el centro del selector, en sentido antihorario, es posible reducir la velocidad de barrido en una proporción 2,5:1.

Ampliación horizontal: Los osciloscopios disponen de una ampliación horizontal de 10 veces **X-MAGx10**

TAREAS A REALIZAR:

1. Cambie el barrido desde 0,5 ms/DIV a 10 ms/DIV de forma progresiva. Evalúe el periodo de la señal objeto de análisis con aquella velocidad de barrido que mejor se adapte a la medida
2. Cambie la posición de la traza en la pantalla mediante la modificación del selector X-POS. En ocasiones, esta operación permite medir los valores máximos y mínimos de las señales con mayor exactitud sobre los ejes principales de la pantalla

7.4. SOBRE EL SISTEMA DE DISPARO

El punto de disparo permite identificar el instante en el que se inicia la representación de la señal vertical. Ese punto de disparo está identificado por una pendiente y un cierto nivel de disparo. Las posibilidades de selección de la fuente de disparo en un osciloscopio analógico son las siguientes:

- Se al de desviación vertical del CHI (CHI/CHII), con pulsador EXT no pulsado
- Se al de desviación vertical del CHII (CHI/CHII), con pulsador EXT no pulsado
- Se al externa, con pulsador EXT no pulsado
- Se al senoidal de 50 Hz (TRIG. \square)

Nivel de disparo: El control del nivel de disparo (LEVEL) fija sobre la se al de disparo el nivel de tensión en el que se encuentra el punto de disparo.

Pendiente de disparo: El control de pendiente (SLOPE) determina la pendiente sobre la que identificar el punto de disparo en la propia se al de disparo.

Modo de disparo AUTOMÁTICO/MANUAL: En modo automático, completado el barrido horizontal, comienza la búsqueda de un nuevo punto de disparo. Si transcurrido un cierto tiempo no se identifica el punto de disparo, se genera un nuevo barrido de forma automática. En modo normal, no es posible obtener una traza de representación en la pantalla si no existe punto de disparo. <El modo normal de disparo proporciona la se al de barrido horizontal en cuanto se identifica sobre la se al de disparo el nivel de tensión y la pendiente seleccionados.

Acoplamiento AC-DC-HF-LF: Permite seleccionar de entre las posibles componentes de frecuencia incluidas en la se al de disparo, aquellas sobre las que identificar el punto de disparo.

AC: componentes en el intervalo 10Hz-10 MHz

DC: componentes en el intervalo 0-10 MHz

HF: componentes en el intervalo 1,5 kHz-40 MHz

LF: componentes en el intervalo 0-50 kHz

TAREAS A REALIZAR:

1. Con el selector EXT sin pulsar, y en modo de disparo automatico, modifique el nivel de disparo (LEVEL).
2. Pulse el selector correspondiente y pase a modo NORMAL de funcionamiento. Modifique la pendiente de disparo (+/-) y el nivel de disparo (LEVEL). Compruebe como en cuanto no se localiza el punto de disparo, desaparece la traza de representación.

9 **TV SEP.** Conmutador para el separador TV-Sync-Separador.

- OFF= Posición normal
- H= Disparo para línea;
- V= Disparo para imagen

10 **TRIG.** Conmutador para selección del acoplamiento de disparo:

- AC=10Hz-10MHz;
- DC= 0-10 MHz;
- HF=1,5 kHz-40 MHz;
- LF= 0-1kHz;
- ~ = Disparo con frecuencia de red

11 **+/-.** Elección del flanco de disparo.

- Tecla sin pulsar: positivo.
- Tecla pulsada: negativo.

ALT. El disparo se produce alternando desde canal I o canal II (en modo DUAL)

12 **TIME/DIV.** (Conmutador giratorio de 23 posiciones). Fija los coeficientes de tiempo (velocidad de barrido) de la base de tiempos desde 0,2 μ s/div hasta 5 s/div

13 **VAR.** Ajuste fino de la base de tiempos. Reduce la velocidad de barrido en analógico en el factor 2,5. Posición calibrada sólo en el tope derecho (flecha hacia la derecha)

14 **EXT.** Disparo por señal externa. Entrada por borne TRIG. INP (15)

15 **TRIG. INP** Entrada para señal externa de disparo si el botón 14 no está pulsado.

16 **AT/NORM.**

- Tecla sin pulsar: haz visible incluso sin señal de entrada; disparo automático;
- Tecla pulsada: haz visible sólo con disparo mediante ajuste de LEVEL (17)

17 **LEVEL.** Ajuste del punto de disparo con la tecla AT/NORM (14) pulsada.

18 **X-MAG x 10.** Expansión del eje X por el factor 10. Con (11), resolución máxima de 20 ns/div en analógico

- 19 **Calibrator 0,2V-2V** Salidas del calibrador 0,2 V_{pp} y 2 V_{pp}
- 20 **COMPONENT TESTER** Con la tecla pulsada, el aparato trabaja como comprobador de componentes. El componente se conecta al borne de test y a un borde a masa.
- 21 **Y-POS.I.** Ajuste de la posición vertical para el canal I
- 22 **AC-DC-GD.** Conmutador del acoplamiento de entrada del canal I. DC= acoplamiento directo; AC= a través de un condensador; GD= entrada desconectada de la señal; entrada del amplificador conectado a masa.
- 23 **INPUT (CH I).** Entrada de la señal del canal I. Impedancia de entrada: 1M Ω /25 pF
- 24 **VOLTS/DIV.** Atenuador de entrada para el canal I. Fija el factor de amplificación Y en secuencia 1-2-5 e indica el factor de cálculo (V/div., mV/div)
- 25 **VAR.GAIN** Ajuste fino de la amplitud Y (canal I). Reduce la amplificación por 2,5, como máximo (tope izquierdo). Calibración en el tope derecho (flecha hacia derecha)
- 26 **Y MAG. X5.** Aumenta la sensibilidad por el factor 5 (canal I)
- 27 **CH I/II- TRIG. I/II.** Sin pulsar: funcionamiento en canal I y disparo de canal I). Pulsada: funcionamiento en canal II y disparo de canal II
- 28 **DUAL.** Sin pulsar: monocanal. Pulsada: dos canales en conmutación alterna. DUAL y ADD pulsadas: dos canales con conmutación *chopper*.
- 29 **ADD.** Pulsada sólo ADD: suma algebraica. En combinación con INVERT: diferencia.
- 30 **VOLTS/DIV.** Atenuador de entrada para el canal II. Fija el factor de amplificación Y en secuencia 1-2-5 e indica el factor de cálculo (V/div., mV/div)
- 31 **VAR. GAIN.** Ajuste fino de la amplitud Y (canal II). Reduce la amplificación por 2,5, como máximo (tope izquierdo). Calibración en el tope derecho (flecha hacia derecha)
- 32 **Y MAG. X 5.** Aumenta la sensibilidad por el factor 5
- 33 **INV. CH II.** Inversión del canal II. Con la tecla ADD pulsada: presentación algebraica. No operativa en modo XY

- 34 **INPUT CH. II.** Entrada de la se al del canal II. Impedancia de entrada:
1M Ω /25 pF
- 35 **AC-DC-GD.** Conmutador del acoplamiento de la se al de entrada de canal
II
- 36 **Y-POS.II.** Ajuste de la posición vertical del haz para el canal II. Desactivado
en posición XY

y entonces simplificamos hablando del voltaje en el punto A (cuando en realidad es la diferencia de potencial entre el punto A y GD). Los voltajes pueden también medirse de pico a pico (entre el valor máximo y mínimo de la señal). Es muy importante que especifiquemos al realizar una medida qué tipo de voltaje estamos midiendo.

El osciloscopio puede medir el voltaje de forma directa. Otras medidas se pueden realizar a partir de esta por simple cálculo (por ejemplo, la de la intensidad o la potencia). Los cálculos para señales CA pueden ser complicados, pero siempre el primer paso para medir otras magnitudes es empezar por el voltaje.

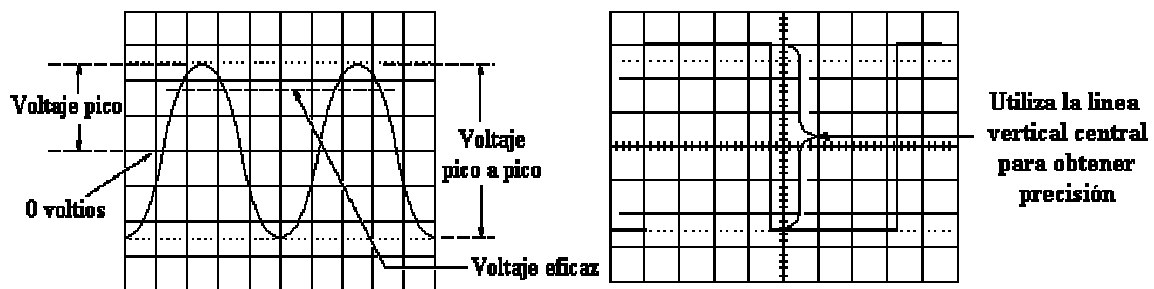


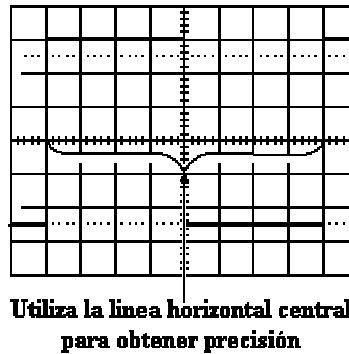
Figura 5.2. Medida de voltajes

En la figura 5.2 se ha señalado el valor de pico V_p , el valor de pico a pico V_{pp} , (normalmente el doble de V_p) y el valor eficaz V_{ef} o V_{RMS} : *root-mean-square*, es decir, la raíz de la media de los valores instantáneos elevados al cuadrado, utilizada para calcular la potencia de la señal CA.

Realizar la medida de voltajes con un osciloscopio es fácil, simplemente se trata de contar el número de divisiones verticales que ocupa la señal en la pantalla. Ajustando la señal con el mando de control horizontal podemos utilizar las subdivisiones de la rejilla para realizar una medida más precisa (recuérdese que una subdivisión equivale generalmente a 1/5 de lo que represente una división completa). Es importante que la señal ocupe el máximo espacio de la pantalla para realizar medidas fiables, para ello actuaremos sobre el conmutador del amplificador vertical.

5.4. Medida de tiempo y frecuencia

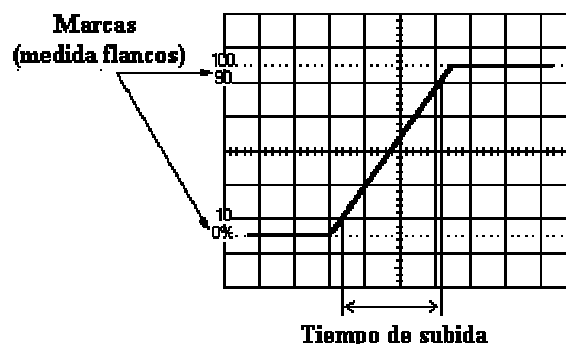
Para realizar medidas de tiempo se utiliza la escala horizontal del osciloscopio, que permite el estudio de periodos, anchura de impulsos y el tiempo de subida y bajada de impulsos

**Figura 5.4.** Medida de tiempos

La frecuencia es una medida indirecta y se realiza calculando la inversa del periodo. Al igual que ocurre con los voltajes, la medida de tiempos será más precisa si el tiempo objeto de medida ocupa la mayor parte de la pantalla, por lo que deberemos actuar sobre el conmutador de la base de tiempos. Si centramos la señal utilizando el mando de control vertical podemos utilizar las subdivisiones para realizar una medida más precisa.

5.4. Medida de tiempos de subida y bajada en los flancos

En muchas aplicaciones es importante conocer los detalles de un pulso, en particular los tiempos de subida o de bajada de éstos. Las medidas interesantes en un pulso son su anchura y los tiempos de subida y bajada.

**Figura 5.5.** Medida del tiempo de subida

El tiempo de subida de un pulso es la transición del nivel bajo al nivel alto de voltaje. Por convenio, se mide el tiempo entre el momento que el pulso alcanza el 10% de la tensión total hasta que llega al 90%. Esto elimina las irregularidades en las bordes del impulso. Esto explica las marcas que se observan en algunos osciloscopios (algunas veces simplemente unas líneas punteadas).

La medida en los pulsos requiere un fino ajuste en los mandos de disparo. Para convertirse en un experto en la captura de pulsos es importante conocer el uso

de los mandos de disparo que posea nuestro osciloscopio. Una vez capturado el pulso, el proceso de medida es el siguiente: se ajusta actuando sobre el conmutador del amplificador vertical y el mando variable asociado hasta que la amplitud pico a pico del pulso coincida con las líneas punteadas (o las señaladas como 0% y 100%). Se mide el intervalo de tiempo que existe entre que el impulso corta a la línea señalada como 10% y el 90%, ajustando el conmutador de la base de tiempos para que dicho tiempo ocupe el máximo de la pantalla del osciloscopio.

5.5. Medida del desfase entre señales

El periodo de una señal se corresponde con una fase de 360° . El desfase indica el ángulo de atraso o adelanto que posee una señal con respecto a otra (tomada como referencia), si poseen ambas el mismo periodo. Ya que el osciloscopio sólo puede medir directamente los tiempos, la medida del desfase será indirecta.

Como curiosidad, decir que uno de los métodos para medir el desfase es utilizar el modo X-Y. Esto implica introducir una señal por el canal vertical (generalmente el I) y la otra por el canal horizontal (el II). (Este método sólo funciona de forma correcta si ambas señales son senoidales). La forma de onda resultante en pantalla se denomina figura de *Lissajous*¹. Se puede deducir la fase entre las dos señales, así como su relación de frecuencias observando la siguiente figura:

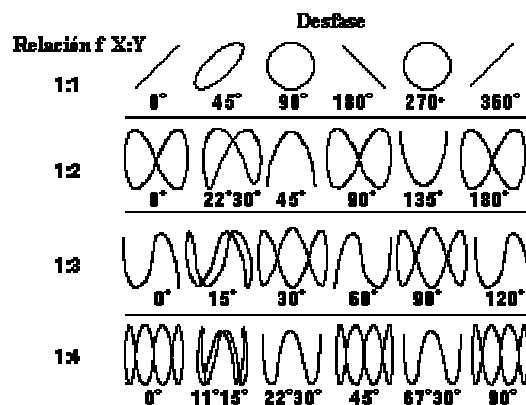


Figura 5.6. Medida del desfase con las curvas de *Lissajous*

¹ Debido al físico francés denominado Jules Antoine Lissajous

tensiones de deflexión, utilizadas por el sistema de presentación para controlar –deflexionar o desviar- al haz de electrónico.

Posición vertical

Este control emplea un potenciómetro que permite mover verticalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee. Cuando se está trabajando con una sola señal, el punto normalmente elegido es el centro de la pantalla. Los dos controles de posición vertical -uno por cada canal, **(21)/(36)**- cambian la situación vertical del haz.

Conmutador voltios/div

Se trata de un conmutador **(24)/(30)**, con un gran número de posiciones, cada una de las cuales representa el factor de escala empleado por el sistema vertical. Por ejemplo, si el mando está en la posición 2 voltios/div significa que cada una de las divisiones verticales de la pantalla (aproximadamente de un 1 cm) representa 2 voltios. Las divisiones más pequeñas representarán una quinta parte de este valor, o sea, 0.4 voltios. La máxima tensión que se puede visualizar con el osciloscopio presentado y con una sonda de 10x será entonces: 10 (factor de división de la sonda) x 20 voltios/div (máxima escala) x 8 divisiones verticales = 1600 voltios.

Mando Variable

Se trata de un potenciómetro, **(25)/(31)**, situado de forma concéntrica al conmutador del amplificador vertical. Puede considerarse como una especie de lupa del sistema vertical y proporciona la posibilidad de variar sin solución de continuidad el factor de escala hasta un máximo de 2.5 veces el valor correspondiente a la posición de dicho selector. Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.

Acoplamiento de la entrada

Se trata de un conmutador de tres posiciones **(22)/(35)**, que conecta eléctricamente la señal exterior con la entrada del osciloscopio, permitiendo controlar cómo se acopla la señal de entrada al canal vertical. El acoplamiento DC deja pasar la señal tal como viene del circuito exterior (es la señal real), el acoplamiento AC bloquea mediante un condensador la componente continua que posea la señal exterior y el acoplamiento GD desconecta la señal de entrada del sistema vertical y lo conecta a masa, permitiéndonos situar el punto de referencia en cualquier parte de la pantalla (generalmente el centro de la pantalla cuando se trabaja con una sola señal)

Inversión

Es un conmutador de dos posiciones **(33)** en forma de botón que permite en una de sus posiciones invertir la señal de entrada de los canales.

Modo simple / dual

Es un control constituido por un conmutador de dos posiciones **(28)**. Si no está pulsado estaremos en modo *simple* y visualizaremos un solo canal -cuál, dependerá del estado del conmutador CH I/II **(27)** - si lo está, estaremos en modo *dual* pudiéndose ver simultáneamente ambos canales.

Modo alternado / troceado (“chopped”)

Los modos “alternado” y “troceado” se proporcionan para poder contemplar dos señales simultáneamente a cualquier velocidad de barrido.

En modo “alternado” se traza completamente la señal del canal I y después la del canal II y así sucesivamente. Se utiliza para señales de media y alta frecuencia (generalmente cuando el mando TIMEBASE está situado en una escala de 0.5 ms o inferior)

En el modo “troceado” **(28)+(29)**, el osciloscopio traza una pequeña parte del canal I, después otra pequeña parte del canal II, hasta completar un trazado completo y empezar de nuevo. Se utiliza para señales de baja frecuencia (con el mando TIME/DIV en posición de 1 ms o superior)

Es un conmutador de dos posiciones, en forma de botón, que permite, cuando nos encontramos en modo DUAL, seleccionar el modo de trazado de las señales en pantalla.

4.3. El sistema horizontal

El sistema horizontal genera las tensiones deflectoras que desplazan horizontalmente el haz electrónico. Contiene un generador de barrido, que produce una forma de onda en diente de sierra. La porción ascendente se denomina *traza o rampa*; la descendente *retraza* y el tiempo que transcurre entre rampa y rampa, *tiempo de retención*.

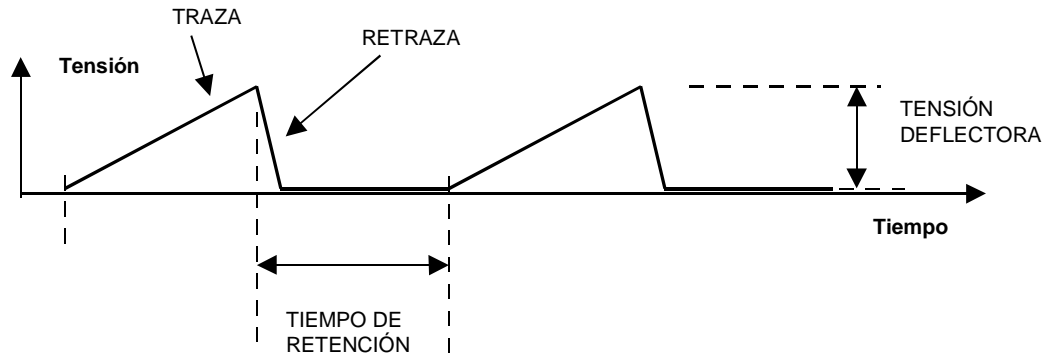


Figura 4.1. Tensión de barrido en diente de sierra

Al ser la pendiente de subida constante, la tensión crece proporcionalmente al tiempo, produciéndose un campo eléctrico entre las placas X que crece linealmente y que desvía el haz de electrones, haciéndole cruzar la pantalla con velocidad constante.

El generador de barrido es definido a veces como *base de tiempos*, ya que está calibrado y permite escoger las unidades de tiempo.

Velocidad de barrido

El selector de segundos/división **(12)** permite determinar la velocidad a la que se efectúa el barrido en la pantalla. Se trata de un conmutador con un gran número de posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema de barrido horizontal. Por ejemplo, si el mando está en la posición 1 ms/div significa que cada una de las divisiones horizontales de la pantalla (aproximadamente de un 1 cm) representa 1 milisegundo. Las divisiones más pequeñas representaran una quinta parte de este valor, o sea, 200 μ s.

El osciloscopio puede visualizar un máximo de 2 s en pantalla (200 ms x 10 divisiones) y un mínimo de 100 ns por división, si empleamos la amplificación (0.5 μ s / 5)

SEC/DIV variable

Además de elegir las velocidades calibradas, se puede cambiar a cualquier velocidad de barrido, girando el control rojo VAR **(13)** situado en el centro del selector de SEC/DIV en sentido antihorario. Este control disminuye la velocidad de barrido en una proporción de 2.5:1 por lo menos, con lo que la velocidad más baja disponible es de 0.5 segundos x 2.5, o sea, 1.25 s.

Se trata de un potenciometro situado de forma concéntrica al conmutador de la base de tiempos y podemos considerarlo como una especie de lupa del sistema horizontal. Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.

Posición horizontal

Este control consta de un potenciometro **(6)** que permite mover horizontalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee. Cuando se está trabajando con una sola señal, el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla.

Amplificación

Un pequeño conmutador en forma de botón **(18)** permite amplificar la señal en horizontal por un factor constante (normalmente $\times 5$ o $\times 10$). Se utiliza para visualizar señales de muy alta frecuencia (cuando el conmutador TIME/DIV no permite hacerlo). Hay que tenerlo en cuenta a la hora de realizar cálculos (habrá que dividir la medida realizada en pantalla por el factor indicado).

Sistema horizontal: XY

Este control consta de un pequeño conmutador **(5)** en forma de botón que permite desconectar el sistema de barrido interno del osciloscopio, haciendo estas funciones uno de los canales verticales (generalmente el canal II)².

ATENCIÓN: Sin barrido hay peligro de quemar la pantalla

4.4. Sistema de disparo

Así como los sistemas horizontal y vertical del osciloscopio definen *cómo* se traza la gráfica, el sistema de disparo determina *cuándo*.

Saber cuándo tiene que representarse la señal es importante por varios motivos:

- Una de las razones por las que se utiliza el osciloscopio es para obtener información relacionada con los tiempos.
- Cada una de las trazas ha de iniciarse en el mismo momento

² Esto permitirá visualizar curvas de respuesta o las famosas figuras de Lissajous, útiles tanto para la medida de fase como de frecuencia.

Si no hubiera sincronización entre la señal que se quiere representar y el barrido, sería imposible adaptar exactamente el ritmo de repetición de la señal a la base de tiempos. La trayectoria resultante tendería a desplazarse a lo largo de la pantalla y sería difícil observarla.

Para resolver esta dificultad, en un determinado instante de la señal, un circuito de sincronización genera un impulso que hace activar el circuito de base de tiempos, momento en el que da comienzo el barrido. Al final de ese barrido el circuito de sincronización queda dispuesto para producir un nuevo impulso. Como la base de tiempos se dispara en el mismo punto a cada repetición de la señal, el trazado resulta estable y no se produce ningún desplazamiento.

Pendiente y nivel

Los controles de pendiente y nivel definen el punto en el que se produce el disparo.

El control + - **(11)** corresponde a la pendiente de la señal y determina si dicho punto se encuentra en el flanco descendente o en el ascendente de la señal sincronizadora. Este control consta de un conmutador en forma de botón que permite invertir el sentido del disparo. Si está sin pulsar la señal se dispara subiendo (flanco positivo +) y si lo pulsamos se disparará bajando (flanco negativo -) Es conveniente disparar la señal en el flanco de transición más rápida.

El control LEVEL **(17)** fija, sobre dicha pendiente, el punto exacto en el que se genera el disparo. Se trata de un potenciómetro que permite en el modo de disparo manual, ajustar el nivel de señal a partir del cual, el sistema de barrido empieza a actuar. Este ajuste no es operativo en modo de disparo automático.

Modos de operación de disparo

Se puede optar entre manual y automático, actuando sobre un conmutador de dos posiciones **(16)**. En modo automático³, un disparo inicia el barrido. Una vez terminado el barrido, se acaba el periodo de retención. En este momento arranca un temporizador. Si antes de que éste acabe no se encuentra otro disparo, se genera en cualquier caso un disparo que hace que aparezca la línea base brillante aunque no haya ninguna forma de onda en el canal.

En modo de disparo normal se puede manejar una gama más amplia de señales y no permite la aparición de una traza en la pantalla si no existe disparo.

³ Llamado también de *línea base brillante*

Acoplamiento

Debido a las muy diferentes señales que se pueden presentar en circuitos eléctricos y electrónicos, el osciloscopio presenta un conmutador **(10)** con el que se puede conseguir un disparo estable de la señal en diferentes situaciones. La gama de frecuencias o tipos de señales que abarca cada posición del conmutador depende del tipo de osciloscopio:

- AC=10Hz-10MHz;
- DC= 0-10 MHz;
- HF=1,5 kHz-40 MHz;
- LF= 0-1kHz;
- ~ = Disparo con frecuencia de red

Exterior

En situación normal se permite al osciloscopio disparar internamente la señal de entrada. Así se sincronizan casi todas las señales periódicas siempre que la altura de la imagen supere un cierto valor (generalmente muy pequeño, del orden de media división). Pero, para algunas señales complicadas, es necesario dispararlas con otra señal procedente del mismo circuito de prueba. Esto puede hacerse introduciendo esta última señal por el conector etiquetado TRIG. INP **(15)** y pulsando también el botón que le acompaña **(14)**.

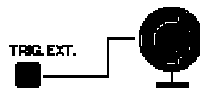


Figura 4.2. Conector para disparo exterior

4.5. Otros

Holdoff

Podría traducirse como *mantener* (hold) *desconectado* (off). Este control **(7)** no está incluido en los osciloscopios de nivel bajo o medio. Se utiliza cuando deseamos sincronizar en la pantalla del osciloscopio señales formadas por trenes de impulsos espaciados en el tiempo. El osciloscopio ha de disparar cuando el primer impulso del que consta el tren alcance el nivel de tensión fijado para el disparo, pero a su vez, que exista una zona de sombra para el disparo que cubra los impulsos siguientes: el osciloscopio no debe dispararse hasta que llegue el primer impulso del siguiente tren. Consta de un mando

asociado al interruptor. Éste ltimo pone en funcionamiento el sistema holdoff y el mando variable ajusta el tiempo de sombra para el disparo.

Línea de retardo

Tampoco es habitual encontrar dicho mando en los osciloscopios de gama media o baja. Sin embargo, cuando deseamos amplificar un detalle que no se encuentra cercano al momento del disparo, necesitamos de alguna manera retardar este ltimo un determinado tiempo, de forma que, con el mando de la base de tiempos, poderlo amplificar. Esto es precisamente lo que realiza este mando.

Consta de un conmutador de varias posiciones que nos proporciona el tiempo que el osciloscopio retarda la presentación desde el momento que la señal se dispara. Este tiempo puede variar, dependiendo del osciloscopio, desde algunas fracciones de μs a algunos centenares de ms . Posee también, y generalmente concéntrico con el anterior, un mando variable para ajustar de forma más precisa el tiempo. Y por ltimo, un conmutador que en una posición etiquetada como *search* indica al osciloscopio que busque el punto a partir del cual deseamos que se presente la señal y otra posición etiquetada como *delay* que fija la anterior posición y permite el uso de la base de tiempos para amplificar el detalle deseado.

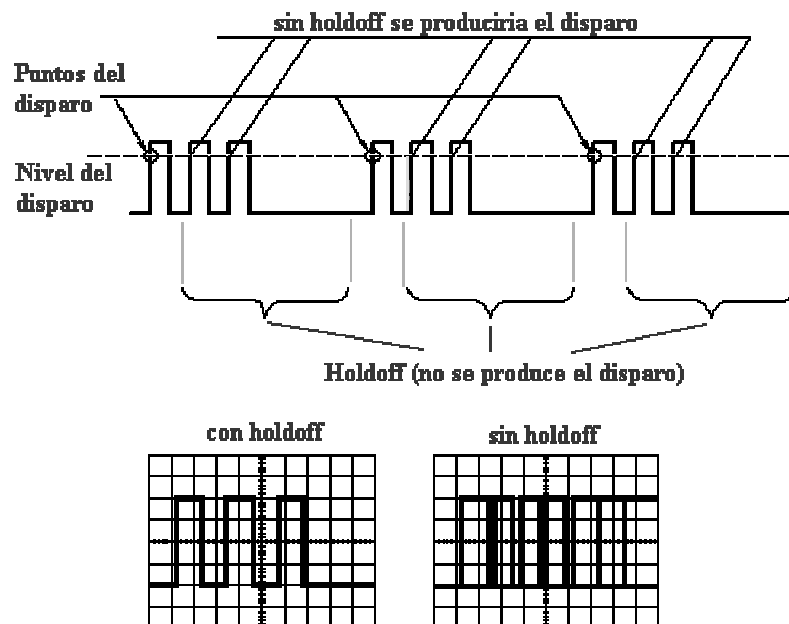


Figura 4.3. Funcionamiento del control *Hold-off*

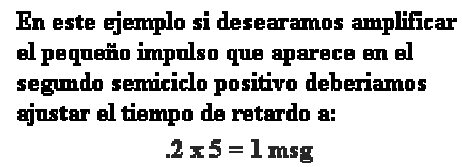


Figura 4.4. L nea de retardo

Figura 3.1. Correa de conexión a tierra

3.2. Ajuste inicial de los controles

Una vez conectado el osciloscopio a la toma de red es obviamente necesario alimentarlo pulsando el interruptor de encendido **(1)**:



Figura 3.2. Interruptor de encendido

Todos los osciloscopios disponen de tres secciones básicas que llamaremos: *vertical*, *horizontal*, y *de disparo*, si bien dependiendo del tipo de osciloscopio empleado en particular, podemos disponer de otras secciones. Asimismo, todos poseen unos conectores BNC, donde se colocan las sondas de medida:



Figura 3.3. Conectores para las sondas de medida

La mayoría de los osciloscopios disponen de dos canales etiquetados normalmente como I y II (o A y B), con los que se puede comparar señales de forma muy cómoda.

Algunos osciloscopios avanzados poseen un interruptor (normalmente etiquetado como AUTOSET o PRESET) con el que, con un solo paso se logra ajustar perfectamente la señal a la pantalla. Si el osciloscopio a utilizar no posee esta característica, es importante ajustar los diferentes controles del aparato a su posición estándar antes de proceder a medir.

Estos son los pasos más recomendables:

- Ajustar el osciloscopio para visualizar el canal I empleando el selector de canal **(27)** (al mismo tiempo se colocará como canal de disparo el I).



Figura 3.4. Selección de canal

- Ajustar a una posición intermedia la escala voltios/división del canal I **(24)**



(por ejemplo 1v/cm).

Figura 3.5. Selección de la escala de voltios/división

- Colocar en posición calibrada el mando variable de voltios/división **(25)**
- Desactivar cualquier tipo de multiplicadores verticales.
- Colocar el conmutador de entrada para el canal I **(22)** en acoplamiento DC.



Figura 3.6. Conmutador de entrada en acoplamiento DC

- Colocar el modo de disparo en automático **(16)**



Figura 3.7. Conmutador de disparo automático

- Desactivar el disparo retardado al mínimo o desactivado.
- Situar el control de intensidad **(2)** al mínimo que permita apreciar el trazo en la pantalla, y el trazo de *focus* **(3)** ajustado para una visualización lo más nítida posible (generalmente los mandos quedaran con la señalización cercana a la posición vertical).



Figura 3.8. Controles de intensidad y enfoque

3.3. Sondas de medida

Una vez realizadas las indicaciones anteriores, ya se puede conectar la sonda de medida al conector de entrada de los canales: **(23)/(34)**. Es muy importante utilizar la apropiada para trabajar con el osciloscopio, puesto que una sonda no es, ni mucho menos, un cable con una pinza, sino un conector específicamente diseñado para evitar ruidos que puedan perturbar la medida.

Aunque el circuito en pruebas y el osciloscopio podrían conectarse mediante un simple cable, esta conexión, la más sencilla de todas, produciría un efecto

indeseable en el circuito: el cable actuar a de antena y captar a señales parásitas (de la red de alimentación, de las líneas telefónicas, de estaciones de radio y TV). Estas señales no deseadas se presentan en la pantalla acompañando a la señal de interés. La utilización de una sonda en vez de un cable desnudo reduce al mínimo las señales parásitas¹.

Para casi todas las aplicaciones se deben de utilizar las sondas proporcionadas por el osciloscopio. Generalmente serán sondas de atenuación. Para que la sonda pueda reproducir fielmente la señal en el osciloscopio, deber ser además ajustable.

Generalmente las sondas pueden clasificarse, por su función, en dos tipos: *sensores de tensión* y *sensores de corriente*. Además, las de tensión pueden dividirse en *activas* y *pasivas*.

Sondas pasivas

Este tipo de sonda se proporciona generalmente con el osciloscopio y es una excelente sonda de utilización general.

- Es una sonda *atenuadora*. Su diseño reduce mucho la carga, ya que en lugar de cargar el circuito con la capacidad de la punta de la sonda, más la del cable, más la de la propia entrada al osciloscopio, la mayoría de las sondas pasivas están marcadas con un factor de atenuación², normalmente 10x ó 100x. La sonda más utilizada posiblemente sea la 10x. Por tanto, introduce una capacidad 10 veces inferior, de tan sólo 10 a 14 pF. El precio que hay que pagar es una reducción de 10% en la amplitud de la señal, por la atenuación.
- Estas sondas son *ajustables*, para poder compensar las variaciones de capacidad en la entrada del osciloscopio. Éste dispone en el panel frontal de una señal de referencia para la compensación. Este proceso se denomina *compensación de la sonda*. Cuando se utilicen este tipo de sondas hay que asegurarse de la posición de este conmutador antes de realizar una medida.

¹Cuando se conecta una sonda al circuito se produce un efecto, relacionado con la *carga del circuito*, que modifica la medición de la señal. La carga del circuito, en general, tiene carácter resistivo, capacitivo e inductivo. Para las señales de frecuencia inferior a 5 KHz, la componente más importante de la carga es resistiva. En este caso, para impedir que la carga del circuito sea significativa, todo lo que hace falta es una sonda cuya resistencia sea por lo menos de dos órdenes de magnitud superior a la impedancia del circuito (sondas de 100 MΩ para fuentes de 1 MΩ por ejemplo). Cuando se realicen mediciones en circuitos que contengan señales de alta frecuencia, serán importantes las reactancias inductiva y capacitiva. No se puede evitar la introducción de una capacidad cuando se efectúen las conexiones, pero sí se puede impedir que sea superior a la necesaria.

² Por convenio, los factores de atenuación aparecen con el signo X detrás del factor de división. En contraste los factores de amplificación aparecen con el signo x delante (x10 ó x100)

- Su utilización se extiende a partir de frecuencias superiores a 5 kHz y con niveles de señal superiores a 10 mV. La sonda 1x es similar a la anterior pero introduce más carga en el circuito de prueba, pero puede medir señales con menor nivel. Por comodidad de uso se han introducido sondas especiales con un conmutador que permite una utilización 1x 10x.

Sondas activas

Proporcionan una amplificación antes de aplicar la señal a la entrada del osciloscopio. Pueden ser necesarias en circuitos con una cargabilidad de salida muy baja. Este tipo de sondas necesitan para operar una fuente de alimentación.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
PASIVA, 1x Sensora de Tensión	<ul style="list-style-type: none"> • No reduce la señal, lo que permite que la sensibilidad de la punta de la sonda sea máxima. • Anchuras de banda limitadas: 4-34 Hz. • Alta capacidad: 32-112 pF. • Pueden manejar señales de 500 V
PASIVA, ATENUADORA 10x, 100x, 1000x Sensora de Tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Atenúan las señales • Anchuras de banda limitadas de hasta 300MHz • Capacidad ajustable • Pueden manejar señales de 500 V (10X), 1.5 kV (100X), 20 kV (1000X)
ACTIVAS, FET Sensora de Tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Atenuación seleccionable • Capacidad muy baja, de 1.5 pF • Más caras y menos resistentes que las de los otros tipos • Margen dinámico limitado, pero con anchuras de banda de hasta 900 MHz • Mínima carga para el circuito
Sensora de Corriente	<ul style="list-style-type: none"> • Miden corrientes comprendidas entre 1mA y 1000^a., entre cc y 50MHz • Mínima carga del circuito
Alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden manejar señales de hasta 40 kV

Tabla 3.1. Tipos de sondas y sus características

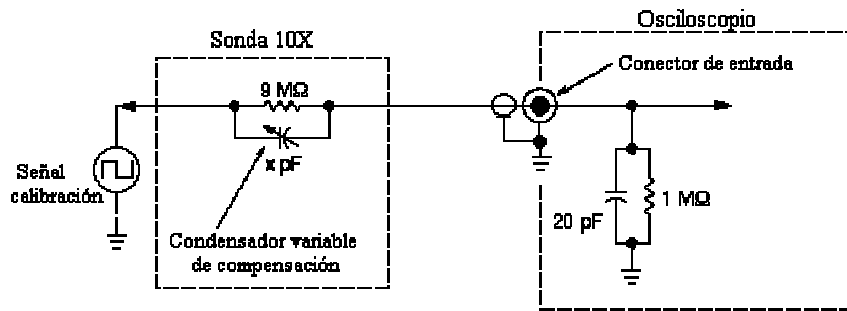


Figura 3.9. Esquema de una sonda de medida

Sondas de corriente

Posibilitan la medida directa de las corrientes en un circuito. Las hay para medida de corriente alterna y continua. Poseen una pinza capaz de abarcar el cable del que se desea conocer la corriente. Al no situarse en serie con el circuito causan muy poca interferencia en I.

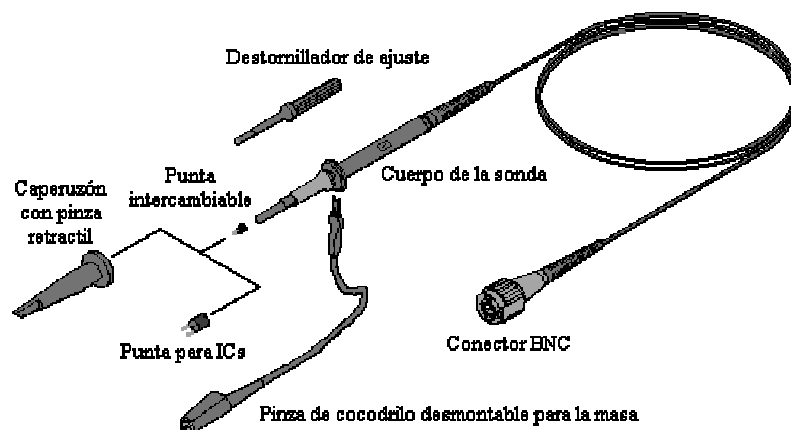


Figura 3.10. Componentes de la sonda

3.4. Compensación de la sonda

Como se comentó anteriormente, antes de utilizar una sonda atenuadora 10X es necesario realizar un ajuste en frecuencia el osciloscopio. La compensación de la sonda consta de los siguientes pasos:

- Conectar la sonda a la entrada del canal I **(23)**
- Conectar la punta de la sonda al punto de señal de compensación (La mayoría de los osciloscopios disponen de una toma para ajustar las sondas



(19), en caso contrario ser necesario utilizar un generador de onda cuadrada).

Figura 3.11. Toma para el ajuste de la sonda DC

- Conectar la pinza de cocodrilo de la sonda a masa.
- Observar la señal cuadrada de referencia en la pantalla.
- Con el destornillador de ajuste, actuar sobre el condensador de ajuste hasta observar una señal cuadrada perfecta.

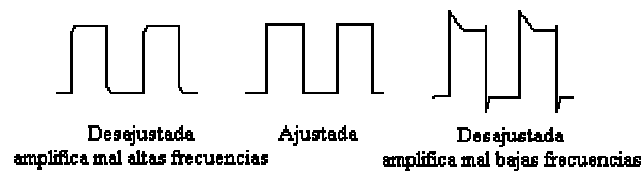


Figura 3.12. Desajuste de la señal

Ondas senoidales

Son fundamentales por dos razones:

1. Por poseer propiedades matemáticas muy interesantes, ya que una forma de onda periódica no senoidal puede descomponerse en combinaciones de señales senoidales de diferente amplitud y frecuencia. Además, la derivada de una señal senoidal es otra señal senoidal de la misma frecuencia.
2. Son señales muy frecuentes: por ejemplo, las tensiones y corrientes correspondientes al suministro eléctrico o las señales de test producidas por los circuitos osciladores son senoidales.

La señal *senoidal amortiguada* es un caso especial de este tipo de ondas y se encuentra en fenómenos físicos donde se tienen oscilaciones que no se mantienen en el tiempo.

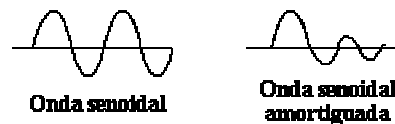


Figura 2.1. Señales senoidales

Ondas cuadradas y rectangulares

Las ondas cuadradas son básicamente ondas que pasan de un estado a otro de tensión, a intervalos regulares, en un tiempo muy reducido. La televisión, la radio y los ordenadores utilizan mucho este tipo de señales, fundamentalmente como relojes y temporizadores.

Las ondas rectangulares se diferencian de las cuadradas en no tener iguales los intervalos en los que la tensión permanece en nivel alto y bajo. Son particularmente importantes para analizar circuitos digitales.

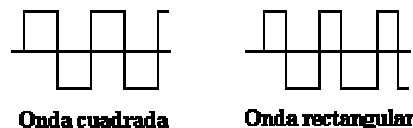


Figura 2.2. Señales cuadrada y rectangular

Ondas triangulares y en diente de sierra

Se producen en circuitos diseñados para controlar voltajes linealmente. Por ejemplo, el barrido horizontal de un osciloscopio analógico o el barrido tanto horizontal como vertical de una televisión. Las transiciones entre el nivel mínimo y máximo de la señal cambian a un ritmo constante. Estas transiciones se denominan *rampas*.

La onda en diente de sierra es un caso especial de señal triangular con una rampa descendente de mucha más pendiente que la rampa ascendente.

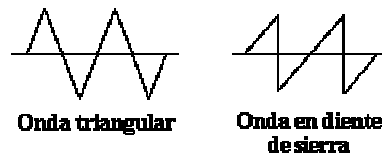


Figura 2.3. Señales triangular y en diente de sierra

Pulsos y flancos o escalones

Las señales, como los flancos y los pulsos, que sólo se presentan una vez, se denominan *señales transitorias*. Un flanco o escalón indica un cambio repentino en el voltaje, por ejemplo cuando se conecta un interruptor de alimentación. El pulso indicaría, en este mismo ejemplo, que se ha conectado el interruptor y en un determinado tiempo se ha desconectado.

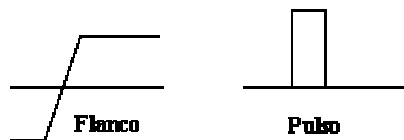


Figura 2.4. Flanco y pulso

Generalmente el pulso representa un bit de información de un circuito de un ordenador digital o también un pequeño defecto en un circuito (por ejemplo un falso contacto momentáneo). Es común encontrar señales de este tipo en ordenadores, equipos de rayos X y de comunicaciones.

2.3. Medidas en las formas de onda

En esta sección se describirán los parámetros y magnitudes más corrientes que sirven para definir una forma de onda.

Periodo y Frecuencia

Si una señal se repite en el tiempo, posee una *frecuencia* (f). La frecuencia se mide en Hercios (Hz) y es igual al número de veces que la señal se repite en un segundo, es decir, 1Hz equivale a 1 ciclo por segundo.

Una señal repetitiva también posee otro parámetro: el *periodo*, que se define como el tiempo que tarda la señal en completar un ciclo. Periodo y frecuencia son recíprocos el uno del otro:

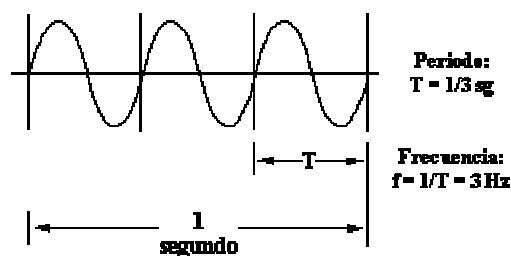


Figura 2.5. Periodo y frecuencia de una señal

Voltaje

El *voltaje* es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Normalmente uno de esos puntos suele ser masa (GD, 0v), aunque no siempre.

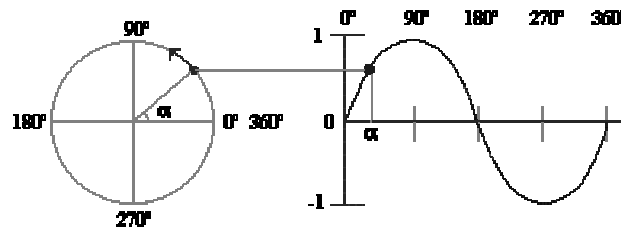
Se entiende por *voltaje pico a pico* de una señal (V_{pp}) la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de ésta.

La palabra *amplitud* significa generalmente la diferencia entre el valor máximo de una señal y su referencia.

Fase

El término *fase* (α) puede entenderse fácilmente si se considera una forma de onda senoidal, ya que ésta se puede extraer de la circulación de un punto sobre una circunferencia desde 0° hasta 360° , tal y como se representa en la figura. Un ciclo de la señal senoidal abarca los 360° .

Figura 2.6. Fase y amplitud de una señal



Cuando se comparan dos señales senoidales de la misma frecuencia puede ocurrir que ambas no estén en fase, o sea, que no coincidan en el tiempo los pasos por puntos equivalentes de ambas señales. En este caso se dice que ambas señales están desfasadas, pudiéndose medir el desfase (ϕ°) con una simple fórmula:

$$\phi = (t/T) \cdot 360$$

Siendo t el tiempo de retraso entre una señal y otra.

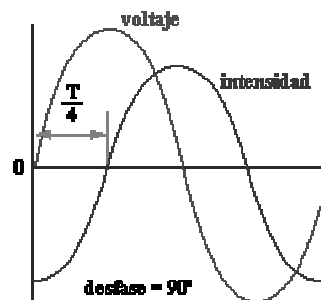


Figura 2.7. Desfase de una señal

2.4. ¿Qué parámetros influyen en la calidad de un osciloscopio

Los términos definidos en esta sección nos permitirán comparar diferentes modelos de osciloscopio disponibles en el mercado.

Ancho de Banda

Especifica el rango de frecuencias en las que el osciloscopio puede medir con precisión. Por convenio, el ancho de banda se calcula desde 0Hz (continua) hasta la frecuencia a la cual una señal de tipo senoidal se visualiza a un 70.7% del valor aplicado a la entrada (lo que corresponde a una atenuación de 3dB).

Tiempo de subida

Es otro de los parámetros que nos dará, junto con el anterior, la máxima frecuencia de utilización del osciloscopio. Es un parámetro muy importante si se desea medir con fiabilidad pulsos y flancos (recuérdese que este tipo de

seales poseen transiciones entre niveles de tensión muy rápidas). Un osciloscopio no puede visualizar pulsos con tiempos de subida más rápidos que el suyo propio.

Sensibilidad vertical

Indica la facilidad del osciloscopio para amplificar seales débiles. Se suele proporcionar en mV por división vertical, normalmente es del orden de 5 mV/div (llegando hasta 2 mV/div).

Velocidad

Para osciloscopios analógicos esta especificación indica la velocidad máxima del barrido horizontal, lo que nos permitirá observar sucesos más rápidos. Suele ser del orden de nanosegundos por división horizontal.

Exactitud en la ganancia

Indica la precisión con la que el sistema vertical del osciloscopio amplifica o atenúa la se al. Se proporciona normalmente en porcentaje máximo de error.

Exactitud de la base de tiempos

Indica la precisión en la base de tiempos del sistema horizontal para visualizar el tiempo. También se suele dar en porcentaje de error máximo.

Velocidad de muestreo

En los osciloscopios digitales indica cuántas muestras por segundo es capaz de tomar el sistema de adquisición de datos (específicamente el conversor A/D). En los osciloscopios de calidad se llega a velocidades de muestreo de Megamuestras/sg. Una velocidad de muestreo grande es importante para poder visualizar pequeños periodos de tiempo. En el otro extremo de la escala, también se necesitan velocidades de muestreo bajas para poder observar seales de variación lenta. Generalmente la velocidad de muestreo cambia al actuar sobre el mando TIMEBASE para mantener constante el número de puntos que se almacenaran para representar la forma de onda.

Resolución vertical

Se mide en bits y es un parámetro que nos da la resolución del conversor A/D del osciloscopio digital. Nos indica con qué precisión se convierten las seales

de entrada en valores digitales almacenados en la memoria. Técnicas de cálculo pueden aumentar la resolución efectiva del osciloscopio.

Longitud del registro

Indica cuántos puntos se memorizan en un registro para la reconstrucción de la forma de onda. Algunos osciloscopios permiten variar, dentro de ciertos límites, este parámetro. La máxima longitud del registro depende del tamaño de la memoria de que disponga el osciloscopio. Una longitud del registro grande permite realizar zooms sobre detalles en la forma de onda de forma muy rápida (los datos ya han sido almacenados), sin embargo esta ventaja es a costa de consumir más tiempo en muestrear la señal completa.

- Medir el desfase entre dos señales.
- Determinar qué parte de la señal es ruido y cómo varía éste en el tiempo.

1.3. ¿Qué tipos de osciloscopios existen?

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: los *analógicos* y los *digitales*. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Asimismo, los osciloscopios también pueden ser analógicos o digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada que, una vez amplificada, desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste, los osciloscopios digitales utilizan previamente un *convertor analógico-digital* (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes:

- Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real.
- Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos, por ejemplo los picos de tensión que se producen aleatoriamente.

1.4. ¿Qué controles posee un osciloscopio típico?

A primera vista, un osciloscopio se parece a una pequeña televisión portátil, aunque con un mayor número de controles y una rejilla que ocupa la pantalla. La siguiente figura representa el cuadro de mandos de un osciloscopio, distribuidos en cinco grupos: control vertical, control horizontal, control de disparo, control de la visualización y conectores.

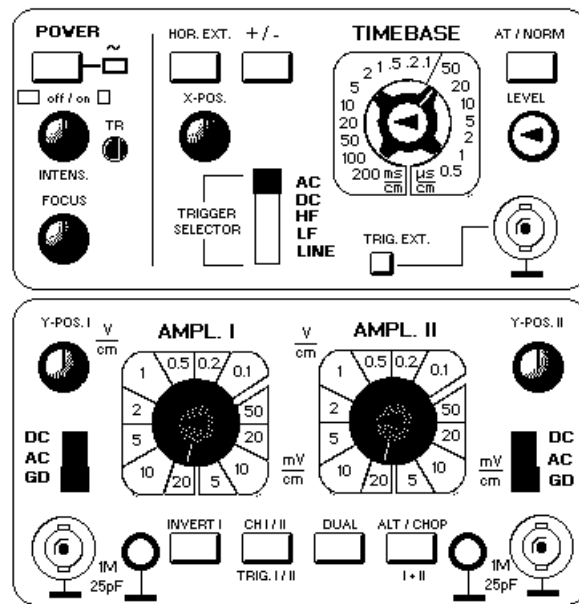


Figura 1.1. Controles del osciloscopio

1.5. ¿Cómo funciona un osciloscopio?

Empezaremos por el analógico, ya que es el más sencillo.

Osciloscopios analógicos

El osciloscopio se sirve de un haz de electrones para representar, en forma de curva dibujada en una pantalla, variaciones de tensión. El osciloscopio está constituido por un tubo de vidrio en el que se ha hecho el vacío y que contiene los siguientes elementos:

- Un sistema productor de electrones, llamado *cañón electrónico*. Éste comprende un cátodo de caldeo, cargado negativamente, del que salen electrones acelerados por un ánodo cargado positivamente. Éstos continúan su recorrido a través de un cilindro polarizado negativamente respecto al cátodo (*cilindro de Wehnelt*) que concentra el haz de electrones y regula el brillo de la mancha luminiscente de la pantalla contra la que chocan finalmente.
- Un doble sistema de *placas de desviación*, horizontales las primeras y verticales las segundas. Al aplicar una tensión variable a las placas verticales, el haz de electrones se desvía en sentido horizontal. De igual forma una tensión aplicada a las placas horizontales desvía el haz verticalmente.

- Una *pantalla luminiscente* en la que se dibujan las curvas que se desea observar y que es perpendicular al eje del tubo. La sustancia luminiscente utilizada (llamada erróneamente *sfórico*) suele ser un ortosilicato de cinc, la *willemita*, cuya fluorescencia es verde.

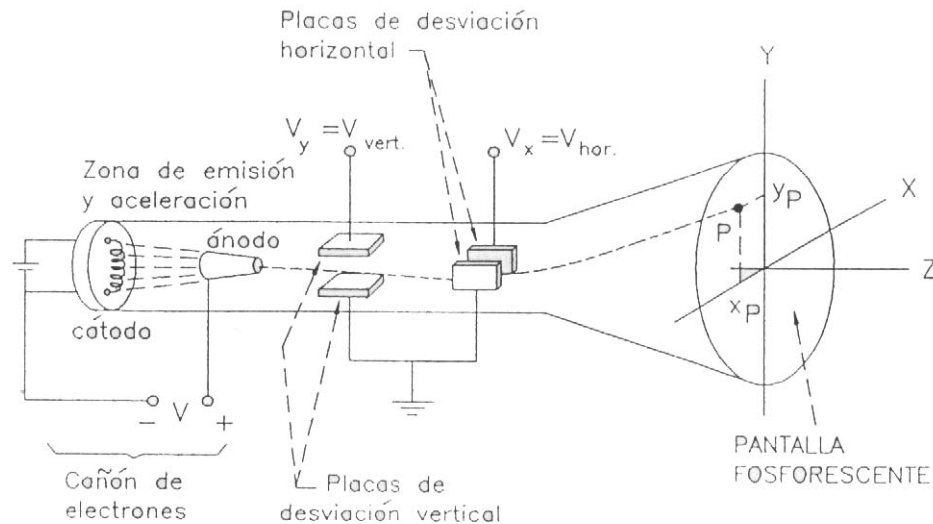


Figura 1.2. Tubo de rayos catódicos

La magnitud que se estudia debe traducirse en una tensión variable que se aplica a las placas de desviación vertical. Al mismo tiempo, mediante un generador incorporado se obtiene una tensión en diente de sierra que se aplica a las placas verticales, a través de un amplificador, de igual periodo que el de las tensiones estudiadas, o múltiplo de las mismas, constituyendo así lo que se llama *base de tiempos*. De este modo, se consigue desviar el rayo horizontalmente a una velocidad constante. La frecuencia del generador en diente de sierra puede variarse, lo que permite desviar el haz de electrones a diferentes velocidades.

Un dispositivo de sincronización permite dar comienzo al barrido en diente de sierra siempre en la misma fase de las señales estudiadas, para lograr un trazo estable y único. Éste dibuja en la pantalla una curva que permite analizar la forma, frecuencia, fase, etc.

Al conectar la sonda al circuito, la señal se dirige a lo que se denomina sección vertical, donde se atenuará o se amplificará, según la posición del mando del amplificador vertical. Seguidamente, atraviesa las placas de deflexión verticales (que naturalmente están en posición horizontal), encargadas de desviar el haz de electrones que proviene del cátodo y que impacta sobre la capa fluorescente del interior de la pantalla. Se desplazará hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (GD) o hacia abajo si es negativa.

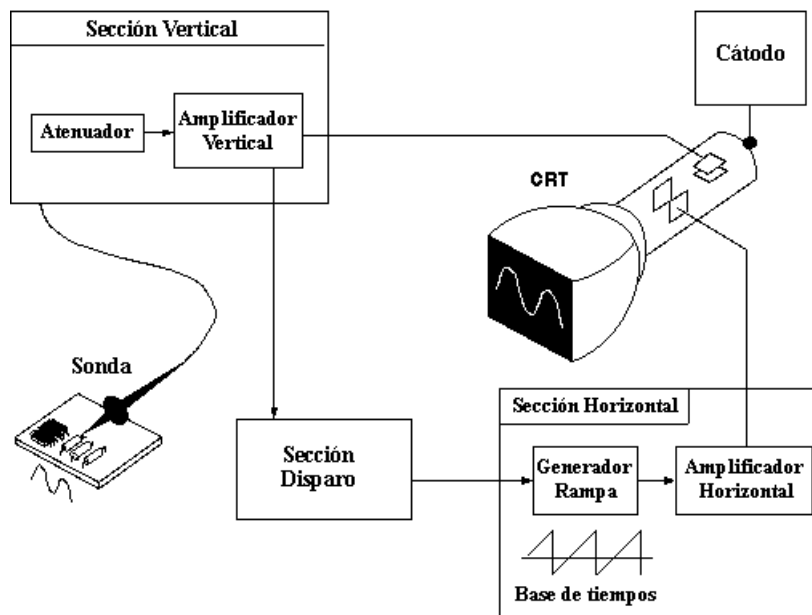


Figura 1.3. Funcionamiento del osciloscopio analógico

La señal también atraviesa la sección de disparo para poder iniciar el barrido horizontal. El *trazado* (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente del diente de sierra a las placas de deflexión horizontal (las que están en posición vertical). El *retrazado* (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma mucho más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra.

De esta forma, la acción combinada del trazado horizontal y de la deflexión vertical hace trazar la gráfica de la señal en la pantalla. La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales repetitivas (se asegura que el trazado comience en el mismo punto de la señal repetitiva).

En resumidas cuentas, para utilizar de forma correcta un osciloscopio analógico necesitamos realizar tres ajustes básicos:

1. *La atenuación* o *amplificación* que necesita la señal. Con el mando VOLTS/DIV **(24)/(31)**, se ajusta la amplitud de la señal antes de que sea aplicada a las placas de deflexión vertical. Conviene que la señal ocupe una parte importante de la pantalla sin llegar a sobrepasar los límites.
2. *La base de tiempos*. Se actúa sobre el mando TIME/DIV **(12)** para ajustar lo que representa en tiempo una división en horizontal de la pantalla. Para señales repetitivas es conveniente que en la pantalla se puedan observar aproximadamente un par de ciclos.
3. *Disparo de la señal*. A esta función corresponden los mandos LEVEL **(17)**; TRIG, **(10)** y TRIG. INP **(15)**.

Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: enfoque: FOCUS **(3)**; intensidad: INTENS **(2)**; posición vertical del haz: Y-POS **(21)/(36)** y la horizontal del haz: X-POS **(6)**.

De todo esto se hablará con detalle en el capítulo 4.

Osciloscopios digitales

Los osciloscopios digitales poseen, además de las secciones explicadas anteriormente, un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar y visualizar la señal.

Cuando se conecta la sonda de un osciloscopio digital a un circuito, la sección vertical ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hacía el osciloscopio analógico.

El convertor analógico-digital del sistema de adquisición de datos muestrea la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de voltaje continua en una serie de valores digitales llamados muestras. En la sección horizontal una señal de reloj determina cuándo el convertor A/D toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.

Los valores digitales muestreados se almacenan en una memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina *registro*. La sección de disparo determina el comienzo

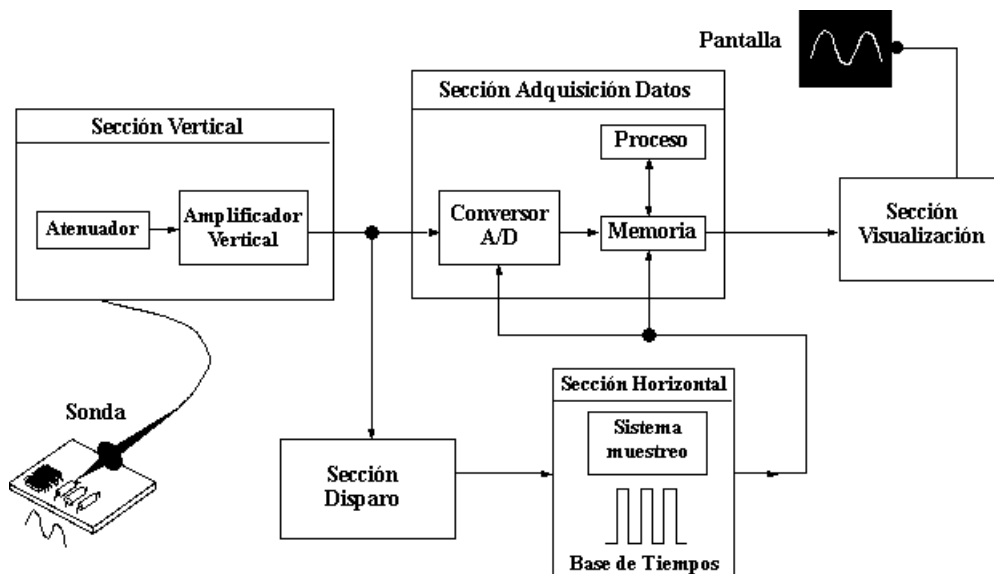


Figura 1.4. Funcionamiento del osciloscopio digital

y el final de los puntos de se al en el registro. La sección de visualización recibe estos puntos del registro, una vez almacenados en la memoria, para presentar en pantalla la se al.

Dependiendo de las capacidades del osciloscopio se pueden tener procesos adicionales sobre los puntos muestreados, incluso se puede disponer de un predisparo, para observar procesos que tengan lugar antes del disparo.

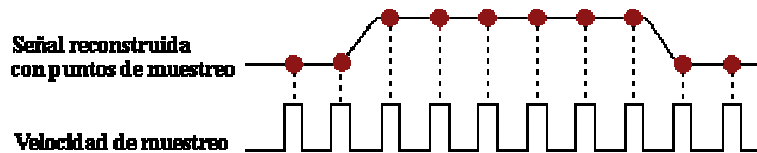


Figura 1.5. Muestreo de la se al

Fundamentalmente, un osciloscopio digital se maneja de una forma similar a uno analógico: para poder tomar las medidas se necesita ajustar el mando VOLTS/DIV, el mando TIME/DIV, así como los mandos que intervienen en el disparo.

1.6. Métodos de muestreo (osciloscopios digitales)

¿Cómo consiguen los osciloscopios digitales reunir los puntos de muestreo? Para señales de lenta variación, pueden perfectamente reunir más puntos de los necesarios para reconstruir posteriormente la señal en la pantalla. No obstante, para señales rápidas (el cómo de rápidas dependerá de la máxima velocidad de muestreo de nuestro aparato) el osciloscopio no puede recoger muestras suficientes y debe recurrir a una de estas dos técnicas:

1. *Interpolación*, es decir, estimar un punto intermedio de la señal basándose en el punto anterior y posterior.
2. *Muestreo en tiempo equivalente*. Si la señal es repetitiva es posible muestrear durante unos cuantos ciclos en diferentes partes de la señal para después reconstruir la señal completa.

Muestreo en tiempo real con interpolación

El método standard de muestreo en los osciloscopios digitales es el muestreo en tiempo real: el osciloscopio reúne los suficientes puntos como para reconstruir la señal. Es el único método válido de muestreo para señales no repetitivas o para la parte transitoria de una señal.

Los osciloscopios utilizan la interpolación para poder visualizar señales que son más rápidas que su velocidad de muestreo. Existen básicamente dos tipos de interpolación:

- *Lineal*: Simplemente conecta los puntos muestreados con líneas.
- *Senoidal*: Conecta los puntos muestreados con curvas según un proceso matemático. De esta forma los puntos intermedios se calculan para rellenar los espacios entre puntos reales de muestreo. Usando este proceso es posible visualizar señales con gran precisión disponiendo de relativamente pocos puntos de muestreo.

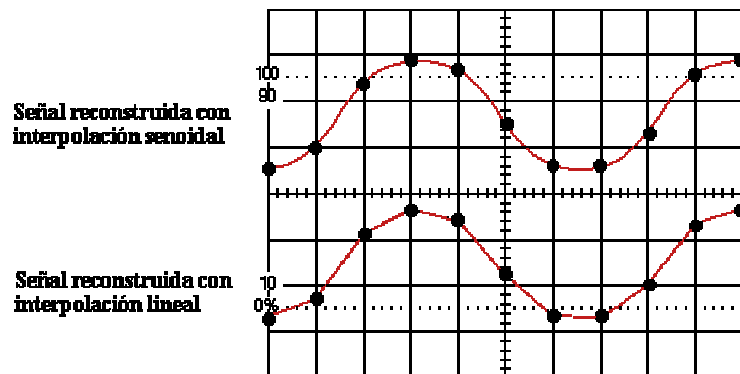


Figura 1.6. Reconstrucción de señales con interpolación

Muestreo en tiempo equivalente

Algunos osciloscopios digitales utilizan este tipo de muestreo. Se trata de reconstruir una señal repetitiva capturando una pequeña parte de la señal en cada ciclo. Existen dos tipos básicos:

1. Muestreo *secuencial*: Los puntos aparecen de izquierda a derecha en secuencia para conformar la señal.
2. Muestreo *aleatorio*: Los puntos aparecen aleatoriamente para formar la señal.

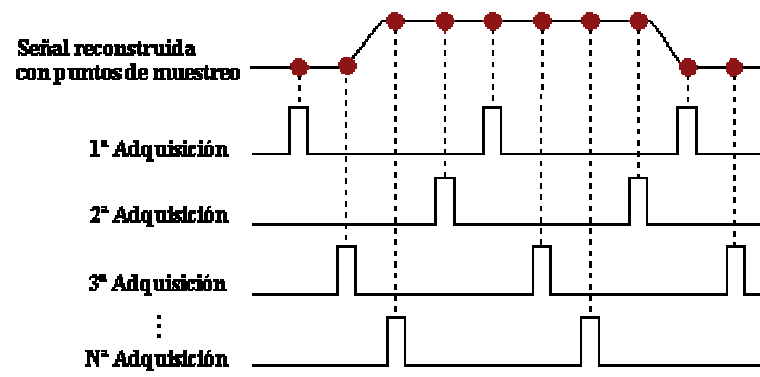


Figura 1.7. Muestreo en tiempo equivalente