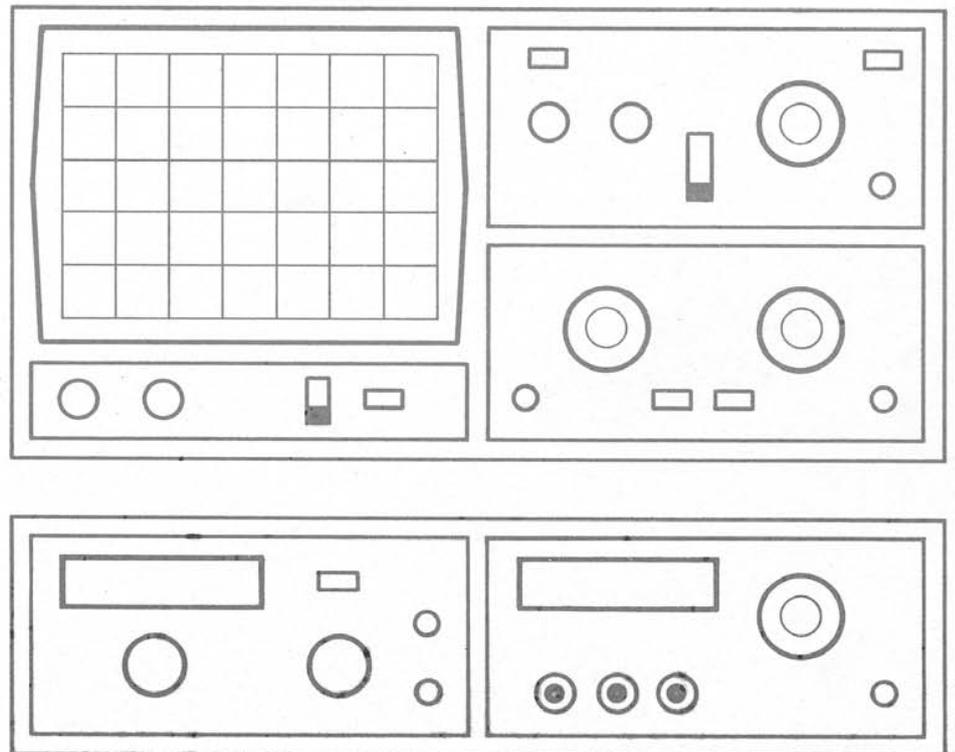


HAMEG

Instruments

MANUAL

**Oscilloscope
HM604-3**



Instrucciones de manejo

Símbolos 4
 Información general 4
 Colocación del aparato 4
 Seguridad 4
 Condiciones de funcionamiento 4
 Garantía 4
 Mantenimiento 5
 Desconexión de seguridad 5
 Tensión de red 5
 Formas de tensión de señal 6
 Magnitud de la tensión de señal 6
 Tensión total de entrada 7
 Periodo de señal 7
 Medición 8
 Conexión de la tensión de señal 9
 Mandos de control 10
 Campo X 10
 Campo Y 10
 Puesta en funcionamiento y ajustes previos 11
 Rotación de la traza TR 11
 Uso y ajuste de las sondas 11
 Ajuste 1kHz 11
 Ajuste 1MHz 11
 Modos de funcionamiento de los amplificadores verticales 12
 Función XY 13
 Comparación de fase con ayuda de las figuras de Lissajous 13
 Medidas de diferencia de fase en modo DUAL (Yt) 13
 Medida de una modulación en amplitud 14
 Disparo y deflexión de tiempo 14
 Disparo automático sobre valores pico 15
 Disparo normal 15
 Dirección del flanco de disparo 15
 Acoplamiento del disparo 15
 TV (Disparo sobre señal de vídeo) 16
 Disparo con impulso de sincronismo de imagen 16
 Disparo con impulso de sincronismo de línea 16
 Disparo de red (~) 16
 Disparo externo 17
 Ajuste del tiempo Hold-off 17
 AUTO SET 20
 SAVE/RECALL 20
 Tester de componentes 21
 Imágenes de verificación de componentes 23
 Generalidades 24

Plan de chequeo

Información general 24
 Control del astigmatismo 24
 Simetría y deriva del amplificador vertical 24
 Calibración del amplificador vertical 24
 Calidad de transmisión del amplificador vertical 24
 Modos de funcionamiento: CH.1/2 DUAL, ADD, CHOP, INVERT y Función XY 25

**Osciloscopio
 HM604-3**

Control del disparo 25
 Deflexión de tiempo 25
 Tiempo de HOLDOFF 26
 Tester de componentes 26
 Corrección de la posición del haz 26

Instrucciones de mantenimiento

Información general 26
 Abrir el aparato 26
 Alimentación 27
 Luminosidad máxima y mínima 27
 Astigmatismo 27
 Umbral de disparo 27
 Búsqueda de anomalías 27
 Recambio de componentes 27
 Calibración 28
 Interfaz RS232-Control a distancia 28
 Ajuste de la velocidad en baudios 28
 Transmisión de datos 28

Mandos del HM604-3

(Descripción abreviada de la carátula) 30
 Instrucciones abreviadas 32

**KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARACION DE CONFORMITE
DECLARACION DE CONFORMIDAD**



HAMEG®
Instruments

Name und Adresse des Herstellers
Manufacturer's name and address
Nom et adresse du fabricant
Nombre y dirección del fabricante

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

HAMEG S.a.r.l.
5, av de la République
F - 94800 Villejuif

Die HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. declare la conformite du produit
Hameg GmbH/ Hameg Sarl declara la conformidad del producto

Bezeichnung / Product name / Designation / Denominación: **Oszilloskop / Oscilloscope / Osciloscopio**

Typ / Type / Type / Modelo: HM604-3

mit / with / avec / con: -

Optionen / Options / Options / Opciones: -

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /
avec les directives suivantes / 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
Directiva EMC 89/336/CEE enmendada por 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 93/68/CEE

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

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
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

EN 50082-2: 1995 / VDE 0839 T82-2
ENV 50140: 1993 / IEC (CEI) 1004-4-3: 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 / VDE 0875 T11: 1992
Gruppe / group / groupe / = **1**, Klasse / Class / Classe / Clase = **B**

Datum / Date / Date / Fecha
14.12.1995

Unterschrift / Signature / Signatur / Firma

Dr. J. Herzog
Technical Manager
Directeur Technique
Director Técnico

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 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 de 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 paro 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.

Diciembre 1995
HAMEG

Datos Técnicos

Amplificador vertical

Modos de funcionamiento: Canal 1 ó 2 indep., Canal 1 y 2 simultáneos (alternado o chop.) (Frecuencia chopper aprox. 0,5MHz)
Suma/resta entre canal 1 y 2, (Inver. en ambos)
Modo XY: a través de canal 1(Y) y canal 2(X)
Margen de frecuencia: 2xCC - 60MHz (-3dB)
Tiempo de subida: <6ns. Sobreimpulso: ≤1%
Coefficientes de deflexión: 12 pos. cal. desde 5mV/div. - 20V/div., secuencia 1-2-5, variable 2,5:1 hasta mín. **50V/div.**
Precisión de las posiciones calibradas: ±3%
Coef. de deflexión: 1mV/div. y 2mV/div. ±5%.(cal.) de 0-10MHz (-3dB).
Impedancia de entrada: 1MΩ || 20pF
Acoplamiento de entrada: DC-AC-GD (masa)
Tensión de entrada: Máx. 400V (CC+pico CA)
Línea de retardo: aprox.: 90ns

Sincronismo

Automático (pico-pico): <20Hz-100MHz(≤5div.)
Normal: **DC-100MHz** (≤0,5div.).
Dirección del flanco de disparo: pos. o neg.
Disparo alternado: Indic. de disparo por Led.
Selector del disparo: Canal 1 / 2, canal 1 altern. canal 2, red, externo
Acoplamientos: **AC** (10Hz - 100 MHz), **DC** (0 - 100MHz), **HF** (1,5kHz-100MHz), **LF** (0 - 1,5kHz)
Disparo externo: ≥0,3V_{pp} de CC hasta 100MHz.
Separador activo de sincron.TV (línea y cuadro)
2º disparo: con ajuste de nivel y selección del flanco.

Amplificador horizontal

Coefficientes de tiempo: 22 pos. cal. desde 0,5seg./div.-50ns/div. con secuencia 1-2-5 variable 2,5: 1 hasta máx. 1,25seg./div.
Exactitud de las posiciones calibradas: ±3% con **extensión X x 10** hasta 5ns/div., ±5%
Retardo (Del.): 300ms - 100ns
Tiempo hold-off: variable hasta aprox. 10:1
Ancho de banda del ampl. X: 0-2,5MHz (-3dB)
Entrada amplificador X por canal 2, (sensibilidad como canal 2).
Diferencia de fase **X-Y:** <3° < 120kHz.

Manejo / Control

Auto Set (ajuste automático de los parámetros)
Save y Recall: 6 mem. para ajustar parámetros
Interfaz **RS232** incorporado
Accesorios (opcional): Mando a distancia (HZ68)

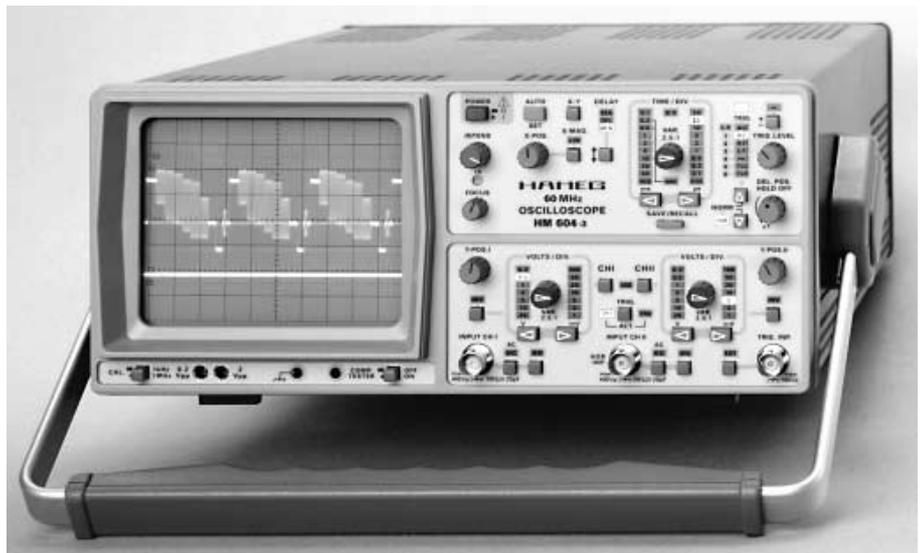
Tester de componentes

Tensión de test: aprox. 8,5V_{ef} (sin carga)
Corriente de test: aprox. 7mA_{ef} (corto-circuito)
Frecuencia de test: aprox. 50Hz
Circuito de prueba conectado a masa con un polo (protección)

Varios

TRC: D14-372GH, rectangular (8x10cm.), retícula interna.
Tensión de aceleración: aprox. 14kV
Nivelación del haz ajustable desde el frontis
Calibrador: Generador de onda cuadrada (ts<4ns) ≈1kHz/1MHz; salida: 0,2V±1% y 2V
Conexión de red: 100-240V~, 50-60Hz
Consumo: aprox. 30W con 50Hz
Temperatura ambiental de trabajo: 0°C...+40°C
Protección: Clase 1 (CEI 1010-1, VDE 0411)

Reservado el derecho de modificación.



HM604-3 Osciloscopio Multifunción de 60MHz con Auto-Set, Save / Recall (6 mem.), Interfaz RS-232 incorporado

Vertical: 2 canales, 1mV-50V/div.; Tester de Comp., Calibr.de 1MHz
Base de tiempos 0,5s-5ns./div.; Retardo con 2º disparo; Disparo alternado
Disparo: DC-100MHz, autom. sobre picos; Sep. activo de sincron. TV.

El nuevo **HM604-3** se corresponde en su funcionamiento esencialmente al **HM304**. Ambos se controlan por microprocesador. Pero su ancho de banda superior de más de **60MHz** le permiten trabajar con márgenes de frecuencia superiores. Adicionalmente incorpora una línea de retardo, mediante la cual se puede visualizar el flanco de disparo de todas las señales.

Su microprocesador realiza automáticamente el ajuste de los mandos a la señal recibida en el modo **AUTO SET**. Después de su pulsación, la señal conectada a la entrada se ajusta en máx. **0,5 segundos** óptimamente. En modo de monocanal la presentación se realiza con una altura de imagen de aprox. 6cm, en dual con 4cm cada una y con un coeficiente de tiempo correspondiente a 3 periodos de señal sobre pantalla. Naturalmente todos los mandos son ajustables manualmente. La indicación de todos los valores y funciones se realiza mediante **LED's**.

Para mediciones y ajustes repetitivos se tiene a disposición **6 memorias**. Estas se pueden llamar y definir tantas veces como se desee y también se pueden utilizar para memorizar ajustes no calibrados. El osciloscopio puede ser direccionado desde un **PC** mediante el puerto de serie **RS232 incorporado**.

A pesar de que el **HM604-3** queda definido como osciloscopio de 60MHz, se pueden visualizar **señales** hasta mínimo **100MHz**. La extraordinariamente buena sincronización de este osciloscopio, permite la presentación de señales a partir de una altura de imagen de 5mm. En combinación con el modo de **DELAY** se posibilita la visualización de recortes de señal con una **ampliación de 1000veces**. Un **segundo disparo** separado con **selección de la dirección del flanco y ajuste de nivel** permite la presentación de porciones asincrónicas de señales. El TRC con 14kV genera tanta luminosidad que permite observar perfectamente componentes muy rápidos de la señal.

El tester de componentes es parte estándar del equipamiento del HM604-3. Mediante el calibrador con señal rectangular de 1kHz/1MHz se puede controlar la calidad de transmisión desde la punta de la sonda hasta la pantalla. El **blindaje completo del TRC** proporciona al aparato una seguridad absoluta contra influencias magnéticas externas y su fuente conmutada le preserva de un calentamiento propio limitando sus pérdidas en sólo 30 vatios. Además facilita su transporte al pesar todo el aparato sólo 5,5kg.

El novedoso concepto de manejo de este osciloscopio es tan fácil que no precisa de tiempo de adaptación por parte del usuario. La técnica implementada y su equipamiento incorporado, preparan ya hoy en día el **HM604-3** para las tareas de mañana.

Accesorios incl.: Cable de red, instrucciones de manejo, 2 sondas 10:1

Instrucciones de manejo

Símbolos

 Atención al manual de instrucciones

 Alta tensión

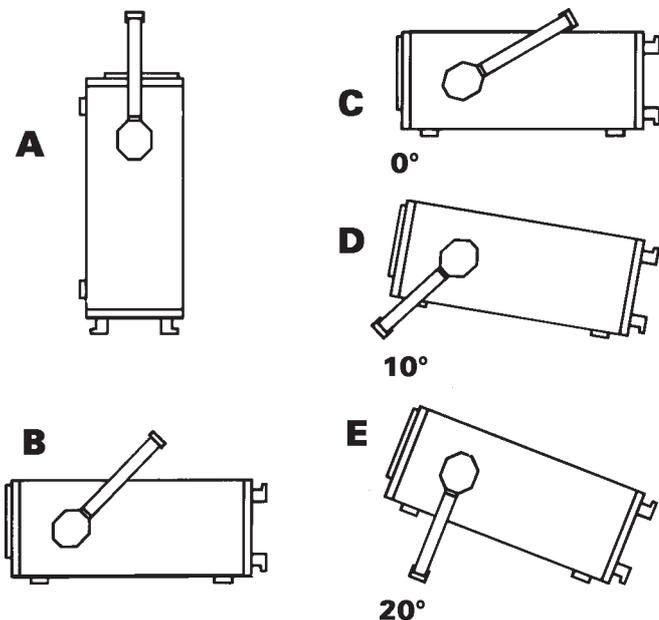
 Masa

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 y al transportista. 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 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 normativa 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 HM604-3 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 inutilizar la conexión del contacto de seguridad.

Como en la mayoría de tubos electrónicos, el tubo de rayos catódicos también produce rayos-g. Pero en este aparato **la dosis iónica es muy inferior al valor permisible de 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

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 a HAMEG (dirección ver tapa trasera del manual). 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 HZ60**, que por un precio asequible ofrece cualidades excelentes para tales tareas.

Se recomienda limpiar de vez en cuando la parte exterior del instrumento 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 bencina para limpieza (éter de petróleo). La pantalla se pueda limpiar con agua o bencina 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, intensidad y tensión. Después de haberse disparado el circuito de protección se desconecta la alimentación y permanece en esta situación. Fuertes caídas de la tensión de red pueden generar esta misma reacción. Una re-conexión del instrumento sólo es posible, si previamente se ha desconectado el aparato mediante el conmutador de red (tecla roja de POWER) durante 10 segundos.

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 desliza 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.

¡Atención!

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 HM604-3 se puede registrar prácticamente cualquier tipo de señal que se repita periódicamente y tenga un espectro de **frecuencia hasta 60MHz** (-3dB).

El amplificador vertical está diseñado de manera, que la calidad de transmisión no queda afectada a causa de una posible sobreoscilación propia.

La presentación de procesos eléctricos sencillos, 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 **25MHz**, que viene dado por la caída de amplificación. Con **40MHz** 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 60 y 75MHz**) el error de medida no se puede definir exactamente. En procesos con formas de onda senoidales, el límite de los -6dB se encuentra incluso en los **100MHz**. La resolución en tiempo no es problemática.

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

La visualización 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. 100MHz aproximadamente y el tiempo de deflexión más corto (5ns/div.) se representa un ciclo completo cada 2 div.

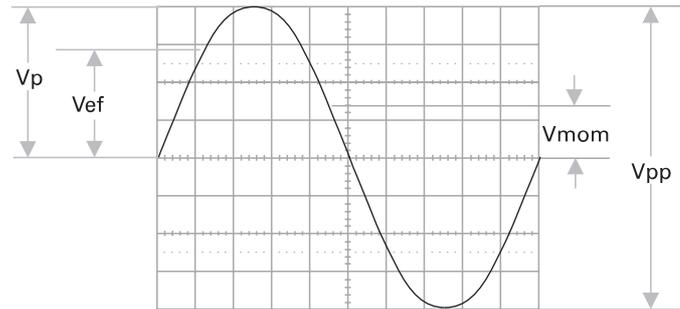
Para el funcionamiento opcional como amplificador de tensión continua o alterna, cada entrada del amplificador vertical viene provista de un conmutador **DC/AC** (DC=corriente continua; AC=corriente alterna). Con acoplamiento de corriente continua **DC** sólo se debe trabajar utilizando una sonda atenuadora 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 alto de tensión continua. De lo contrario, habría que conectar un condensador de valor adecuado 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 1div. de altura es de $1mV_{pp}$ ($\pm 3\%$), manteniendo pulsado el botón 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 visualizar señales 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 ajuste fino del conmutador 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 400Vpp** (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:

$$U = A \cdot H$$

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

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

Sin embargo, los tres valores no se pueden elegir libremente. Trabajando con el HM604-3 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 1mV_{pp} y 160V_{pp} ,
A entre 1mV/div. y 20V/div. con secuencia 1-2-5.

Ejemplos:

Coefficiente de deflexión ajustado
 $A=50\text{mV/div.}$ ó $0,05\text{V/div.}$
 altura de imagen medida $H=4,6\text{div.}$,
tensión resultante $U=0,05 \times 4,6=0,23\text{V}_{pp}$

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

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

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 $\pm 400\text{V}$ (tensión continua más el valor pos. o negativo de la tensión alterna. Tensiones alternas con valor medio de tensión 0, pueden tener 800V_{pp}).

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 $1\text{M}\Omega$ 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 $\geq 40\text{Hz}$ se puede partir de la relación de atenuación de la sonda.

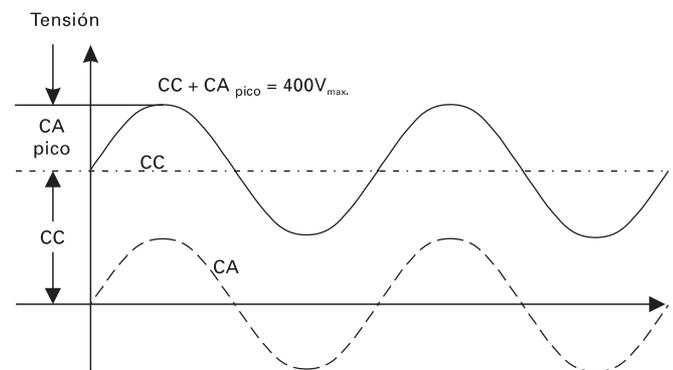
En la posición **GD** se abre el circuito directamente detrás de la entrada Y; por esta razón tampoco no queda activo el divisor de tensión. Esto es naturalmente válido para las tensiones alternas y continuas.

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. HZ 53) es posible medir tensiones de hasta unos 2400V_{pp} .

Sin embargo, este valor disminuye con frecuencias mayores (ver datos técnicos de la HZ53). Utilizando una sonda atenuadora 10:1 convencional se corre el riesgo de que estas tensiones superiores destruyan el trimer 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. $22\text{ a }68\text{nF}$).

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. Algunas sondas conmutables 10:1/1:1 disponen de una posición de referencia.

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).

Periodo de señal

Normalmente todas las señales a registrar son procesos que se repiten periódicamente, llamados también periodos. El número de periodos por segundo es la frecuencia de repetición. Según 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 $\mu\text{s/div.}$ 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). Si se gira el regulador fino hacia la izquierda, se reduce la velocidad de deflexión de tiempo por un factor de 2,5 en su posición tope izquierda y el LED empieza a parpadear. Así se puede ajustar cualquier valor entre el escalado 1-2-5.

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:

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

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

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

Los cuatro coeficientes no se pueden elegir libremente. En el HM604-3 deben permanecer dentro de los siguientes márgenes:

L entre 0,2 y 10div., a ser posible de 4 a 10div.,
T entre 0,01µs y 2s,
F entre 0,5Hz y 30MHz,
Z entre 0,05µs/div. y 0,5s/div. con secuencia 1-2-5 (con la tecla **X-MAG. (x10)** sin pulsar) y **Z** entre 10ns/div. y 50ms/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 = 7·0,1·10⁻⁶ = 0,7µs
 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 = 5div.

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
 $L = 1:(15 \cdot 625 \cdot 10^{-5}) = 6,4\text{div.}$

Longitud de una onda senoidal **L = min. 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:(103 \cdot 0,2 \cdot 10^3) = 5div.

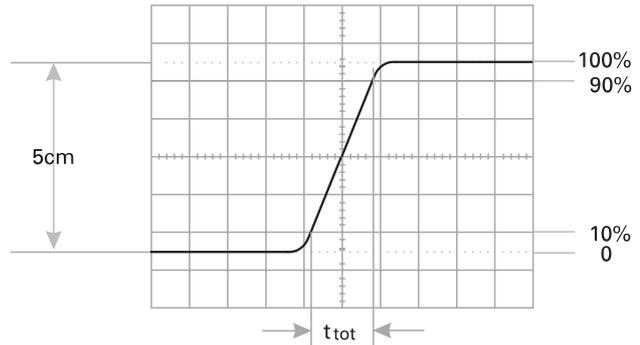
Longitud de una onda de AF: **L = 1div.**,
 coeficiente de tiempo ajustado : **Z = 0,5µs/div.**,
tecla de expansión (x10) pulsada: Z = 50ns/div.
 frecuencia de repetición resultante:
 $F = 1:(1 \cdot 50 \cdot 10^{-9}) = 20\text{MHz}$,
 período de tiempo resultante:
 $T = 1:(20 \cdot 10^6) = 50\text{ns.}$

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 y de bajada 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 y de bajada 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 verticalmente y simétricamente la pendiente de la señal 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 0,05µs/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

$$t_{\text{tot}} = 1,6\text{div.} \times 0,05\mu\text{s/div.} \cdot 10 = 8\text{ns}$$

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:

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

En este caso t_{tot} es el tiempo total de subida medido, t_{osc} el tiempo de subida del osciloscopio (en el HM604-3 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:

$$t = \sqrt{8^2 - 5,8^2 - 2^2} = 5,1\text{ns}$$

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 es más sencillo. 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 **ts (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).

$$t_s = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_s}$$

Conexión de la tensión de señal

¡Cuidado al conectar señales desconocidas a la entrada vertical!

Se recomienda efectuar las medidas siempre, con una sonda antepuesta. Sin sonda atenuadora el conmutador para el acoplamiento de la señal inicialmente siempre debe estar en posición **AC** y los atenuadores de entrada en **20V/div**. Pero también es suficiente efectuar una breve pulsación sobre la tecla de AUTO SET para obtener automáticamente un ajuste adecuado a la señal acoplada. Si el haz desaparece repentinamente, sin haber pulsado la tecla de AUTO SET y 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 grande 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 visualizar se puede conectar a la entrada del amplificador Y directamente a través de un cable de medida blindado (por ejemplo HZ 32/34) 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 coaxial (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 HZ34, HAMEG puede suministrar la resistencia terminal HZ22 de 50Ω. Sobretodo 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 de mayor frecuencia (>100kHz). 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 HZ22 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||12pF con la HZ36/HZ51 y 100MΩ||5pF con la HZ53 con HZ53). 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 lo 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 HZ51 (10:1), HZ52 (10:1HF) y HZ54 (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. HZ60-2, 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 HM604-3. 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 hembra 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, se incluye al final del presente capítulo un plano desplegable del panel frontal del aparato. Este debería permanecer 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, en el campo X se encuentra el interruptor de red (**POWER**) con los símbolos para las posiciones de encendido (**on**) y apagado (**off**) y la luz piloto. Debajo 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. Con excepción de los mandos/teclas del calibrador (1kHz/1MHz), el DEL.POS. y el HOLD OFF y los mandos descritos anteriormente, todos los demás mandos se controlan electrónicamente. A su derecha están los mandos de la base de tiempos (**TIME/DIV**), el disparo, el ajuste de mandos automático (**AUTO SET**) y la memoria para los ajustes de los mandos del aparato (**SAVE/RECALL**). A continuación se describirá detalladamente su manejo.

Campo X (Base de tiempos)

Mediante las teclas que llevan flechas grabadas, en la parte inferior al campo de la base de tiempos TIME/DIV se eligen los coeficientes de tiempo con la secuencia 1-2-5. El coeficiente de tiempo elegido se indica mediante un LED de la escala de **ms** o **µs**. En el margen de los segundos se ilumina adicionalmente el LED rojo **sec.**, el cual queda enlazado con los valores 0,2 y 0,5 sobre la serigrafía con una línea. Una corta pulsación sobre una de las teclas de selección de coeficientes de tiempo permite cambiar al siguiente valor de la secuencia 1-2-5. Oprimiendo la tecla durante un tiempo más prolongado, se realiza la selección de manera más rápida parándose la selección en el valor máximo o mínimo. Mediante la tecla izquierda el coeficiente de tiempo aumenta hasta que se ilumina la indicación de 100ms. La siguiente pulsación de la tecla izquierda conmuta la base de tiempos a 0,2s/div. Los valores intermedios se seleccionan mediante el botón de ajuste fino con denominación **VAR. 2.5:1**. Este queda en su **posición calibrada** cuando está en su **tope derecho**. El giro a la izquierda aumenta el coeficiente de tiempo en como mínimo el factor 2,5. Así se puede obtener cualquier ajuste dentro de los márgenes de 1-2-5. Si se está fuera de los márgenes calibrados parpadea la indicación luminosa de TIME/DIV. Mediante la tecla **X-MAG. x10** se activa o desactiva la magnificación en dirección X. Cuando la magnificación X queda activada se reduce el coeficiente de tiempo por el factor 10 y se ilumina el LED rojo **X-MAG. x10**. El coeficiente de tiempo más pequeño es de 5ns/div.

El botón con la descripción DEL.POS y HOLD OFF tiene función doble. Sin el barrido retardable en funcionamiento (ninguna de las indicaciones de SEA - DEL - DTR se ilumina) se regula el tiempo de HOLD OFF (HOLD OFF = tiempo de espera del trigger entre dos comienzos de diente de sierra seguidos). La tecla bajo las indicaciones de DELAY regula el barrido retardable (DELAY).

El botón X-POS. varía la posición horizontal del trazo. En combinación con la expansión X x10 se puede elegir la

parte ampliada de la presentación de señal.

Al disparo pertenece:

- Teclas **NORM** para la conmutación de disparo normal a disparo automático sobre valores de pico (LED NM se ilumina), para la elección del acoplamiento de disparo, de la memoria de los ajustes del aparato de llamada y escritura.
- Botón **TRIG.LEVEL** para el ajuste del nivel de disparo.
- Tecla \pm para la elección de la pendiente de disparo (**SLOPE**) e indicación LED (-),
- LED **TRIG.** (se ilumina al iniciarse el disparo)
- Indicación de acoplamiento de disparo (**AC,DC,HF,LF,-**)(Disparo de red), **TV-L** (línea) y **TV-F** (TV-imagen), o indicación de número de memoria /S/ R 1 hasta 6).

En el campo X aún se encuentra también la tecla **XY**, con la cual se conmuta de funcionamiento de base de tiempos (Yt) a funcionamiento en XY; entonces sólo se ilumina el LED **XY** del campo TIME/DIV. Debajo del campo de TIME/DIV se encuentra la tecla **SAVE/RECALL** (SAVE= guardar, RECALL= llamar). La tecla de **AUTO SET** pone el aparato en disposición automática de ajuste de parámetros, dependientes de la señal aplicada, presentándose esta de una manera adecuada en pantalla.

Campo Y

Abajo, a la derecha de la pantalla, en la región Y se encuentran las entradas para los amplificadores verticales para el canal 1 (**CH.1** = canal 1) y canal 2 (**CH.2**= canal 2) con sus correspondientes conmutadores de acoplamiento de entrada **DC-AC** y **GD**. Cada pulsación de la tecla AC-DC conmuta al modo de acoplamiento de entrada contrario; en acoplamiento DC se ilumina el LED DC. Mediante la tecla de GD se elige la conexión o desconexión de la entrada. Si el LED de GD se ilumina la entrada está desconectada. Los botones de ajuste de la posición Y (**Y-POS.** = posición vertical del haz) varían la posición vertical de las trazas en ambos canales. Además se pueden invertir ambos canales por separado (inversión de polaridad) pulsando la tecla correspondiente **INVERT** y se ilumina como control el LED **INV**. La sensibilidad de los dos atenuadores de entrada se ajusta con las teclas que se localizan en el borde inferior de los campos de VOLTS/DIV. Estas controlan los atenuadores del osciloscopio y la indicación de los coeficientes de deflexión. Con la tecla izquierda se aumenta el coeficiente (se reduce la sensibilidad); lo contrario sucede si se pulsa la tecla derecha. Los botones con flecha situados entre las escalas de coeficientes de deflexión permiten el enlace entre márgenes y en su tope derecho en posición de calibrado y reducen la sensibilidad por un factor de 2,5 si se giran hacia la izquierda (en posición descalibrada parpadea el LED de coeficiente de deflexión). Así se puede ajustar cualquier sensibilidad (en todo el ancho de banda). Los coeficientes de deflexión más pequeños (1mV/div. y 2mV/div) se destacan por LEDs de color rojo para indicar el ancho de banda de medida reducido (ver datos técnicos). En el campo Y se encuentran además dos teclas para la conmutación de modo de funcionamiento de los amplificadores verticales; una de ellas determina la fuente de disparo (interna) y la otra para la entrada del disparo externo con su indicación LED.

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 quedan los dos bornes de salida del calibrador de **0,2Vpp** y **2Vpp** para el ajuste de las sondas atenuadoras de 10:1 y 100:1. A la derecha quedan emplazados los bornes para el **tester de componentes** con la tecla correspondiente a su activación de encendido y apagado ON/OFF. Cada pulsación conmuta entre el funcionamiento como osciloscopio o tester de componentes. En modo de comprobador de componentes no se ilumina en el campo Y ninguna indicación, situación que sólo es posible en este modo.

Todos los detalles están concebidos de manera que no pueda producirse ningún daño grave aunque el aparato sea manejado incorrectamente.

Puesta en funcionamiento y ajustes previos

Antes de la puesta en marcha debe conectarse el aparato y debe cerciorarse que éste está conectado a masa (toma de corriente con tierra). Entonces se deben conectar los cables de medida a las entradas del aparato y primero entonces se deben conectar con el objeto a medir sin tensión, el cual deberá ser puesto bajo tensión posteriormente.

Antes de conectar el osciloscopio a la red, se recomienda que los tres botones de manejo con flechas grabadas en sus tapas, estén en su posición de tope derecha calibrada y pulsar la tecla de AUTO SET.

El aparato se pone en funcionamiento pulsando la tecla roja **POWER** ; en ese momento se encienden varias indicaciones luminosas brevemente. El osciloscopio retoma los ajustes utilizados antes de la última desconexión. Si al cabo de los primeros 20 segundos no se visualiza un trazo, se deberá pulsar la tecla AUTO SET. A continuación habrá que controlar el ajuste de INTENS, para garantizar una luminosidad suficiente, ya que este mando no se controla por AUTOSSET. Si se visualiza ahora un trazo se deberá regular este a una intensidad media y se graduará su nitidez con el ajuste de focus. Para ajustar el foco, es aconsejable tener el acoplamiento de entrada en GD (ground=masa). La entrada queda entonces separada de cualquier posible señal o interferencia del exterior ya que se cortocircuita el amplificador vertical.

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.

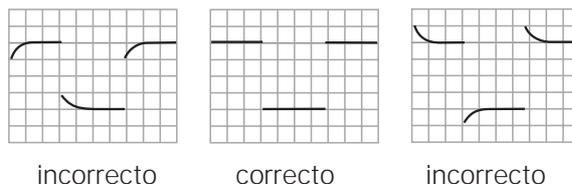
Uso y ajuste de las sondas

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 HM604-3 proporciona una señal rectangular con un tiempo de subida muy corto (<4ns) y una frecuencia de 1kHz ó 1MHz. La señal rectangular se puede tomar de ambos bornes concéntricos situados debajo de la pantalla. Uno de los bornes suministra una señal de **0,2Vpp** ± 1% para sondas atenuadoras 10:1, el otro **2Vpp** ± 1% para sondas atenuadoras 100:1. Las tensiones corresponden a una amplitud de **4 div.**, si el atenuador de entrada el HM604-3 está ajustado al 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 (trimer) compensa (en baja frecuencia) la carga capacitiva de la entrada del osciloscopio (aprox.20pF). 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 trazo vaya paralelo a las líneas horizontales de la retícula (véase «Rotación del haz TR»).

Conectar la sonda atenuadora 10:1 ó 100:1 a la entrada **CH.1**, 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 correspondiente borne **CAL.** (sonda 10:1 al borne **0,2Vpp**, sonda 100:1 al de **2Vpp**).



En la pantalla aparecen dos periodos. Seguidamente hay que ajustar el trimer de compensación de baja frecuencia, cuya localización se describen en la información adjunta a la sonda. El trimer 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 4div. ± 0,12div.(3%). Los flancos de la señal quedan invisibles durante este ajuste.

Ajuste 1MHz

Las sondas HZ51, 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 esto se reducen a un mínimo las

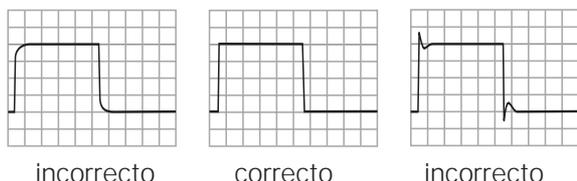
distorsiones cerca del flanco de subida (como sobreoscilaciones, redondeamiento, postoscilaciones, etc. en la parte superior plana). De este modo, con las sondas HZ51, 52 y 54, se utiliza todo el ancho de banda del HM604-3 sin distorsiones de la forma de curva. Para este ajuste con alta frecuencia es 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 0,2V ó 2V con una frecuencia de 1MHz. La salida del calibrador del HM604-3, si se pulsa la tecla CAL. (1MHz) corresponde a estos datos y también permite realizar otras medidas de control.

Conectar cualquiera de las sondas anteriores a la entrada CH.1, 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 situación de los componentes de ajuste (trimmer) de la sonda quedan detallados en la información adjunta a las sondas.

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.

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 de la deflexión de tiempo del osciloscopio. Además, la relación de impulso difiere del valor 1:1. Las condiciones para que los ajustes de atenuación de los controles (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 necesario de los amplificadores de medida se elige con las 2 teclas CH1 y CH2 del campo Y. Su funcionamiento se indica mediante las indicaciones de VOLTS/DIV. Si se ilumina o parpadea (sin calibración) sólo la indicación en el campo del canal 1, sólo se está trabajando en monocanal.

Si se activa la tecla de CH 2, también se ilumina una indicación en el campo de canal 2 confirmando que se

trabaja en modo DUAL. Una pulsación sobre CH 1 apaga canal 1, trabajándose entonces sólo con canal 2.

Si se pulsan las teclas CH 1 y CH 2 a la par, se ilumina la indicación ADD ya que entonces se trabaja en funcionamiento de suma de los dos canales. Si se vuelven a pulsar estas dos teclas al mismo tiempo, se conmuta el osciloscopio otra vez a modo de funcionamiento DUAL. También es posible sólo pulsar una de las dos teclas de CH1 o CH2 y volver así a funcionamiento de monocanal. La conmutación de canal 1 a canal 2 y viceversa (funcionamiento en monocanal) ejecuta automáticamente la conmutación interna de la fuente de disparo. Además se ilumina la indicación de control TR 1 (fuente de disparo CH 1) o TR 2 (fuente de disparo CH 2). El disparo externo apaga las dos indicaciones (Indicación EXT iluminada).

En modo DUAL trabajan los dos canales. El modo en el que se presentan los dos canales depende del coeficiente de tiempo elegido. Con coeficientes de 0.2ms/div. hasta 0,05µs/div. se presentan las señales de ambos canales alternativamente con cada deflexión de tiempo. Dada la velocidad rápida de la deflexión de tiempo parece que sean presentadas simultáneamente. Para trabajos con procesos lentos y coeficientes de deflexión de tiempo $\geq 0,5\text{ms/div.}$ no es idóneo este modo de funcionamiento. La presentación parpadea demasiado o parece dar saltos. Por esta razón, el aparato conmuta automáticamente en el margen de 0,5ms/div hasta 0,5s/div a otro sistema de conmutación de canales (chop mode). Este sistema conmuta con alta frecuencia secuencialmente los dos canales durante una deflexión de tiempo. Por esta razón se pueden presentar también procesos lentos sin parpadeo.

Para oscilogramas con una secuencia de frecuencia más elevada y con un ajuste de coeficientes de tiempo más bajos, no es conveniente este sistema de conmutación de canal.

Si se trabaja en modo **ADD**, las señales de los dos canales ($\pm 1 \pm 2$) 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** de cada canal. En modo de inversión se ilumina el LED INV; la tecla correspondiente a cada canal activa o desactiva la función.

Tensiones de entrada con la misma fase:

Ambas teclas **INVERT** sin pulsar = suma
 Ambas teclas **INVERT** pulsadas = suma
 Sólo una tecla **INVERT** pulsada = resta

Tensiones de entrada con la fase opuesta:

Ambas teclas **INVERT** sin pulsar = resta
 Ambas teclas **INVERT** pulsadas = resta
 Sólo una 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 las teclas 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** en el campo X y la indicación XY del campo TIME/DIV. se ilumina. Las indicaciones restantes del campo X se apagan. Si se vuelve a accionar la tecla XY nuevamente, se apaga el LED XY y el osciloscopio vuelve a su modo de funcionamiento normal de Yt.

La señal X se conecta a la entrada del **canal 2**.

El atenuador de entrada y ajuste fino del canal 2 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 mando Y POS 2 de la posición del canal 2 está desconectado en la función XY. La tecla **X-MAG.x10** para la expansión de la línea de tiempo queda sin efecto. La frecuencia límite en la dirección X es de 2,5 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. No es posible invertir la señal X con la tecla **INVERT** del **canal 2**.

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.

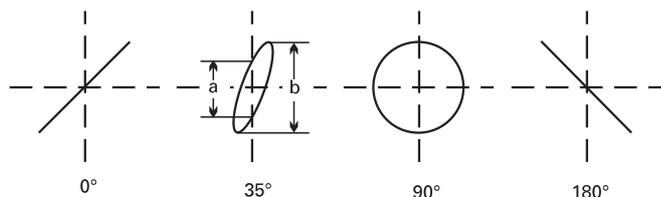
- Comparación de fase entre dos señales de la misma frecuencia.

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 sí.



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 120kHz, el desfase de los amplificadores del HM604-3 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 1MΩ, de forma que ya sólo haya que conectar delante un condensador C. Si se aumenta la abertura de la elipse (en comparación con el condensador en cortocircuito), 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.

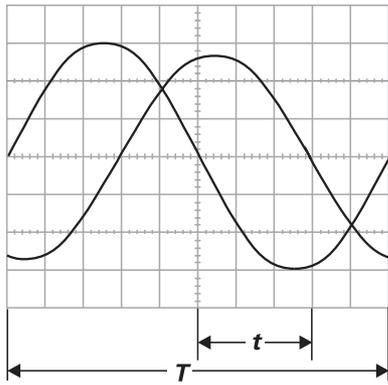
Si faltan o fallan ambas tensiones de entrada con la función XY conectada, se presenta un punto muy intenso en la pantalla. Con demasiada luminosidad (botón INTENS.) se puede quemar la capa de fósforo en este punto, lo que provocaría una pérdida de luminosidad o en caso extremo la destrucción total en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

Medidas de diferencia de fase en modo DUAL (Yt)

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 Yt** (en ambas indicaciones de VOLTS/DIV. se ilumina un LED). 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 (chop.) (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 en divisiones.
T = longitud horizontal de **un período** en div.

En el ejemplo son $t = 3 \text{ div.}$ y $T = 10 \text{ div.}$ 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.

$\Omega = 2\pi F$ = frecuencia angular de la portadora

$\omega = 2\pi f$ = frec. angular de la señal modulada.

m = grado de modulación (normalmente ≤ 1 ; $1 = 100\%$)

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

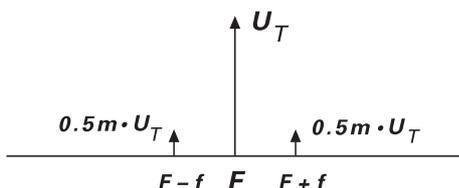


Figura 1
 Amplitudes y frecuencias del espectro de AM ($m = 50\%$)

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 obtener más

exactitud 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.

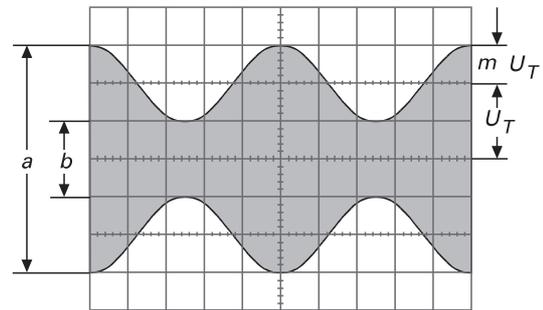


Figura 2
 Oscilación modulada en amplitud: $F = 1 \text{ MHz}$; $f = 1 \text{ kHz}$;
 $m = 50\%$; $U_T = 28,3 \text{ mV}_{\text{ef}}$.

Ajustes para una señal según la figura 2:
 No pulsar ninguna tecla. **Y: CH.1; 20mV/div.; AC;**
TIME/DIV.: 0,2ms/div.
 Disparo: **NORMAL; AC;** disparo interno con ajuste de tiempo fino (o externo).

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

$$m = \frac{a - b}{a + b} \quad \text{o bien} \quad m = \frac{a - b}{a + b} \cdot 100 [\%]$$

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

La variación en tiempo de una tensión que se desea medir (tensión alterna) se presenta en modo Yt (amplitud en relación al tiempo). La señal a medir desvía el rayo de electrones en dirección Y, mientras que el generador de deflexión de tiempo mueve el rayo de electrones de izquierda a derecha sobre la pantalla con una velocidad constante y seleccionable (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 HM604-3 se especifica $\leq 0,5 \text{ div.}$ Si el disparo se produce externo, hay que medirlo en el borne **TRIG.INP.** en **Vpp**. 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 HM604-3 tiene dos modos de funcionamiento de disparo, que se describen a continuación.

Disparo automático sobre valores pico

El disparo funciona en modo de disparo automático sobre valores de pico cuando no se ilumina la indicación **NM** situada en el campo X. La conmutación de disparo normal (indicación NM iluminada) a disparo automático sobre valores de pico se realiza pulsando a la vez ambas teclas marcadas con **NORM**. Trabajando con disparo automático sobre valores de pico, 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).

Si se ha 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 TRIG.LEVEL (nivel de disparo) 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 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 AUTO SET trabaja también con disparo automático.

El disparo automático sobre valores de 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 (indicaciones TR1 y TR2 iluminadas) 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 (pulsar ambas teclas NORM a la vez) 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 **TRIG.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.

La pantalla permanecerá oscura por un ajuste de TRIG.LEVEL incorrecto y por omisión de una señal de disparo.

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 (**VAR. 2,5:1**) 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**. Si no se ilumina la indicación de signo negativo (-) superior localizada encima de la tecla marcada con \pm se refiere a que sólo activan el disparo flancos ascendentes (+) que procedente del potencial negativo se dirigen ascendientemente 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 (-) iluminado) naturalmente activa el disparo correspondientemente. Esto es válido con disparo normal o automático. Cada pulsación de la tecla conmuta la dirección del flanco al signo contrario. El AUTO SET no influye en el ajuste del flanco de disparo.

Acoplamiento del disparo

El modo de acoplamiento y el margen de frecuencia de la señal para el disparo se pueden seleccionar con las teclas **NORM**. La indicación se realiza en la escala situada encima de las teclas. Una pulsación sobre una de las teclas conmuta la indicación a la siguiente posición superior o inferior según se pulse la tecla NORM superior o inferior. Si se mantiene la tecla NORM pulsada se obtiene una secuencia automática hasta llegar al fin de la escala.

AC: Margen de disparo <20Hz-100MHz

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

AUTO SET siempre conmuta a acoplamiento de disparo AC

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.

El disparo sobre valores de pico se desconecta trabajando en modo de disparo DC.

HF: Margen de disparo 1,5kHz-100MHz (filtro de paso alto).

El acoplamiento de alta frecuencia es idóneo para todas las señales de alta frecuencia. Se suprimen las variaciones de tensión continua y ruidos de baja frecuencia de la tensión de disparo lo cual es beneficioso para la estabilidad del punto de disparo. Por debajo de los 1,5kHz aumenta rápidamente el umbral de disparo.

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

La posición LF es en muchas ocasiones más idónea 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 50kHz.

~ (Disparo de red): ver el apartado de disparo de red.

TV-L (TV-línea): ver el siguiente apartado TV (disparo sobre señal de vídeo).

TV-F (TV-imagen): ver el siguiente apartado TV (disparo sobre señal de vídeo)

TV (Disparo sobre señal de vídeo)

Con la conmutación a **TV-L** y **TV-F** se activa el separador 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 vídeo libres de zumbido, perturbaciones o variantes en amplitud.

Dependiendo del punto de medida, las señales de vídeo 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 (**±**) (dirección del flanco) 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 (**±**); en este momento no debe de 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 (**±**) en la posición de +. La indicación luminosa encima de la tecla no queda iluminada. 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 - y se ilumina la indicación. Una posición elegida erróneamente genera una imagen inestable ya que el contenido de la imagen activa en estas condiciones el disparo.

Es aconsejable utilizar el disparo de TV con disparo automático sobre valores de pico. Con disparo interno la altura de la señal de los pulsos de sincronismo deberá ser de 0,5div. como mínimo.

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 van de aprox. 5µs hasta 64µs. Los pulsos de sincronismo de imagen se componen de varios pulsos, que duran 28µs 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 (**TV-F**) o de línea (**TV-L**) se realiza mediante pulsación de la tecla superior o inferior de **NORM**.

Disparo con impulso de sincronismo de imagen

Se debe de elegir un coeficiente de tiempo correspondiente a la medida que se pretende realizar en el campo **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 2ª media imagen. El disparo es casual sobre los dos campos. 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 algunas líneas. 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.

Atención: En TV-F y modo DUAL se desconecta automáticamente el generador de chopper.

Disparo con impulso de sincronismo de línea

Para trabajar con el disparo con impulso de sincronismo de línea, se debe conmutar a **TV-L** (line=línea). El disparo se puede efectuar entonces por cualquier impulso de sincronismo. Para poder presentar líneas individuales, se recomienda posicionar el conmutador **TIME/DIV.** en **10µs/div**. Se visualizan entonces aprox. 1½ líneas.

Generalmente la señal de vídeo 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 sino 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 vídeo en su totalidad, no debería sobrepasar una altura de imagen de **6div**. en acoplamiento **DC**.

El circuito del separador de sincronismos actúa también con disparo externo y cuando se ilumina la indicación **EXT.** en el campo **Y**. Naturalmente se debe de mantener el margen prescrito del disparo externo (**0,3Vpp** hasta **3Vpp**). Además hay que observar que la pendiente del flanco sea la correcta, ya que no coincide necesariamente con la dirección del pulso del sincronismo de la señal, si se trabaja con disparo externo. Ambas se pueden controlar fácilmente, si se presenta inicialmente la tensión de disparo externa (en modo de disparo interno).

Disparo de red (~)

Para el disparo con frecuencia de red se utiliza una tensión secundaria de la fuente de alimentación (50-60Hz) como señal de disparo con frecuencia de red, cuando se ilumina el símbolo ~ de la escala de acoplamiento de disparo. 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 \pm se puede elegir en modo de disparo de red, entre la parte positiva o negativa de la onda (podría ser necesario invertir la polaridad en el conector de red). En modo de disparo normal es posible variar el punto de disparo a lo largo de un cierto margen de la onda.

La dirección y la amplitud de señales magnéticas de frecuencia de red intermezcladas en un circuito se pueden analizar mediante una sonda con bobina. Esta debe consistir en una bobina de alambre esmaltado con el mayor número de vueltas posible bobinado sobre un pequeño núcleo y 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 100Ω (desacoplo de altas frecuencias). También puede resultar útil proveer a la bobina de una protección estática, no debiendo haber espiras en cortocircuito 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 en alternado

El disparo alternado es de ayuda, cuando se desea presentar en pantalla dos señales sincronizadas, que son entre ellas asincrónicas.

A disparo alternado (tecla **ALT.** pulsada) **sólo** se puede conmutar, cuando se trabaja en modo **DUAL** y con disparo interno; cuando las dos escalas **VOLTS/DIV.** indican un coeficiente de desvío y la indicación de **EXT.** (disparo externo) no se ilumina. La conmutación a disparo alternado se efectúa con la tecla **TRIG.** Debe mantenerse pulsada hasta que se iluminen las dos indicaciones de trigger **TR1** y **TR2**. La serigrafía **ALT.** del campo Y, que une **TR1** y **TR2** lo simboliza. El disparo alternado sólo funciona correctamente, si la conmutación de canales trabaja en alternado. Por esto se conmuta aquí automáticamente en el margen de 0,5ms/div. hasta 0,5s/div. (TIME/DIV.) a modo **DUAL** alternado. En este modo de disparo alternado ya no se puede obtener la diferencia de fase entre las dos señales a la entrada. 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.

Disparo externo

Pulsando la tecla **EXT.** del campo Y, se desconecta el disparo interno cuando se ilumina la indicación **EXT.** A través del borne BNC **TRIG.INP.** ahora se puede efectuar el 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 para el disparo puede tener una forma de curva totalmente distinta a la de la señal de medida. Dentro de determinados límites, el disparo es incluso

realizable con múltiplos de número entero o con fracciones de la frecuencia de medida; una condición necesaria es la rigidez de fase. Se debe de tener en cuenta, que es posible que la señal a medir y la tensión de disparo tengan un ángulo de fase. Un ángulo de p. ej.: 180° se interpreta de tal manera que a pesar de tener una pendiente + (flanco ascendente, - LED apagado) empieza la presentación de la señal de medida con un flanco negativo.

La impedancia de entrada del borne **TRIG.INP.** es de aprox. $100M\Omega$ || 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 situado en el campo X (base de tiempos) encima de la escala de los acoplamientos de disparo, 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 ajustada con **LEVEL** en el comparador (punto de disparo) debe de posibilitar 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 Hold-Off

El botón con denominación **HOLD OFF** y **DEL.POS.** situado en el campo X abarca una doble función. Si no se trabaja en funcionamiento de barrido retardable o sea en **DELAY** y por esta razón no se ilumina ninguna de las indicaciones **SEA**, **DEL** y **DTR**, tiene la función de ajuste del tiempo de hold-off. Su último ajuste queda retenido, si se conmuta a funcionamiento de **DELAY** y se varía por esta razón su posicionamiento.

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.

Después de finalizar este trabajo es necesario volver a girar el control **HOLD-OFF** a su tope izquierdo, dado que sino queda drásticamente reducida la luminosidad de la pantalla. El procedimiento de trabajo se puede seguir en los siguientes dibujos.

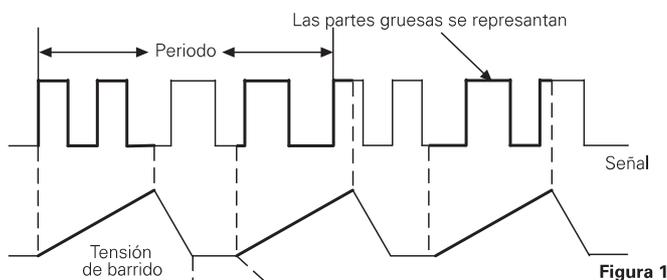


Figura 1

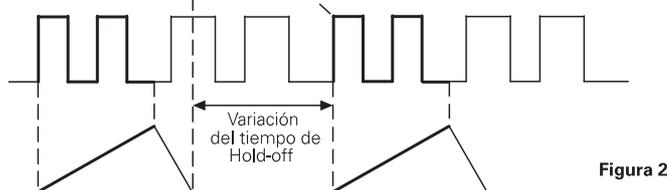


Figura 2

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 de Hold-off se ha ajustado de forma que siempre se visualizan los mismos tramos del periodo. Aparece una imagen estable.

Barrido retardable/Disparo after delay

Como se ha descrito en el apartado de "disparo y deflexión de tiempo", el disparo o trigger inicia el comienzo de la deflexión de tiempo. El haz electrónico hasta ese momento no visible, aparece y se desvía en dirección de izquierda a derecha, hasta realizarse la deflexión máxima. Después se vuelve a oscurecer el haz y se inicia su retorno (a su posición de inicio). Después de transcurrir el tiempo de hold-off puede volver iniciarse la deflexión de tiempo mediante el disparo automático o una señal de disparo.

Ya que el punto de inicio del disparo está siempre al comienzo del trazo, sólo se puede realizar desde allí una expansión en X de la presentación de la señal mediante

una velocidad de deflexión de tiempo superior (coeficiente de tiempo TIME/DIV pequeño). Algunas partes de la señal, que se presentaban anteriormente más a la derecha, ya no son visibles en muchas ocasiones al salir fuera del margen de la pantalla. La deflexión de tiempo retardada o barrido retardable soluciona estos problemas.

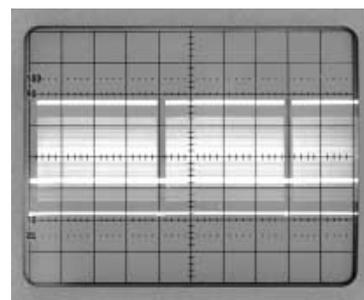
El barrido retardable permite retener el disparo de la deflexión de tiempo por un tiempo preestablecido a partir del punto de disparo. De esta forma la deflexión de tiempo se puede iniciar prácticamente en cualquier punto de la señal. Esto permite presentar muy ampliado el sector de tiempo que sigue al comienzo de la deflexión de tiempo, aumentando la velocidad de deflexión (reduciendo el coeficiente de tiempo). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que a medida que se expande la imagen se reduce la luminosidad de la pantalla. Pero en su caso se puede graduar (girando el control INTENS. más a la derecha y graduando de nuevo el control FOCUS). En lugares con mucha luz hay que trabajar con una visera antideslumbrante HZ48 para poder apreciar imágenes muy expandidas.

Si por causa de jitter la presentación de la señal resulta inestable en la dirección X, esto se puede evitar efectuando un disparo adicional, una vez transcurrido el tiempo de retardo.

Si se trabaja con señales de video se puede disparar sobre impulsos de sincronismo de imagen (**TV-F**). Después de transcurrido el tiempo ajustado en el barrido retardable, se puede re-disparar sobre una línea siguiente (**DTR**). Así se pueden presentar por separado líneas de prueba o de datos.

El manejo del barrido retardable es relativamente sencillo. Partiendo del modo de funcionamiento normal del osciloscopio sin estar en funcionamiento el barrido retardable (no se ilumina ninguno de las indicaciones de DELAY en el campo X), la señal a retardar se presenta en primer lugar con 1 a 3 periodos básicos. Un número superior reduciría innecesariamente la luminosidad de una imagen muy expandida. La presentación de sólo un sector de un periodo limita la selección del sector de tiempo expandido y en determinadas condiciones puede dificultar el disparo. El margen de 1 a 3 periodos básicos, sin embargo, siempre se puede ajustar fácilmente con las teclas TIME/DIV.. Para ello conviene desconectar la expansión x10, dejar el botón HOLD-OFF en la posición de calibración min. (x1) y colocar el ajuste fino del tiempo en su posición de giro tope derecha. La descripción siguiente se basa en que el disparo debe estar ajustado sobre un buen flanco de disparo.

Imagen 1 (Señal FBAS)



MODE: sin DELAY
TIME/DIV.: 5ms/div.
Acoplamiento de disparo: TV-F
Flanco de disparo: descendente (-)

Si se pulsa la tecla de **DELAY** brevemente, se ilumina la indicación **SEA** (SEARCH = buscar) y el tiempo de hold

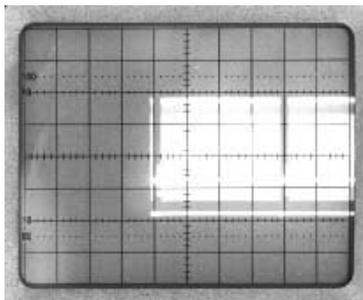
Off utilizado anteriormente se reduce automáticamente al mínimo (ver ajuste de tiempo de Hold-Off). Entonces se puede elegir el tiempo de retardo mediante las teclas con flechas del campo **TIME/DIV.** paso a paso desde **50ms** hasta **0,1µs** y finalmente mediante el botón de **DEL.POS.**

La desaparición de parte del trazo que se puede observar no significa aún que se esté retardando, sino sólo se está visualizando con ello el tiempo de retardo elegido. Si el botón de **DEL.POS.** se encuentra en su posición de tope izquierdo (**x1**), el trazo se oscurece en el primer centímetro del borde izquierdo. Este margen se aumenta si se gira el botón **DEL.POS.** a su tope derecho a aprox. **6cm.** El tiempo retardado se debe elegir de manera, que el trazo comience lo más cercano posible a la zona que se desea ver ampliada.

Si el tiempo de retardo (max. 6div. x coeficiente de desvío) no es suficiente para llegar hasta la zona de señal que se desea ampliar, se puede aumentar el coeficiente de desvío. Con la señal acoplada se visualiza que se obtiene un coeficiente de desvío superior; es decir, la velocidad de desvío se reduce. El ajuste de la velocidad del tiempo de retardo se realiza relativamente, esto quiere decir que corresponde con el coeficiente de desvío (ver dibujo 2) Para conmutar de uno de los modos de DELAY a modo de funcionamiento normal, es suficiente una pulsación con duración más larga sobre la tecla de DELAY y la indicación de la escala DELAY se apaga. El ajuste mínimo del tiempo de Holdoff permanece, hasta que se varía el ajuste por el botón de HOLD-OFF.

Imagen 2

MODE: SEA
(SEARCH = buscar)
TIME/DIV.: 5ms/div.
Acoplamiento de disparo: TV-F
Flanco de disparo: descendente (-)
Tiempo de retardo: 4div. x 5ms = 20ms



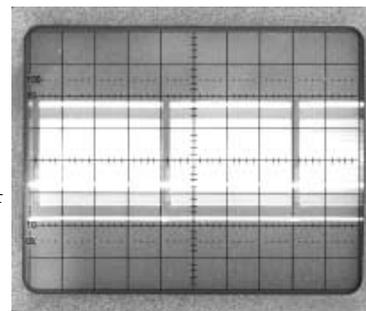
En la figura 2 se reconoce que el tiempo de retardo también es medible. Es idéntico al desplazamiento del comienzo del haz. Este se calcula multiplicando el desplazamiento horizontal en div. por el coeficiente de tiempo ajustado en la escala TIME/DIV..

Si se pulsa a continuación de nuevo la tecla **DELAY**, se conmuta el aparato de **SEA** (SEARCH) a **DEL** (DELAY = retardo del desvío de tiempo). a partir de este momento se vuelve a visualizar la totalidad del trazo comenzando en el punto de la sección de tiempo elegida anteriormente, siempre y cuando el coeficiente de desvío no sea demasiado pequeño. Si la traza ya no se puede distinguir correctamente, a causa de una expansión demasiado grande (coeficiente de desvío demasiado pequeño), se deberá aumentar el coeficiente de desvío mediante la tecla de flecha izquierda situada en el campo **TIME/DIV.** No se puede ajustar un coeficiente de desvío superior al ajustado anteriormente durante el modo de **SEARCH.**

Ejemplo: El valor ajustado en la imagen 2 en modo de **SEARCH** es de 5ms/div. En modo **DEL.** con 5ms/div. se obtiene una presentación retardada sin ampliación en relación 1:1. Un aumento del coeficiente de desvío a p. ej. 10ms/div. no tendría sentido y se suprime automáticamente.

Imagen 3

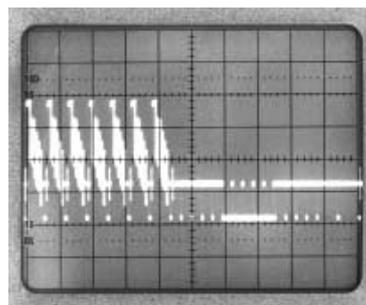
MODE: DEL
(DELAY = retardar)
TIME/DIV.: 5ms/div.
Acoplamiento de disparo: TV-F
Flanco de disparo: descendente (-)
Tiempo de retardo: 4div. x 5ms = 20ms.



Ahora el sector de tiempo en cuestión se puede expandir notablemente aumentando la velocidad de deflexión. Con el ajuste **DEL.POS.** se puede lograr - incluso posteriormente - cualquier desplazamiento del sector expandido. En el ejemplo de la figura 4 se puede ver que conmutando TIME/DIV. de 0,5ms/div a 0,1ms/div. se logra una expansión de 50 veces. La medición del tiempo en el sector de tiempo expandido ahora puede realizarse con más exactitud gracias a la expansión. Para ello se multiplica la longitud horizontal en div. de cualquier sector por el coeficiente de tiempo ajustado en TIME/DIV. El botón de ajuste fino (VAR 2,5:1) en el campo de TIME/DIV. debe estar colocado en su posición calibrada CAL. posición de tope derecho)

Imagen 4

MODE: DEL
(DELAY = retardar)
TIME/DIV.: 0,1s/div.
Acoplamiento de disparo: descendente (-)
Tiempo de retardo: 4div. x 5ms = 20ms.



La presentación de la señal se puede disparar en su estado retardado y ampliado, si después del tiempo retardado aparece una pendiente de señal idónea para efectuar el disparo. Para esto hay que conmutar a la posición **DTR** (2º disparo después de finalizar el tiempo de retardo - **AFTER DELAY TRIGGERING**). Los ajustes de selección del disparo (disparo automático sobre valores de pico / disparo normal), el acoplamiento de disparo, del ajuste de **TRIG.LEVEL** y de la dirección del flanco seleccionados antes de conmutar a DTR se mantienen. En disparo "After Delay" (DTR) se conmuta **automáticamente a disparo manual y acoplamiento de disparo en DC** (ambas indicaciones se iluminan). Estos ajustes predeterminados no se pueden variar. Sin embargo se pueden variar el nivel de disparo (**TRIG.LEVEL**) y la dirección de la pendiente (**±**), para poder disparar sobre la sección de señal elegida. Si no se tiene suficiente amplitud de señal para el disparo o un ajuste insuficiente de TRIG.LEVEL no se inicia el trazo y la pantalla permanece oscura.

También aquí se puede proceder a un desplazamiento de la señal expandida con el ajuste de DELAY (DEL.POS.). Sin embargo, este desplazamiento no se produce de forma continua como en la posición DELAY, sino saltando de flanco de disparo en flanco de disparo. En el caso de señales de TV esto significa que no sólo se puede disparar sobre los impulsos de sincronismo de línea sino también sobre flancos existentes en el contenido de la línea.

Naturalmente la expansión no se limita al factor 50 elegido para el anterior ejemplo. Como ya se ha mencionado, es posible lograr expansiones notablemente superiores con la tecla de TIME/DIV. El límite viene dado por la pérdida de luminosidad del haz a medida que aumenta el factor de expansión.

Atención: Si se trabaja en modo DUAL presentando la señal en forma expandida sin sincronismo (DEL) o sincronizado (DTR), puede ocurrir que se este presentando la señal en DUAL y en modo de chopper. Esto ocurre si se tenía ajustado en SEA (Search=buscar) un coeficiente de tiempo entre 0,5µs/div. y 50ms/div. En el margen de los coeficientes de 0,2ms/div. hasta 0,05µs/div. se obtiene realmente la presentación en modo de choppeado. Pero si se expanden ampliamente la presentación, puede ser que se visualice la función del chopper. Esto se corrige, conmutando a alternado mediante la pulsación simultánea de las dos teclas (con flecha), situadas debajo de la escala de TIME/DIV. Si se reduce posteriormente la ampliación, se conmuta el aparato automáticamente en su modo anterior utilizado (choppeado).

AUTO SET

Como ya se ha mencionado anteriormente en el apartado de "elementos de mando", los elementos de mando se autoregulan con excepción de algunos mandos (tecla **POWER**, **DEL.POS.**/ajuste fino de **HOLD OFF**, tecla de frecuencia de calibrador, así como el ajuste de enfoque, luminosidad y rotación del trazo TR), y controlan así los diferentes grupos del aparato. Así se da la posibilidad de ajustar el instrumento automáticamente en relación a la señal aplicada, en modo de funcionamiento (de base de tiempos) en Yt, sin más ajustes manuales que aplicar.

La pulsación de la tecla **AUTO-SET** no varía el modo de funcionamiento Yt seleccionado anteriormente, si se trabajaba en modo Mono **CH1**, **CH2** o en **DUAL**; en modo de suma se conmuta a **DUAL**. El / los coeficientes de desvío Y se eligen automáticamente de forma que en funcionamiento de monocanal se obtiene una amplitud de señal de aprox. 6 div., mientras que en funcionamiento de **DUAL** se presentan las señales con una amplitud de 4 div. de altura. Esto y las descripciones referente al ajuste automático de coeficientes de tiempo (TIME/DIV.) es válido, siempre y cuando las señales no varíen demasiado de la relación de 1:1

El ajuste automático de coeficientes prepara el aparato para una presentación de aprox. 2 periodos de señal. Señales con porciones de frecuencia distintos como p. ej. señales de vídeo, el ajuste es aleatorio.

Si se pulsa la tecla **AUTO SET** se predeterminan los siguientes modos de funcionamiento:

Acoplamiento de entrada **AC**.

Disparo interno (dependiente de la señal de medida).

Ajuste del nivel de disparo (LEVEL) en margen medio. (Aún con ajuste mecánico diferente).

Coefficiente de desvío Y calibrado (aún con ajuste mecánico diferente).

Coefficiente de tiempo calibrado (aún con ajuste mecánico diferente).

Acoplamiento de entrada en **AC**.

Barrido retardable **DELAY** sin funcionar

Expansión x10 sin activar

Ajuste automático del trazo en posición X e Y (aún con ajuste mecánico diferente).

Los modos prefijados mediante el AUTO SET sobrescriben los ajustes manuales de los correspondientes botones. Ajustes finos (VAR. 2,5:1) que se encontraban en una posición sin calibrar, se calibran eléctricamente por AUTO SET. Un ajuste manual posterior de botón reactiva el valor mecánico.

Los coeficientes de desvío de 1mV/div. y 2mV/div. no se seleccionan en modo AUTO SET, a causa del ancho de banda reducido en estos márgenes.

SAVE/RECALL

El HM604-3 alberga una componente de memorización no volátil, que memoriza los ajustes del aparato antes de desconectarlo. Una nueva puesta en marcha restablece de nuevo los ajustes anteriores, después de una rutina de comprobación.

SAVE y RECALL permiten memorizar 6 ajustes del aparato utilizados por el usuario. Se captan todos los modos de funcionamiento y las funciones controladas electrónicamente. Como ya se había mencionado, esto **no afecta** a los mandos de **intensidad, foco, rotación del haz (TR), DEL., POS./HOLD OFF y frecuencia de calibrador.**

Para memorizar o llamar un ajuste a/o de la memoria, se debe pulsar la tecla SAVE/RECALL localizada en el campo X debajo de la escala de TIME/DIV. Esto modifica la indicación de disparo para el acoplamiento de entrada a la de numeración de memoria empleada. Se establece el modo cuando se ilumina la memoria 1 (DC) en forma de parpadeo. La memoria en activo es la correspondiente a la izquierda del LED en parpadeo, de la escala S/R. La memoria deseada se selecciona entonces mediante las teclas superior o inferior de NORM. Si se ha pulsado accidentalmente la tecla de función SAVE/RECALL, es suficiente con pulsar una tecla cualquiera (menos SAVE/RECALL o NORM) para abandonar la función y se vuelve a ajustar la función anterior, es decir la indicación de acompañamiento de entrada.

Si no se ha abortado el proceso, sólo se puede elegir mediante una nueva pulsación de la tecla SAVE/RECALL si se desea llamar la del ajuste predefinido en esa memoria o si por lo contrario se desea memorizar en esa memoria el estado de ajuste actual. Una pulsación breve activa, corresponde a una llamada RECALL (=rellamada) y el osciloscopio acepta los ajustes memorizados. La indicación parpadeante cambia entonces a estado de iluminación continuada. Para memorizar el estado actual de los ajustes, se debe de pulsar durante tanto tiempo la tecla de SAVE/RECALL hasta que la indicación ya no parpadee e indique entonces el estado de acoplamiento de entrada utilizado anteriormente.

Si se llama un estado de ajuste memorizado del aparato (RECALL), los ajustes efectuados mecánicamente de los botones correspondientes se sobreescriben por la información nueva obtenida de la memoria. Una variación manual de los ajustes hace prevalecer el nuevo ajuste mecánico sobre el obtenido de la memoria.

En breve:

Memorización (SAVE):

1. Pulsar la tecla SAVE/RECALL (LED memoria 1 (=DC) parpadea); 1 por defecto.
2. Elegir el número de la memoria deseada para memorizar con teclas NORM.

3. Pulsar otra vez tecla SAVE/RECALL para memorizar hasta que deje de parpadear.

Llamada (RECALL):

1. Pulsar la tecla SAVE/RECALL (LED memoria 1 (=DC) parpadea; 1 por defecto).
2. Elegir el número de la memoria deseada para llamar con las teclas NORM.
3. Pulsar brevemente la tecla SAVE/RECALL.

Tester de componentes

El HM604-3 lleva incorporado un tester de componentes. Este se acciona pulsando la tecla **COMP. TESTER**. La función activada se indica por el hecho de no haber ningún LED iluminado en el campo X e Y. Una excepción es el LED de **X-MAG. x10** que sigue iluminado, aunque ya permaneciera iluminado antes de conmutar al modo de comprobador de componentes. El eje X se presenta entonces 10 veces ampliado. Las descripciones siguientes se refieren a los casos normales en el que permanece apagado la indicación de X-MAG. x10 y no se trabaja con ampliación x10. Una nueva pulsación sobre la tecla del tester de componentes nos hace abandonar este modo de funcionamiento y volver al estado de trabajo anterior.

El modo de tester de componentes y los ajustes utilizados con magnificación x10 (**X-MAG. x10**) así como el ajuste del botón de la posición de X, se pueden memorizar con **SAVE** y recuperar posteriormente con **RECALL** (ver apartado SAVE/RECALL).

El componente a comprobar se conecta entre el borne aislado en el campo Component-Tester (a la derecha bajo la pantalla) y uno de los bornes de masa del campo Y. 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 objeto de test 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 COMPONENT TESTER. Como corresponde a la clase de protección del HM604-3 y descrito en el apartado de seguridad y a la de otros aparatos conectados con éste por cables de medida, es posible que el borne con la señal de masa esté conectado con el contacto de tierra de la red. Normalmente esto no tiene importancia para la comprobación de componentes sueltos.

Para realizar tests directamente en el circuito, es imprescindible aislarlo antes de la corriente. En un circuito con toma de tierra de la red también hay que desconectar el enchufe para que ya no haya contacto con la toma de tierra de la red. Una doble conexión de tierra provocaría resultados de test falseados.

¡Sólo se deben comprobar condensadores descargados!

El principio de test es muy sencillo. El transformador de red del HM604-3 proporciona una tensión senoidal que alimenta un circuito en serie del componente a comprobar y una resistencia incorporada. La tensión senoidal 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 20Ω y $4,7k\Omega$.

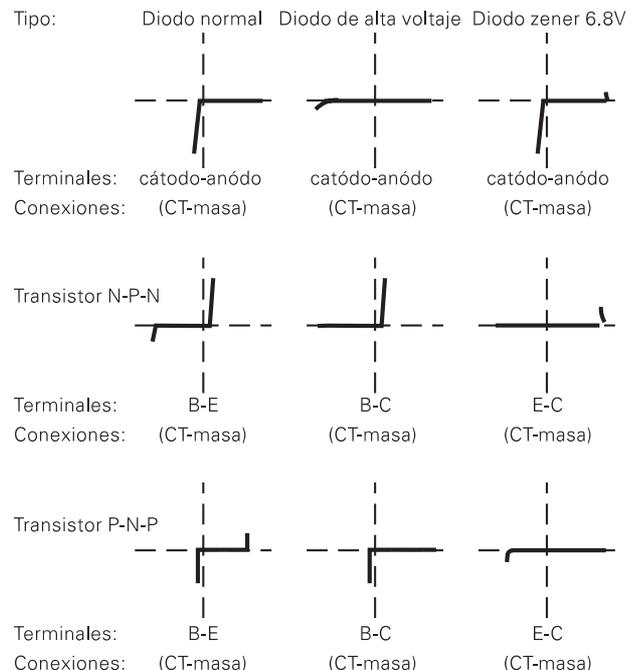
Los condensadores y las inductancias (bobinas, transformadores) provocan una diferencia de fase entre la corriente y la tensión, así que también entre las tensiones de deflexión. De esto resultan imágenes elípticas. La inclinación y abertura de la elipse son significativas para la impedancia con frecuencia de red. Los condensadores se presentan en un margen de $0,1\mu F$ - $1000\mu F$.

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 12V). 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 los diferentes tramos B-C, B-E, C-E. Dado que la tensión en el objeto de medida es muy reducida, se pueden comprobar las zonas de casi todos los semiconductores sin dañarlos.



Pero por esta misma razón, es imposible comprobar la tensión de bloqueo o de ruptura de semiconductores para tensión de alimentación alta. 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 (por confusión 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 sondear libremente los puntos de medida (doble conexión de masa).

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

Imágenes de verificación de componentes

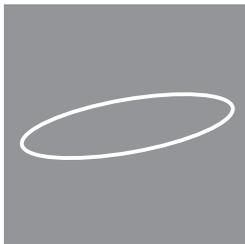
Imágenes de componentes sueltos



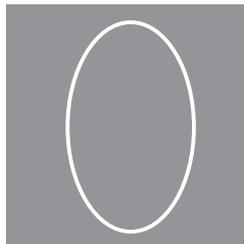
cortocircuito



resistencia 510Ω

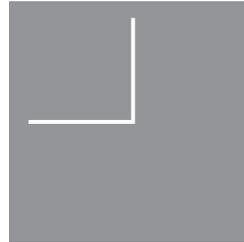


transformador de red primario

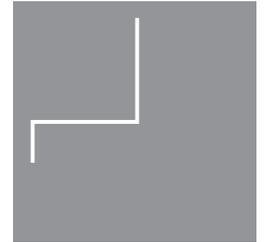


condensador 33μF

Imágenes de transistores sueltos



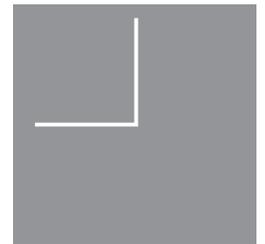
tramo B-C



tramo B-E



tramo E-C



FET

Imágenes de diodos sueltos



diodo zener bajo 7V



diodo zener sobre 7V



diodo paralelo a 680Ω



2 diodos antiparalelo



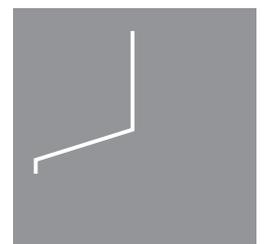
diodo de silicio



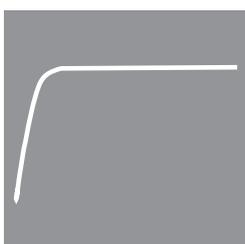
diodo de germanio



diodo en serie con 51Ω



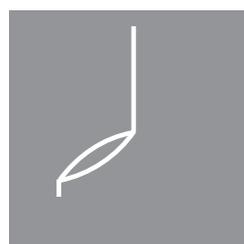
B-E paralelo a 680Ω



rectificador



tiristor, G y A conectados



tramo B-E con 1μF+680Ω



diodo de silicio con 10μF

Generalidades

Información general

Este plan de chequeo está concebido para el control periódico de las funciones más importantes del HM604-3 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. Pero estas tareas sólo deberán ser realizadas por personas con conocimientos en la materia.

Como en los ajustes previos hay que prestar especial atención a que en principio todos los botones estén colocados en sus posiciones calibradas. Todas las teclas estarán sin pulsar, la selección de disparo en AC y funcionamiento en monocanal 1. Se aconseja poner el osciloscopio en funcionamiento 20 minutos antes de iniciar el test.

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

El tubo de rayos del HM604-3 normalmente presenta una luminosidad adecuada. 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 la anchura 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 potenciómetros para el ajuste de la alta tensión, luminosidad mínima y máxima, están en el interior del aparato (ver plan de ajustes e 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 en 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. Esto 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 el aparato dispone de un potenciómetro de $47k\Omega$ (ver el plan de ajustes y 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 de ambos canales y del amplificador final Y por la acción de invertirlos. Si la simetría es buena, la posición del haz puede variar unas 0,5div. La variación máxima aceptable es de 1div. 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 Y (acoplamiento de señal en AC). Si con una altura de imagen de 8div. el botón Y-POS.1 se gira a los topes de ambos lados, la parte visible por encima y por debajo debe de ser más o menos igual. Se pueden tolerar diferencias de hasta 1div.

El control de la deriva es relativamente sencillo. Diez 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

Los bornes de salida del calibrador dan una tensión rectangular de 0,2Vpp y 2Vpp con una tolerancia de sólo $\pm 1\%$.

Si se establece una conexión directa entre el borne de salida 0,2V y la entrada del amplificador vertical (con 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 de amplitud de 1,2mm (3%) máximo son admisibles. Si se intercala una sonda atenuadora 10:1 entre el borne de 2V y la entrada de medida, la altura de la imagen debe ser la misma. 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 botón de ajuste fino reduce en su tope izquierdo la sensibilidad de entrada por lo menos por el factor 2,5. Con 50mV/div. se debe poder variar la amplitud de la señal del calibrador de 4div. a por lo menos 1,6 div.

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 (p.ej. HAMEG HZ34 con HZ22).

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 sobreoscilaciones en la cresta. Ajustes: coeficiente de deflexión 5mV/div.; acoplamiento de la señal DC; reglaje fino Y en la posición tope derecha.

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. El atenuador de entrada situado delante del amplificador está compensado 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 40Vpp, en determinados intervalos será conveniente comprobar todas las posiciones de los atenuadores de entrada y si es preciso, recalibrarlas (según el plan de calibración).

Pero para ello además hace falta un preatenuador compensado serie 2:1 que se pueda ajustar a la impedancia de entrada del osciloscopio. Este puede ser de fabricación propia o se puede solicitar a HAMEG bajo la denominación HZ 23 (ver prospecto de accesorios). Solamente importa que el preatenuador esté blindado. Para la fabricación propia se necesita una resistencia de $1M\Omega$ ($\pm 1\%$) y en paralelo un trimer de 3/15pF en paralelo con 10pF. Este circuito paralelo se conecta directamente, por un lado a la entrada vertical 1 ó 2 y por el otro, con un cable de muy poca capacidad, al generador. El preatenuador se ajusta a la impedancia de entrada del osciloscopio en la posición 5mV/div. (acoplamiento de la señal en DC, el ajuste fino en CAL., la cresta del rectángulo exactamente horizontal sin inclinaciones). La forma de la señal no debe variar en ninguna de las posiciones del atenuador de entrada.

Modos de funcionamiento: CH.1/2 DUAL, ADD, CHOP, INVERT y Función XY

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

Un criterio para el funcionamiento chopper es el ensanche del haz y la formación de sombras alrededor de la traza en el margen superior e inferior de la pantalla. Normalmente ambas cosas deben ser inapreciables. Colocar el conmutador TIME/DIV. en 0,5ms/div. Acoplamiento de la señal en GD y el botón INTENS. en su tope derecho; el control FOCUS en enfoque máximo. Con los dos controles Y-POS. se ajusta una traza a +2div. y la otra a -2div. de altura con respecto a la línea central de la retícula. **¡No sincronizar con la frecuencia chopper (500kHz)!**

La característica esencial de las funciones 1+2 (modo de funcionamiento de suma) es la posibilidad de mover la traza con ambos controles Y-POS.

En la función XY (LED XY iluminado) la sensibilidad debe de ser igual en ambas direcciones de deflexión. Para ello ambos ajustes finos deben de estar colocados en su tope derecho (CAL.). Si se conecta la salida del generador de onda rectangular incorporado a la entrada del canal 2, debe de resultar una deflexión horizontal de 4 div. (posición 50 mV/div.), igual que en el canal 1 en sentido vertical.

El control de la presentación de un solo canal no es necesario. Indirectamente ya está incluido en las comprobaciones descritas 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

HM604-3 es de unos 0,3 a 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 aquí con filtro de disparo en LF).

El umbral de disparo sólo se puede modificar internamente. El control se efectúa con cualquier señal senoidal entre 50Hz y 1MHz con disparo automático sobre valores de pico (Indicación NORM no se ilumina) y posición intermedia del ajuste de LEVEL. Después hay que comprobar si el disparo normal muestra la misma sensibilidad (Indicación NORM iluminada). Será necesario ajustar el nivel de LEVEL. Pulsando la tecla SLOPE +/- el inicio de la línea debe de cambiar a la parte descendente de la señal. El HM604-3 debe de efectuar el disparo interno de forma impecable para señales senoidales con una altura de imagen de aprox 5mm. y un ajuste de acoplamiento de entrada en DC o AC hasta una frecuencia de repetición de 100MHz (acoplamiento de disparo en HF).

Para el disparo externo (indicación EXT. iluminada) se precisa como mínimo una tensión de aprox. 0,1Vpp (sincrónica a la señal Y) en el borne TRIG.INP..

El disparo de TV se controla con una señal de vídeo con polaridad libremente elegible. Para ello se deberá seleccionar el modo de disparo en TV-L o TV-F y elegir un coeficiente de desvío de tiempo idóneo. La pendiente de disparo se deberá seleccionar correctamente mediante la tecla de SLOPE (\pm). Es válida para las dos presentaciones.

El disparo de TV es correcto, cuando se puede variar la amplitud de la totalidad de la señal de vídeo en modo de presentación de frecuencia de línea y de imagen entre 0,8 y 6 div., manteniendo una presentación estable.

Si se dispara interna o externamente una señal senoidal sin componente de tensión continua, la imagen no debe desplazarse en sentido horizontal al seleccionar el disparo 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 (0,2ms/div. hasta 10ns/div.) ambas trazas en pantalla se sobreponen exactamente, no debe aparecer ningún cambio de imagen al conmutar de fuente interna de disparo TRIG.1 a TRIG.2 o al seleccionar el modo de disparo (TRIG) de AC a DC.

El control del disparo de red (50-60Hz) en la posición ~ del conmutador TRIG. es posible 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 atenuador 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 hay que asegurarse que el trazo tenga como mín. 10div. de largo. Sino se puede ajustar su longitud mediante el potenciómetro X1 (ver plan de ajustes). Este ajuste debe efectuarse trabajando con un coeficiente de tiempo (TIME/DIV.) de 20 μ s/div. Antes de comenzar a ajustar, se deberá tener posicionado el ajuste fino de tiempo en su posición de tope derecha y desactivar la expansión de X x 10. Esto es válido hasta haber controlado todos los márgenes de tiempo.

Además se deberá controlar que el desvío de tiempo se presente de izquierda a derecha. Para esto se deberá posicionar el trazo mediante X-POS al centro de la reticulación horizontal y posicionar el coeficiente de desvío (TIME/DIV.) en 0,1s/div. (Importante sólo 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 $\pm 0,1\%$ de la frecuencia ajustada. Para los valores de tiempo del HM604-3 se especifican tolerancias de $\pm 3\%$, 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 valoración correcta, la punta del primer ciclo se sitúa exactamente sobre la primera línea vertical de la retícula con ayuda del control X-POS. La tendencia hacia posibles diferencias se observará después de los primeros ciclos.

Para efectuar controles de rutina en la base de tiempos frecuentemente en un número mayor de osciloscopios, es conveniente utilizar un calibrador de osciloscopios. Este lleva un generador de marcas de cuarzo, que suministra para cada margen de tiempo impulsos con una distancia de 1div. Se debe tener en cuenta de trabajar con este tipo de impulsos en modo de disparo normal (manual) y ajuste de nivel de disparo.

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

0.5s/div. - 2Hz	0.1ms/div. - 10kHz
0.2s/div. - 5Hz	50µs/div. - 20kHz
0.1s/div. - 10Hz	20µs/div. - 50kHz
50ms/div. - 20Hz	10µs/div. - 100kHz
20ms/div. - 50Hz	5µs/div. - 200kHz
10ms/div. - 100Hz	2µs/div. - 500kHz
5ms/div. - 200Hz	1µs/div. - 1MHz
2ms/div. - 500Hz	0.5µs/div. - 2MHz
1ms/div. - 1kHz	0.2µs/div. - 5MHz
0.5ms/div. - 2kHz	0.1µs/div. - 10MHz
0.2ms/div. - 5kHz	0.05µs/div. - 20MHz

Si se pulsa la tecla X-MAG.x10 aparece un ciclo sólo cada 10 div. ($\pm 5\%$) (ajuste fino de tiempo en posición de tope derecha., medida con 5µs/div.). La tolerancia, sin embargo, es más fácil de medir en la posición 50µs/div. (un ciclo por div.).

Tiempo de HOLDOFF

Una medición cuantitativa de la variación del tiempo HOLD-OFF no es posible sin intervención en el aparato. Sólo se puede comprobar la oscuridad del trazo (sin señal de entrada con disparo automático). Para esto se debe ajustar el conmutador de TIME/DIV y su ajuste fino en su tope derecha. Entonces el trazo debe de ser más claro cuando el botón de ajuste está en su posición de tope de izquierda y en la derecha más oscuro. El ajuste de DEL.POS -HOLDOFF tiene la función de Holdoff, cuando no se ilumina la indicación de DELAY.

Tester de componentes

Después de pulsar la tecla COMPONENT TESTER debe aparecer una línea horizontal de 8 div. de longitud aprox. con el borne CT abierto. Si se conecta el borne CT con uno de los bornes de masa, debe aparecer una línea vertical de unos 6div. de altura aproximadamente. Estas medidas pueden variar algo, ya que dependen entre otros de la tensión de red.

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 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 TR situado a la izquierda bajo la pantalla. Generalmente el margen de rotación es asimétrico. Sin embargo, es aconsejable comprobar que la línea se pueda inclinar hacia ambos lados con el trimer TR.

Para el HM604-3 con la caja cerrada es suficiente un ángulo de $\pm 0,57^\circ$ (1mm de diferencia de altura por 10 div. de longitud del haz) para compensar el campo magnético de la tierra.

Información general

Las siguientes instrucciones deben servir de ayuda al técnico de electrónica al corregir las diferencias con respecto a los datos técnicos del HM604-3, 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. Para más información llame o escriba a HAMEG. Estamos tan cerca como su teléfono. Las direcciones y números de teléfonos figuran al final del presente manual. Aconsejamos que para las reparaciones envíen los aparatos en su embalaje original (ver también «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.

Al intervenir en el interior del HM604-3 hay que tener en cuenta, que la tensión total de aceleración del tubo es de aprox. -2kV y +12kV y la de las etapas finales de aprox. 115V y 65V. Tales potenciales se encuentran en el zócalo del TRC así como en el circuito impreso superior, inferior, en el situado directamente junto al tubo y detrás de éste. 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 no sólo provocan la destrucción de diversos semiconductores, sino a su vez la del optoacoplador. Por la misma razón es muy peligroso conectar condensadores en estos puntos con el aparato encendido.

Atención

Los condensadores en el interior del aparato pueden seguir cargados aunque el aparato ya se haya desconectado de todas las fuentes de tensión.

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 cada intervención en el aparato, este debe de pasar por un control de tensión de 2200V de continua (caja cerrada y tecla de power pulsada y superficies metálicas accesibles contra los dos polos). Este control es peligroso y precisa de una persona cualificada. Además se debe comprobar la impedancia entre el enchufe de protección y cualquier parte metálica del osciloscopio. No debe sobrepasar $0,1\Omega$.

Alimentación

Todas las tensiones necesarias se estabilizan electrónicamente en la fuente conmutada del HM604-3. La tensión +12V nuevamente estabilizada es ajustable. Se utiliza como tensión de referencia para la estabilización de los -12V 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 ($>10M\Omega$) 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 máxima y mínima

Para su ajuste, hay dos trimers en el circuito impreso de la fuente de alimentación. (ver plan de calibración). El ajuste sólo deberá efectuarse con un destornillador debidamente aislado (¡precaución, alta tensión!). Los dos trimers son dependientes entre sí. Por esta razón se deben efectuar los ajustes varias veces. Después del ajuste hay que controlar si el haz también se puede oscurecer con la tecla X-Y pulsada. Si el ajuste es correcto, deberán cumplirse las condiciones descritas en el plan de chequeo.

Astigmatismo

En el circuito impreso CRT (cuello del CRT) se encuentra un trimer de $47k\Omega$ con el que se puede corregir el astigmatismo, es decir, la relación entre enfoque vertical y horizontal (ver plan de calibración).

El ajuste correcto depende también de la tensión de las placas Y (aprox. +42V). 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 potenciómetro del astigmatismo de $47k\Omega$. 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.

Búsqueda de anomalías

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 y +12kV), así como la tensión de alimentación para las etapas finales 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 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. 71V). 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.

Interfaz RS232 - Control a distancia

El osciloscopio lleva en la parte posterior una conexión de RS232, conector D-SUB de 9 polos. A través de esta conexión bidireccional, se pueden enviar parámetros de ajuste desde un PC al osciloscopio, o se pueden llamar por el PC. El disquete adjunto contiene programas de demostración.

El PC y el interfaz se conectan mediante un cable de 9 polos (conexión 1:1). Su longitud máx. es de 3 metros. Los pins para el interfaz RS232 quedan conexionados de la siguiente manera:

Pin

- 2 Tx Data (Transmisión de datos del osciloscopio a un aparato externo)
- 3 Rx Data (Recepción de datos de un aparato externo al osciloscopio)
- 5 Ground (Potencial de referencia, conectado a través de osciloscopio (clase de protección I) y el cable de red con el conducto de protección).

La variación máxima de tensión en pin2 ó 3 es de $\pm 12V$. Los parámetros para la conexión son:

N-8-2 (8 bits de datos, ningún bit de paridad, 2 bits de stop, protocolo de XON/XOFF.)

Ajuste de la velocidad en baudios.

Los baudios se ajustan automáticamente en los márgenes entre 110 y 19200 baudios.

El osciloscopio reconoce el primer CR (0Dhex) enviado por el ordenador después del primer POWER-UP (puesta en marcha del osciloscopio) y se ajusta automáticamente. A continuación el osciloscopio emite el RETURNCODE: 0 CR LF al PC. Así el osciloscopio queda en modo REMOTE (control a distancia) y sólo se puede controlar prácticamente a través de la conexión RS232, con excepción de los mandos relacionados en el 2º párrafo de mandos de control. Esta situación permanece hasta que se desconecta el osciloscopio (POWER-DOWN), se pulsa la tecla AUTO-SET o el osciloscopio recibe la orden RM=0.

Si el osciloscopio no reconoce CR como primer signo, se pone TxD a Low por aprox. 0,2ms y se genera un error .

Transmisión de datos

Después de haber ajustado correctamente la velocidad de baudios, el osciloscopio queda en modo control

remoto (Remote) y está preparado para recibir órdenes. Quedan a disposición las siguientes órdenes:

Tabla 1
Definición de signos para las órdenes

Consulta	?	consulta los parámetros
Coordinar	=	ajusta el parámetro
Estado	:	suministra los parámetros actuales
Datos binarios	(b)	el campo de datos es binario 1Byte
Datos ASCII	(a)	el campo de datos son datos ASCII
Número ASCII	(n)	parámetro entero de ASCII
Datos binarios	(array)	el campo de datos es binario
Signo de finalizado	(CR LF)	retorno del carro y/o insertar línea
Returncode	(R)	parámetro ASCII

Tabla 2
Tabla de órdenes:

Orden: PC→Osc.	Retorno Osc.→PC	Descripción
ID?	ID: Datos (CR LF)	Los datos contienen: Modelo: Fabricante
(CR)	(R)(CR LF)	Posicionamiento en control remoto. Ajuste de los baudios
TRSTA?	TRSTA: (b)(CR LF)	Consulta del estado de disparo D0
TRSTA=(b)	(R)(CR LF)	Reset disparo
RM?	RM:(a)(CR LF)	Consulta del estado de control remoto
RM=(a)(CR LF)	(R)(CR LF)	Modificar el estado de control remoto
LK?	LK= (a)(CR LF)	Consulta bloqueo de tecla local, LK:1 → bloqueado LK:0 → libre
LK=(a)(CR LF)	(R)(CR LF)	Ajustar bloque tecla local (Auto Set)
VER?	VER: (a)(CR LF)	Consulta versión de software
HELP?	HELP:(a)(CR LF)	Suministra lista de las órdenes con ayuda
DDF?	DDF:(array)	consulta campo de datos del aparato
DDF=(array)	(R)(CR LF)	campo de nuevos datos al osciloscopio.
SAVEDF=(n)	(R)(CR LF)	Guarda campo de datos del aparato en memoria n (1-6)
RECDF=(n)	(R)(CR LF)	Lee campo de datos del aparato en memoria n (1-6)
POSY1?	POSY1:(b)	Consulta posición CH1
POSY1=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste posición CH1
POSY2?	POSY2:(b)	Consulta posición CH2
POSY2=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste posición CH2
VARY1?	VARY1:(b)	Consulta CH1 VARI-GAIN
VARY1=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste CH1 VARI-GAIN
VARY2?	VARY2:(b)	Consulta CH2 VARI-GAIN
VARY2=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste CH2 VARI-GAIN
VARTB1?	VARTB1:(b)	Consulta TB1 TIME-VAR
VARTB1=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste TB1 TIME-VAR
TRLEV?	TRLEV:(b)	Consulta de nivel de disparo
TRLEV=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste de nivel de disparo
XPOS?	XPOS:(b)	Consulta posición X
XPOS=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste de posición X
CH1?	CH1:(b)	Consulta ajuste CH1
CH1=(b)	(R)(CR LF)	Ajustes de CH1
CH2?	CH2:(b)	Consulta ajuste CH2
CH2=(b)	(R)(CR LF)	Ajustes de CH2
MODE?	MODE:(b)	Consulta ajuste básico del osciloscopio.
MODE=(b)	(R)(CR LF)	Ajuste básico del osciloscopio
TB1?	TB1:(b)	Consulta ajuste básico de TB
TB1=(b)	(R)(CR LF)	Ajustar base de tiempos
TB2?	TB2:(b)	Consulta TB con retardo (DEL,DELTR)
TB2=(b)	(R)(CR LF)	Ajustar base de tiempos
TRIG?	TRIG:(b)	Consulta parámetros de disparo
TRIG=(b)	(R)(CR LF)	Ajusta parámetros de disparo
TRVAL?	TRVAL:(array)	suministra valores de pico del amplificador de trigger, 16bit Integer 1.palabra valor pico+ 2.palabra valor pico - 3.palabra valor p-p 4.palabra potencial de ref. para valor de pico pos. o negativo valores:aprox. 20mV/LSB y 250mV/DIV.

Las ordenes hacen volver los parámetros o un código RETURN. Se debe esperar la llegada de este, antes de enviar una nueva orden al osciloscopio, sino se puede sobrecargar la memoria buffer. El ajuste del osciloscopio se realiza mediante el campo de datos del aparato (DeviceDataField DDF) como array binario.

A cada Byte de este campo de datos se puede acceder también a través de órdenes individuales.
 La configuración del campo de los datos del aparato y de las órdenes correspondientes se indican en la tabla siguiente.

Tabla3
Campo de datos del aparato
con órdenes individuales

Orden:	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CH1	GND	AC	INV1	ON	VALUE contador 0-13			
CH2	GND	AC	INV2	ON	VALUE contador 0-13 mv/DIV = 0000 20V/DIV = 1101			
MODE	CT	XY	A-TR	CHOP	ADD	0	TR-SOURCE 00=Y1 01=Y2 1x=EXT	
TB1	x10	0	0	TB-A	TIME contador 1-26 50ns/DIV = 00 bis 0,5s/DIV = 15hex			
TB2	0	DEL-MODE off = 00 SEA = 01 DEL = 10 DTR = 11		TB-B	TIME contador 1-26 50ns/DIV = 00 bis 50ms/DIV = 12hex			
TRIG	±	0	P-P	NORM	0	COUPLING 0-6 AC=00, DC=01 HF=02, LF=03 LINE=04 TVimagen=05 TVlinea=06		
TRLEV			8-BIT					
VARTB1			8-BIT					
VARY2			8-BIT					
VARY1			8-BIT					
XPOS			B-BIT					
POSY2			8-BIT					
POSY1			8-BIT					

El campo de datos se comprueba internamente en búsqueda de incongruencias y se protocola en código RETURN.

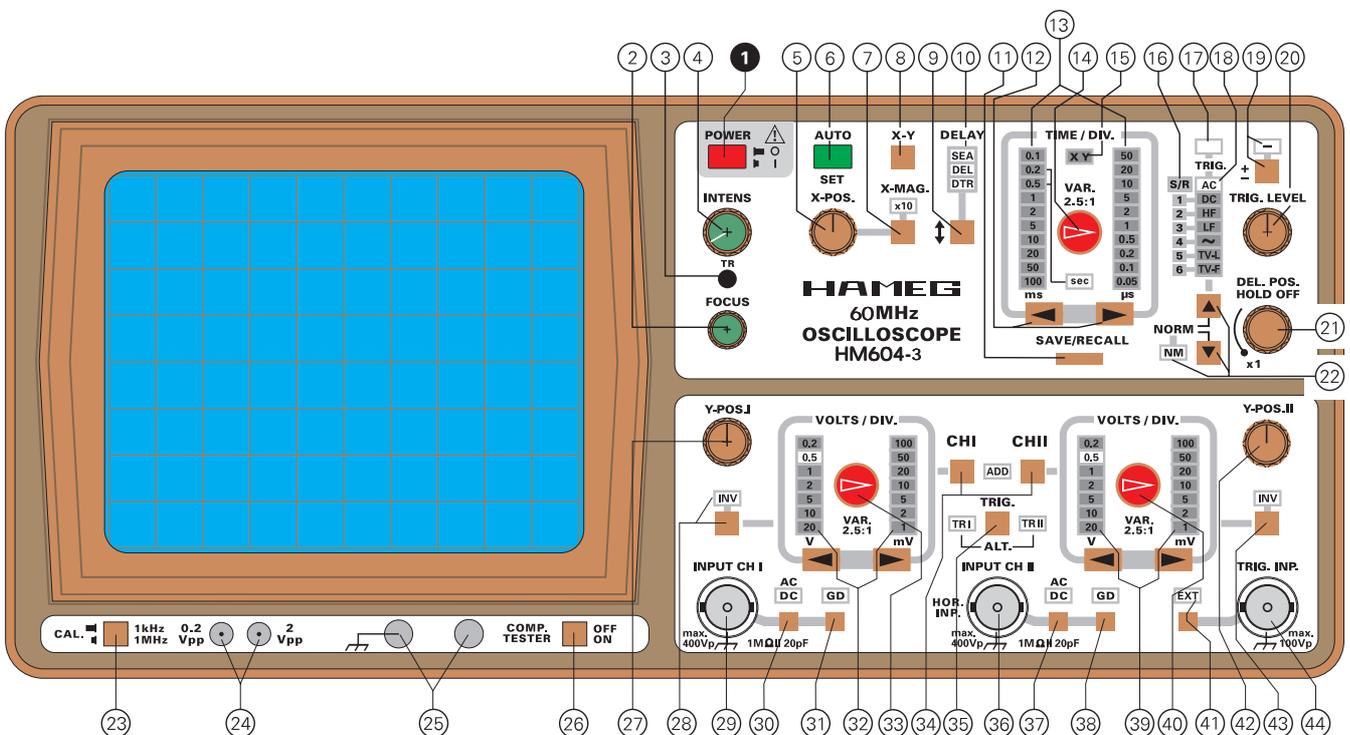
Los siguientes códigos de RETURN quedan implementados:

- 0=ningún error
- 1=syntax error
- 2=data error
- 3=buffer overflow
- 4=bad data set

Mandos del HM604-3 (Descripción abreviada de la carátula)

① Power (tecla)	Interruptor de red En marcha=I/ Apagado=0	⑲ ±(SLOPE) (tecla + indicación)	Elección del flanco de disparo e indicación de dirección del flanco. Pendiente descendiente se ilumina "-", sino es pendiente ascendiente.
② Focus (botón)	Ajuste de la luminosidad del haz (brillo)	⑳ TRIG.LEVEL (botón)	Ajuste del punto de disparo en disparo autom. sobre picos y disparo normal.
③ TR	Trace Rotation (rotación del haz). Compensa el magnetismo terrestre. Nivelación horizontal del haz.	㉑ DEL.POS. HOLD OFF (botón giratorio)	Ampliación del tiempo HOLDOFF entre los periodos de desvío. Tiempo mínimo en posición tope izquierda(x1) En Delay para ajuste fino de tiempo retardado.
④ INTENS	Ajuste de la luminosidad del haz (brillo)	㉒ NORM (indicación) (teclas + indicación)	Conmutación de disparo autom. sobre valores de pico (LED apagado) a disparo normal (NM se ilumina) y viceversa. Pulsar ambas teclas al momento. Pulsación individual conmuta acopl. de disparo o memoria.
⑤ X-POS (botón)	Para el desplazamiento del haz en dirección horizontal.	㉓ 1kHz/1MHz (tecla)	Frecuencia de la señal del calibrador.(24). Pulsada: aprox. 1MHz.
⑥ AUTO SET (tecla de pulsar)	(RS232/Local) Ajustes automáticos dependiente de la señal de entrada.	㉔ 0,2 / 2Vpp (bornes de test)	Salida con cuadrada del calibrador; ajuste de frecuencia (23).
⑦ X.MAG x10 (tecla + indicación)	Expansión del eje X por el factor 10 (indicac. se ilumina) res. máx.=5ns/div.	㉕ COMP.TESTER (bornes de 4mm)	Conectar el componente con el borne de test y de masa.
⑧ X-Y	Conmuta de modo Yt a XY. Se ilumina (15) En XY desvío horizontal por entrada CH2 (36). Indicación de origen de disparo se apaga.	㉖ COMP.TESTER (tecla)	Conmuta a modo de comprobador de componentes y viceversa (no se ilumina ninguna indicación en el campo de TIME/DIV.)
⑨ DELAY (tecla de pulsación)	Selección del modo de retardo. Indicación por (10). Sólo eficaz con SEA, DEL y DTR. Ajuste del retardo con DEL.POS.(21) y coeficientes de tiempo (12)	㉗ Y-POS. 1 (botón)	Ajuste mecánico de la posición vertical del trazo para canal 1. Se puede sobregabar con AUTOSET y RECALL eléctricamente.
⑩ DELAY (Indicaciones)	Indicación de modo DELAY: apagada=activo, SEA=elegir tiempo de retardo, DEL=presentación retardada, DTR=pres. retard. con disparo posterior	㉘ INV (tecla + indicación)	Cada pulsación cambia la polaridad de canal 1. Si la indicación se ilumina= presentación con polaridad invertida. En combinación con ADD= presentación de la resta. No influye al disparo.
⑪ SAVE/RECALL (tecla de pulsación)	Llamada de la memoria de ajustes por pulsación. Se trabaja con la memoria con LED intermitente (18) de la escala (16). Selección de memoria con teclas NORM (22). Pulsación corta=llamar, larga= memorizar.	㉙ INPUT CH1 (borne BNC)	Entrada para señal de canal 1.
⑫ TIME/DIV. (tecla de pulsación)	Determina los coef. de tiempo. Tecla izquierda: reduce la velocidad, derecha: aumenta la velocidad. Margen de la base de tiempos: 0,5s - 0,05µs/div. Utilización como ajuste del tiempo retardado en modo DELAY SEARCH. Indicación (13)	㉚ AC / DC (tecla + indicación)	Acoplamiento de señal para canal 1. Conmuta con cada pulsación. DC (iluminado)=acoplamiento directo. AC (oscuro)=acoplamiento a través de un condensador.*
⑬ TIME/DIV. (Escala indicación)	Indicación del coeficiente de tiempo. En el margen de segundos se ilumina también la indic. "sec". Si parpadea = sin calibrar.	㉛ GD (tecla + indicación)	Cada pulsación conmuta. GD (iluminado)=entrada cortada y amplificador en corto circuito. GD (oscuro)= señal pasa al amplificador.
⑭ VAR. 2,5:1 (botón)	Ajuste fino de la base de tiempos. Reduce el desvío de tiempo por el factor 2,5 en su pos. tope izquierdo. Para mediciones en tiempo posicionar en tope derecho=calibrado.	㉜ VOLTS / DIV. (tecla + indicación)	Determinar el coeficiente para canal 1 (sensibilidad) Accionar tecla izquierda=reducir sensibilidad. tecla derecha= aumentar sensibilidad. Margen de 20V/div - 1mV/div en secuencia 1-2-5. Parpadeo de la indicación= no calibrado.
⑮ XY (indicación)	Iluminación de la indicación =modo XY, sin indicación de coeficientes de tiempo.	㉝ VAR. 2,5:1 (botón)	Ajuste fino de la amplitud (canal 1). Reduce la amplitud en posición tope izquierda por factor 2,5. Para medidas de amplitud dejar en tope derecho=calibrado.
⑯ S/R 1-6 (Escala)	Indicación de la memoria utilizada se indica por parpadeo de la indicación de acoplamiento de disparo.	㉞ CH1 / CH2 (Tecla + indicación ADD)	Determinan el modo de funcionamiento: mono canal 1, mono canal 2, DUAL y ADD (suma/resta algebraica).Indicación de modo de funcionamiento por VOLTS/div e indic. ADD. En modo Yt o XY se ilumina por lo menos un coef. de desvío. Conmutación de MONO 1 a MONO 2: tecla CH 2 (DUAL), entonces pulsar CH1 (desconecta canal1). Con Mono y disparo interno utiliza la fuente de disparo del canal. Modo de suma: pulsar CH 1 y CH2 simultáneamente (ADD se ilumina); otra pulsación desactiva ADD.
⑰ TRIG. (Indicación)	Indicación de disparo se ilumina con una señal de disparo acoplada.		
⑱ Acoplamiento de disparo (Indicación)	Indica por iluminación constante el acoplamiento elegido con la tecla NORM (22: AC<20Hz-100MHz, DC 0-100MHz, HF 1,5kHz-100MHz, LF 0-1,5kHz, -: disparo de red, disparo señal de vídeo pos. y neg. para TV-L (línea) y TV-F (imagen).		

35	TRIG. (tecla + indicación)	Conmutación de fuente de disparo en disparo interno. Conmuta entre TR1 (canal1=fuente) y TR2 (canal2=fuente) con cada pulsación en modo DUAL; pulsación larga=disparo alternado (TR1 y TR2 iluminados). Otra pulsación desactiva el disparo alternado. Con disparo exterior, desactivados los modos de XY y COMP.TESTER.	39	VOLTS/DIV. (tecla)	Determinar el coeficiente de desvío para canal 2 (sensibilidad). Resto ver (32).
36	INPUT CH 2 (borne BNC)	Entrada de señal de canal 2.	40	VAR. 2.5:1 (botón)	Para el ajuste fino de la amplitud Y (canal 2) Resto ver (33).
37	AC / DC (tecla + indicación)	Acoplamiento de señal de entrada para canal 2. Resto ver (30).	41	EXT (tecla + indicación)	Conmuta con cada pulsación entre disparo interno y externo. Indicación ext. iluminada=disparo externo por borne (44).
38	GD (tecla + indicación)	Conmuta con cada pulsación. GD (iluminado)= paso de señal interrumpida y amplificador en cortocircuito. GD (oscuro)= señal entra al amplif.	42	Y-POS. 1 (botón)	Ajuste manual de la posición vertical del trazo para canal 2. Puede sobrescribirse por AUTOSET y RECALL.
			43	INV (tecla + indicación)	Cada pulsación conmuta la polaridad de canal 2 (no en modo XY). Resto ver (28).
			44	TRIG. INP. (borne)	Entrada para señal exterior de disparo, cuando se ilumina la indicación EXT.



Instrucciones abreviadas

Puesta en funcionamiento y ajustes previos

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

Conectar a la red y pulsar **POWER** (a la derecha de la pantalla). Símbolo: **I = en marcha**

El osciloscopio parte de los ajustes utilizados durante el último funcionamiento.

Los diodos luminosos indican el estado de funcionamiento.

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

Si no se visualiza un trazo, pulsar tecla **AUTO SET** y conmutar a modo Yt de la base de tiempos.

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

Funcionamiento del amplificador vertical

Canal1(Mono1): Pulsar tecla **CH1** para que se ilumine un coeficiente del atenuador de entrada (**VOLTS/DIV**)(izquierda). Si también se ilumina canal2, pulsar una vez tecla **CH2** para desconectarlo.

Canal II(Mono2): Pulsar tecla **CH2** para que se ilumine un coeficiente del atenuador de entrada (**VOLTS/DIV**). del canal2 (derecha).

DUAL(Canal I y II): Pulsar teclas **CH1** y **CH2** de tal forma que se iluminen las escalas de los atenuadores de entrada de canal 1 y 2. Suma:

Canal 1+2 o canal -1-2 (suma): en modo Dual pulsar a la vez las teclas **CH1** y **CH2** hasta que se ilumina **ADD**. Pulsar las teclas **INV** de los dos canales de forma que estén las dos indicaciones encendidas o apagadas.

Canales -1+2 ó +1-2(resta): Pulsar en modo **DUAL** las teclas **CH1** y **CH2** a la vez, hasta que se ilumina la indicación **ADD**. Pulsar las teclas **INV**, para que sólo se ilumine la indicación INV de canal 1 ó 2.

Se abandona el modo de suma pulsando a la vez tecla **CH1** y **CH2**. Se apaga la indicación **ADD** y se establece modo **DUAL**.

Funcionamiento del disparo

Seleccionar el modo de disparo con ambas teclas **NORM**.

Indicación **NM** apagada: Disparo automático sobre valores de pico <20Hz - 100MHz.

Indicación **NM** iluminada: Disparo normal (manual con nivel de disparo)

Dirección del flanco de disparo: elegir con tecla +/- . Indicación apagada = flanco ascendente, iluminación de - : flanco descendente.

Disparo interno: en monocanal correspondiendo automáticamente al canal seleccionado y señalizado por indicación **TR1** o **TR2**.

En **DUAL** y modo de suma (**ADD**) conmutar con una pulsación corta sobre **TRIG** entre **TR1**(fuente de disparo interna = canal1) y **TR2** (fuente de disparo interna = canal2).

Disparo alternado interno: Poner en marcha en modo **DUAL** mediante pulsación larga sobre TRIG las indicaciones de TR1 y TR2. La conmutación de canales se realiza entonces automáticamente en alternado. Se apaga el disparo en alternado pulsando nuevamente **TRIG**.

Disparo externo: Activar indicación EXT. mediante tecla; aplicar la señal de sincronismo (0,3Vpp-3Vpp) al borne **TRIG.INP**.

Disparo de red: Seleccionar con tecla **NORM** superior o inferior el símbolo~.

Seleccionar el acoplamiento del disparo **AC-DC-HF-LF-TV(-L)-TV(-F)** con tecla **NORM** superior o inferior.

Margen de frecuencias de disparo:

AC: <10Hz hasta100MHz; **DC**: 0-100MHz;**HF**: 1,5kHz-100MHz; **LF**: 0-1,5kHz.

TV-L: para separación de impulsos de línea de sincronismo de señales de video.

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

Escoger la dirección del flanco correctamente con tecla ± (**SLOPE**).

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

(Impulso de sincronismo ascendente corresponde +(indicación apagada), descendente - (indicación iluminada).

Observar la indicación de disparo: **LED** encima de **TRIG**.

Medición

Conectar la señal de medida a los bornes de entrada **CH.1** y/o **CH.2**.

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

Utilizar el ajuste automático **AUTO SET** o:

ajustar el acoplamiento de entrada de la señal de medida en **AC** o **DC**(iluminado).

Ajustar la imagen a la altura deseada mediante las teclas < o > del atenuador de entrada.

Seleccionar el coeficiente de tiempo con las teclas < o > de **TIME/DIV**.

Ajustar el punto de disparo con el botón **LEVEL** (disparo normal).

En su caso, sincronizar señales complejas o aperiódicas con un tiempo **HOLD-OFF** ampliado o con After Delay (**DTR**).

Medidas de amplitud: el ajuste fino Y en su tope derecho (calibrado).

Medidas de tiempo: el ajuste fino de la base de tiempos en su tope derecho (calibrado).

Expansión Xx10: pulsar la tecla **X-MAG.x10**, se ilumina la indicación x10.

Ampliación de una parte de la señal mediante el barrido retardable y disparo after delay:

indicación de **DELAY** apagada: indica modo normal sin barrido retardable. Cada pulsación de la tecla conmuta a la siguiente posición.

Posición **SEA**: **SEARCH** (buscar) muestra el comienzo del sector que se desea ampliar. Posición inicial con **DEL.POS**-. Posicionar ajuste fino o determinar con las teclas (<>) **TIME/DIV**.

Posición **DEL**: **DELAY** (retardar) muestra la señal retardada, con la posición **SEARCH** de inicio.

Elegir la ampliación de la señal ajustando el coeficiente de tiempo (**TIME/DIV**).

Posición **DTR**: **DELAY** y **TRIGGER** genera el inicio de la presentación de la señal después de consumido el tiempo de retardo y la posterior inicialización del disparo (normal). La dirección del flanco de disparo y el ajuste de **LEVEL** son activos.

Comprobación de componentes

Pulsar la tecla **COMP. TESTER**. Conectar el componente por dos conducciones a los bornes **COMP.TESTER** y masa.

Test en el circuito: Dejar el circuito libre de tensiones y desconectado de masa, desconectar el objeto a comprobar de red: desconectar otras conexiones (cables, sondas) con el HM604-3 y sólo entonces efectuar la comprobación.

HAMEG[®]

Instruments

Oscilloscopes
Multimeters
Counters
Frequency
Synthesizers
Generators
R- and LC-
Meters
Spectrum
Analyzers
Power Supplies
Curve Tracers
Time Standards

Germany

HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 0
Telefax (069) 6780513

France

HAMEG S.a.r.l

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (9) 3 4301597
Telefax (9) 3 3212201

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582)413174
Telefax (01582)456416

United States of America

HAMEG, Inc.

1939 Plaza Real
OCEANSIDE, CA 92056
Phone (619) 630 4080
Telefax (619) 630 6507

HAMEG, Inc.

266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855

Hong Kong

HAMEG LTD

Flat 1, 4/F.
Crown Industrial Building
106 How Ming St., Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236