

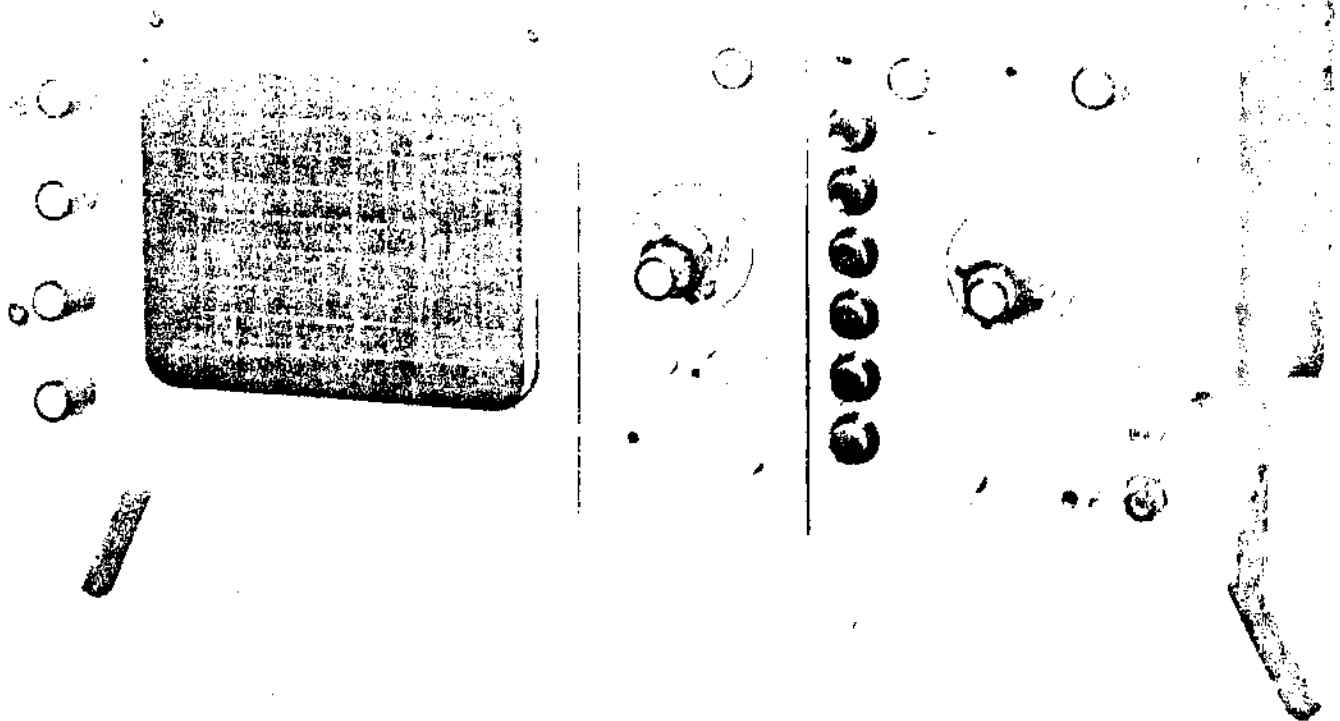


**OSCILOSCOPIO  
MODELO O M 410 B**

LABORATORIO DE INSTRUMENTACION ELECTRONICA

## OSCILOSCOPIO

MODELO OM 410 B



El osciloscopio OM 410B, es un instrumento de especial utilidad en el campo de la electrónica en general y, especialmente en aquellos casos en que se trabaje con circuitos lógicos o de impulsos de baja o media velocidad.

Tanto su canal vertical, como la base de tiempo se encuentran calibrados en las unidades correspondientes, lo que permite la medición rápida de cualquier parámetro del oscilograma.

## A) ESPECIFICACIONES TECNICAS

### AMPLIFICADOR VERTICAL

Ancho de banda	Con acoplamiento de CC CC-10 MHz en -3dB Con acoplamiento de CA 2 Hz - 10 MHz en -3dB
Tiempo de crecimiento	35 nS
Coefficiente de deflexión	10 mV/cm a 20 V/cm en pasos calibrados en relación 1-2-5 y vernier no calibrado.
Error en la medición	5 %
Impedancia de entrada	1 Megohm/40 pF. (con la punta opcional de baja capacidad, 10 Megohm/15 pF).
Máxima tensión de entrada	400 Vcc + picos
Balance de CC	Accesible desde el panel frontal.
Calibrador	1 Vpp $\pm$ 3 % 2 KHz - onda cuadrada.

### GENERADOR DE BASE DE TIEMPO

Alcance del barrido	0,5 $\mu$ S/cm. a 500 mS/cm. en 19 pasos calibrados y vernier no calibrado.
Error de medición	5 % (con 220 V en línea)
Expansión	X5 calibrado. Durante la expansión los extremos del oscilograma quedan dentro del alcance del control de desplazamiento.
Salida diente de sierra	Accesible en el panel frontal. 8 Vpp.

### CIRCUITO DE DISPARO

Modo de disparo	Trigger: La base de tiempo es disparada en presencia de señal. El nivel de disparo puede ser ajustado en el flanco positivo o negativo de la señal. Automático: La base de tiempo oscila libremente aún en ausencia de señal.
Señal de disparo	Interno: Mediante la señal del amplificador vertical. Externo: El acoplamiento es de CC. La impedancia de entrada es de 1 Megohm/10 pF.

TV Vertical	Intercala un separador de sincronismo e integrador en el circuito de disparo, que permite la sincronización de la señal compuesta de video, mediante los pulsos verticales.
Sensibilidad de disparo	Interno: 5 Hz a 10 MHz — 1 div máx. Externo: CC a 10 MHz — 1 Vpp máx.
Máxima tensión de entrada	400 Vcc + picos.

### AMPLIFICADOR HORIZONTAL

Ancho de banda	CC a 2 MHz (-3dB) sin expansión.
Coefficiente de deflexión	1 V/cm. (0,2 V/cm. con expansión)
Impedancia de entrada	50 Kohm/60 pF
Máxima tensión de entrada	50 Vcc + picos.

### TUBO DE RAYOS CATODICOS

Tipo	5 UPI F ó similar.
Area efectiva de la pantalla	8 x 10 cm.
Modulación eje Z	Accesible desde el panel posterior del instrumento. Para el borrado se necesitan de 10 a 100 V dependiendo de la posición del control de brillo.
Reticulado	Iluminado tangencialmente con escala de ganancias y pérdidas en dB.
Dimensiones y peso	Alto 17 cm. Ancho 38 m. Profundidad 43 cm (incluyendo controles) Peso 14 Kg.
Accesorios suministrados	1 punta de pruebas retráctil. 1 manual de instrucciones de operación y características técnicas.

## B) OPERACION

Considerando las particulares características del instrumento descrito, es recomendable, al poner en funcionamiento el equipo por primera vez, seguir las instrucciones dadas a continuación en lo referente a la posición de los controles.

### CANAL VERTICAL:

Posición	Punto medio de su recorrido
Atenuador	0,5 V/cm
CC/CA	CA
NORM/BAL	NORM.

### BASE DE TIEMPO

Posición	Punto medio
TRIGGER/AUTO	AUTO
Sincronismo	INT
Horizontal	INT

CONTROLES DEL TRC (brillo, foco, astigmatismo)  
Girados totalmente hacia la derecha.

Se encenderá el instrumento, y al cabo de unos instantes aparecerá en la pantalla el trazo horizontal producido por la base de tiempo. Ajuste los controles de foco y astigmatismo, para mejor definición.

### UTILIZACION DE LOS CONTROLES:

ATENUADOR VERTICAL. Está calibrado en Volt/cm, se deberá ajustar para obtener un oscilograma de 4 cm. de amplitud aproximadamente. La calibración indicada sólo es válida cuando el vernier central está girado totalmente hacia la derecha.

POSICION. Se ajustará para ubicar el oscilograma en el centro de la pantalla.

CA - CC. Selecciona el tipo de acoplamiento del canal vertical. El acoplamiento en alterna (CA), se utiliza en aquellos casos en que la señal a observar está superpuesta a un nivel de continua lo suficientemente alto como para colocar al oscilograma fuera del rango del control de posición.

Se deberá tener en cuenta que en la posición CA, la respuesta en baja frecuencia queda limitada a 2 Hz.

Cuando la señal a observar combina, baja frecuencia con alto contenido armónico (por ej. ondas cuadradas), se deberá utilizar acoplamiento de continua para no producir deformaciones en la señal debidas al efecto de diferenciación que produciría el capacitor intercalado en CA.

**NORMAL BALANCE.** En la posición BAL, se coloca a tierra la entrada del canal vertical, de esta forma es posible establecer el nivel de cero de la señal sin necesidad de desconectar la punta de prueba del circuito.

**BALANCE DE CC.** Se utiliza para compensar pequeños desbalances de tensión sobre la entrada del preamplificador vertical (generalmente por efectos térmicos). Para el reajuste del balance se procederá de la siguiente manera:

- Colocar el control NOR + BAL en la posición BAL y el atenuador vertical en la posición .01 V/cm.
- Girar el vernier de ganancia vertical de uno a otro extremo ajustando simultáneamente el potenciómetro marcado BAL CC hasta que el trazo no se desplace en sentido vertical.

**NIVEL.** El ajuste de este control permite variar el umbral de disparo del generador de base de tiempo en cualquier punto del flanco de la señal visualizada. Este control ajusta sobre el flanco ascendente o descendente de la señal dependiendo de la posición del control +/-.

**DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL.** Permite desplazar el oscilograma en el sentido horizontal.

**EXPANSOR HORIZONTAL (X1/X5).** Permite expandir en un factor de 5 el ancho del oscilograma. En estas condiciones, los extremos del mismo quedan dentro del alcance del control de posición.

**μS/mS.** Indica la unidad de tiempo correspondiente al valor leído sobre el selector TIEMPO/Cm.

**SELECTOR TIEMPO/Cm.** Conmuta 19 valores distintos de velocidad de barrido (500 mS a 0,5 μS/cm).

Los valores de tiempo indicados sólo son válidos cuando el vernier central se encuentra totalmente girado hacia la derecha.

**SELECTOR DE PENDIENTE (+/-).** Permite el disparo de la base de tiempo sobre la pendiente positiva o negativa de la señal visualizada.

**NORM/TV V.** Cuando se trabaja con una señal compuesta de video, se presenta el problema de la sincronización de la señal por medio de los pulsos de sincronismo de cuadro.

Con este selector en la posición TV, V, un circuito separador de sincronismo e integrador es intercalado en la base de tiempo, permitiendo que el disparo sólo se produzca en presencia de impulsos de sincronismo de cuadro.

**SINCRONISMO INT/EXT.** En la posición INT la base de tiempo es disparada por medio de una muestra de señal tomada del canal vertical.

En posición EXT, la base de tiempo puede ser disparada por medio de una señal externa aplicada en el terminal correspondiente.

**HORIZONTAL INT/EXT.** Es factible el acceso directo al amplificador horizontal, para ello se dispone de un conector tipo BNC accesible en el panel frontal del instrumento.

Al utilizar el osciloscopio en el modo XY, se deberá tener en cuenta que tanto el tiempo de tránsito como el corrimiento de fase que sufre la señal no son idénticos en ambos canales. Esto se deberá tener en cuenta en especial al trabajar con altas frecuencias.

**SEÑAL DE BARRIDO.** El diente de sierra generado por la base de tiempo es accesible desde el conector correspondiente sobre el panel frontal.

## C) APLICACIONES

### POSIBILIDADES DE APLICACION DE LOS OSCILOSCOPIOS CON BASE DE TIEMPO DISPARADA.

Los osciloscopios con base de tiempo disparada permiten, a diferencia de los de base de tiempo recurrente, la medición precisa del intervalo de tiempo transcurrido entre el flanco ascendente (descendente) y el flanco descendente (ascendente) de la señal visualizada, sea ésta de naturaleza recurrente o transitoria.

Entre sus posibilidades se encuentran:

- Visualización de un fenómeno eléctrico en función del tiempo.
- Visualización de una relación entre dos magnitudes eléctricas (XY, vectoscopio).
- Medir amplitudes de ondas alternas-niveles de tensión continua y frecuencias (por su inversa: intervalo de tiempo).
- Medir tiempos de transición y anchos de impulso.
- Empleo como display en trazadores de curvas.

### GENERAL

Para dar una idea general de las posibilidades del OM 410B. se hacen a continuación algunas consideraciones generales y se exponen algunos principios generales de la teoría de mediciones.

### AMPLIFICADOR ACOPLADO EN CC.

El amplificador vertical y asimismo el horizontal (X), se caracterizan por la ausencia de capacitores de acoplamiento interetapa.

Esto implica que una señal de CC aplicada a la entrada producirá una variación de la tensión en la salida  $N$  veces mayor (amplificador de tensión) con la polaridad de la tensión de entrada (amplificador no inversor).

Esto significa que un nivel de CC aplicado a la entrada desplazará la imagen (o la línea de base en caso de no aplicarse una tensión de alterna superpuesta), en forma proporcional a la entrada y en el sentido de la polaridad de la señal.

Como a la entrada va conectado un atenuador, con el que puede atenuarse la señal de entrada en pasos calibrados (la posición del atenuador indica la tensión de pico a pico necesaria a la entrada para obtener una imagen de 1 cm. de altura), puede medirse esta tensión continua midiendo el desplazamiento de la imagen.

Si por este desplazamiento la imagen queda fuera de la pantalla, es necesario reducir la sensibilidad del canal Y, avanzando el atenuador.

Cuando se supera empleando la punta directa el rango del atenuador, debe emplearse la punta de baja capacidad (atenuación 10:1).

El atenuador calibrado permite también la medición de la amplitud de una CA. Si esta CA resulta superpuesta a un nivel de continua lo suficientemente elevado como para no permitir su observación dentro del rango del control de posición, puede acoplarse la entrada en CA, permitiendo así la observación y medición de la CA sin superposición a un nivel de CC.



## DISPARO DE LA BASE DE TIEMPOS

Cuando se excita al generador de la base de tiempos, éste produce una tensión de deflexión horizontal en forma de diente de sierra. Para mantener estable el oscilograma y obtener una medición precisa, el generador, debe comenzar su exploración en el mismo nivel de tensión de la señal cada vez.

Puede considerarse entonces al generador de base de tiempos como un generador monoestable en el que la duración del diente de sierra se determina mediante el control TIEMPO/Cm, que cambia la constante de tiempo RC intercalada en el oscilador, y cuyo instante de disparo está determinado por cierto nivel de la tensión de entrada.

En el intervalo entre el retrazo del diente de sierra y el ciclo siguiente, el generador de base de tiempos permanece en posición de espera y se bloquea la emisión del TRC de forma tal que no aparezca el punto en la pantalla.

La tensión linealmente creciente para el barrido horizontal, se obtiene por carga de un capacitor a través de una fuente de corriente constante. El instante de comienzo del barrido (disparo) como así también el de retroceso, son controlados en forma digital mediante circuitos lógicos TTL, como se verá en el capítulo correspondiente a "Descripción del circuito".

Previamente al generador de la base de tiempos, se intercala un amplificador diferencial, del que puede obtenerse la señal con o sin inversión de fase (Control de pendiente).

Esta etapa, además de proveer ganancia de tensión, coloca la señal de disparo a un nivel de continua variable a voluntad mediante el control NIVEL. En esta forma, cualquier punto de la señal visualizada puede ubicarse en el valor de tensión necesario para el disparo del generador de base de tiempo.

Esto significa que mediante el control NIVEL, podrá explorarse la forma de onda observada hasta encontrar el punto en que se desea que comience la exploración (Fig. 1).

### Visualización de una señal compuesto de video:

Cuando se desea obtener un oscilograma estable de este tipo de señal, se presenta el problema de determinar en que instante de la señal conviene que se dispare la base de tiempos, ya que se encuentran combinados:

- a) Impulsos de sincronismo de cuadro (50 Hz).
- b) Impulsos de sincronismo de línea (15.625 Hz).
- c) Señales de pre y posecuación.
- d) Información de video.

Dado que los impulsos de sincronismo se encuentran entre el 75 y el 100 % de la amplitud de la señal, mientras que la información de video se halla entre el 10 y el 75 % de amplitud, es posible ignorar la segunda mediante el control NIVEL.

Pero todavía es necesario poder separar los impulsos de sincronismo de cuadro de los de línea.

Para ello se ha dispuesto previamente al amplificador de disparo, un filtro pasabajos intercalable a voluntad mediante el control marcado TV.V.

En esta forma, sólo la información de sincronismo de cuadro de 50 Hz ingresa al amplificador de disparo.

NOTA: Todo lo anterior es válido para el modo NORMAL de funcionamiento (trigger).

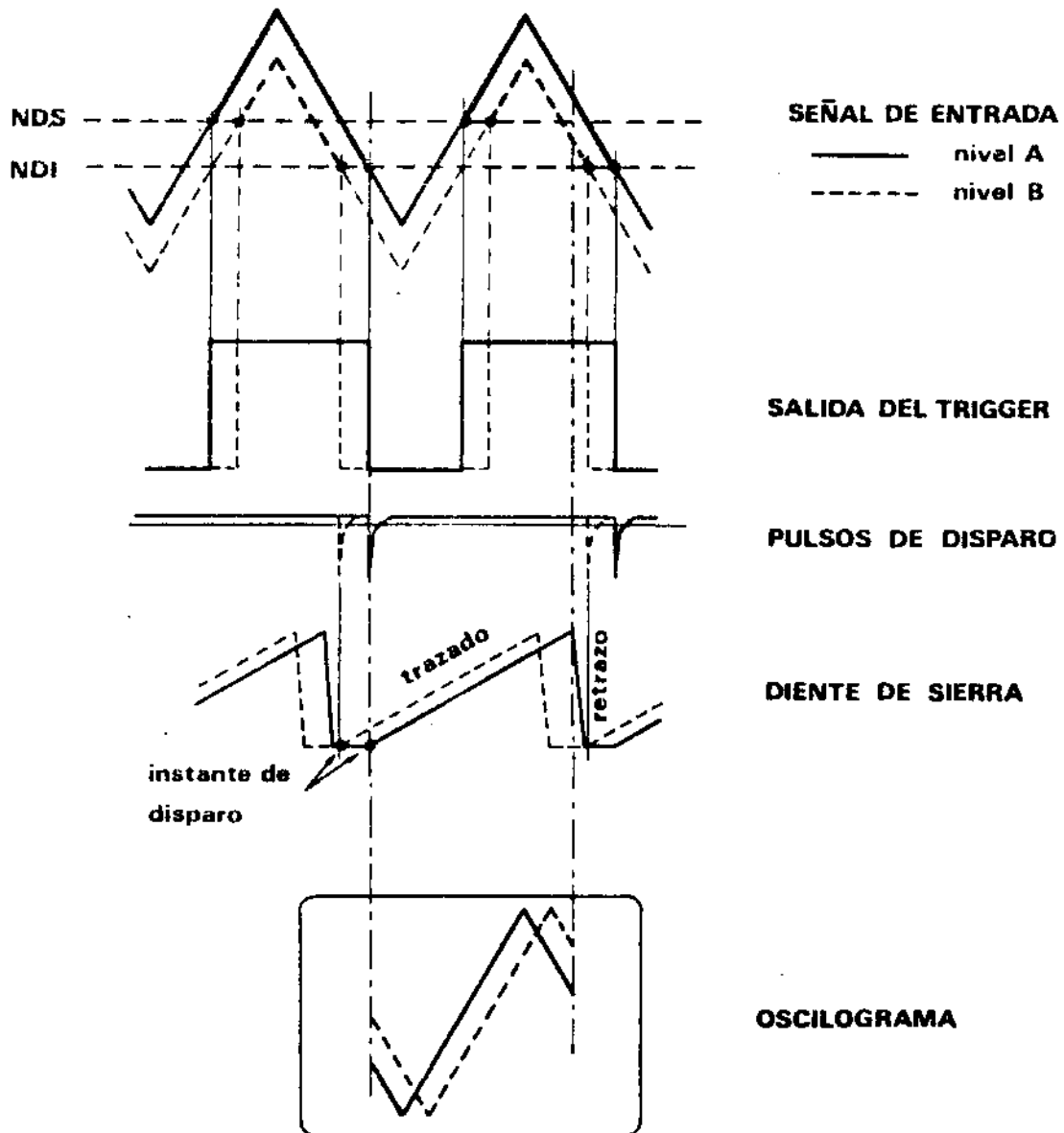


Fig1 Accion del control de nivel sobre el disparo

## TENSIONES RECTANGULARES.

Una onda rectangular se compone de una serie de ondas sinusoidales armónicas impares, cuya fundamental es similar a la frecuencia de la rectangular (Fig.3 ). Para poder reproducir sin distorsión una onda de esta clase, es necesario un amplificador de paso de banda mayor o igual a la armónica de orden superior en la que el error sea menor a un N % especificado, siempre y cuando no haya rotación de fase para el extremo alto de la banda pasante; para una onda cuadrada de 1 KHz será necesario un amplificador de 10 o más KHz de banda pasante. Si el amplificador sufre atenuación en el extremo alto de su banda de frecuencias, se producirá subimpulso y en el caso contrario (mayor amplificación en el extremo alto), se producirá sobreimpulso (Ver Fig. 2 ).

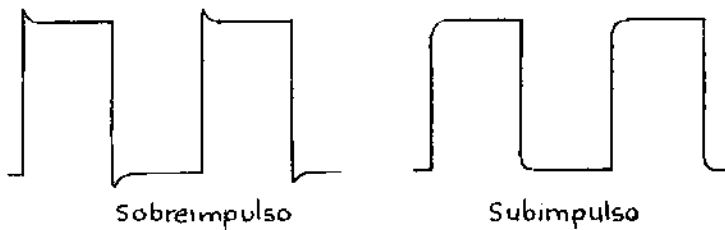


Fig2



Fig3

## VALORES DE TENSION

Puede medirse directamente sobre la pantalla del osciloscopio el valor pico a pico de una tensión alternada. Si la onda es perfectamente senoidal el valor eficaz es:

$$V_{ef} = \frac{V_{pp}}{2,82}$$

En el caso de que la onda no sea senoidal deberá aplicarse la fórmula general para una serie de Fourier.

## INFLUENCIA DEL GENERADOR.

Para estimar el error introducido en una medición por la impedancia de entrada del osciloscopio, deberá tenerse en cuenta que ésta aparece en paralelo con la carga y que en alta frecuencia se torna importante la parte imaginaria de la Z representada en este caso por una capacidad del orden de 40 pF. En caso de generadores con resistencias internas elevadas y/o alta frecuencia, deberá utilizarse la punta de baja capacidad con la que se presentará una impedancia de  $R_e = 10 \text{ Megohm}$  y  $C = 15 \text{ pF}$ .

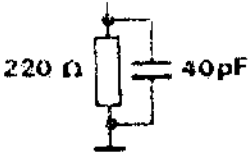
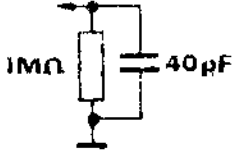
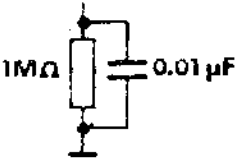
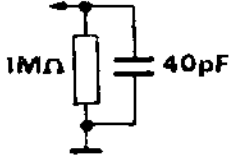
Circuito a medir	Osciloscopio punta directa	INFLUENCIA DE	
		R	C
 <p>220 <math>\Omega</math>      40 pF</p>	 <p>1M<math>\Omega</math>      40 pF</p>	despreciable	importante en alta frec.
 <p>1M<math>\Omega</math>      0.01 <math>\mu</math>F</p>	 <p>1M<math>\Omega</math>      40 pF</p>	grande error de medic. $\approx 50\%$	despreciable

Fig 4

### MEDICION DE AMPLITUDES Y TIEMPOS

Como la sensibilidad del amplificador vertical está determinada por un atenuador calibrado en pasos, es posible medir amplitudes mediante la cuadrícula incorporada al TRC.

**Medidas de amplitudes:** Con el vernier del atenuador en CAL, médase la cantidad de divisiones entre picos (Ver Fig. 9). Obsérvese la posición del atenuador, por ej. 1 V/cm. La amplitud es entonces:

$$\text{cant. de div pp} \times \text{posic del aten.} = 2 V_{pp}$$

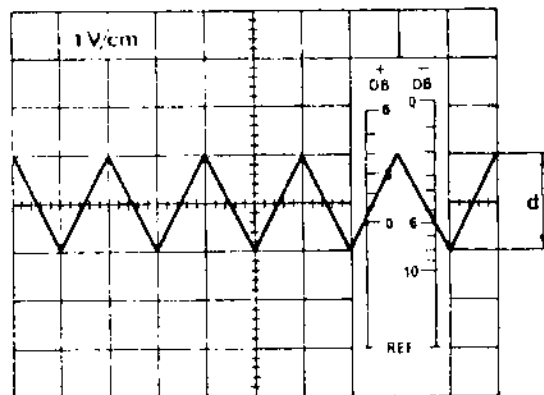
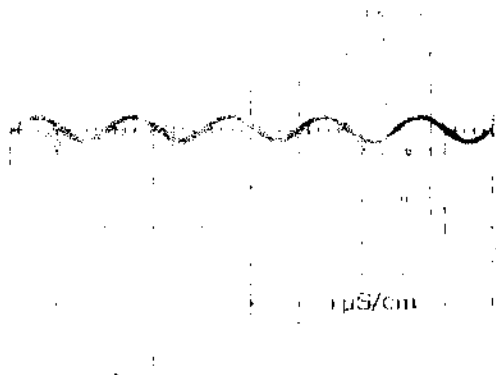


Fig 5

**Medida de tiempos:** Con el vernier de Tiempo/cm. en CAL, médase la cantidad de divisiones que ocupa un período (2 en el ej.). Obsérvese la posición de la llave mS/uS y de la llave TIEMPO/CM (por ej. uS x 1).

El período es entonces:

$$2 (\text{ancho del período}) \times 1 \mu\text{S} = 2 \mu\text{S}$$



**Medida del tiempo de crecimiento:** El tiempo de crecimiento ( $Tr = Rise\ Time$ ) del OM 410B es de 35 nS. Por lo tanto deberá tenérselo en cuenta para esta medición, cuando el  $Tr$  a medir esté dentro de ese orden de magnitud ( $1\ nS = 10^{-9}\ seg.$ ).

Con el vernier en CAL en la llave de TIEMPO/CM. determínese la posición de esta última, por ej.  $0,5\ \mu S/cm$ .

Mídase la longitud (cantidad de divisiones) de la proyección horizontal del impulso entre los puntos de ordenada 10 % y 90 % de la amplitud total de oscilograma (Ver Fig. 11).

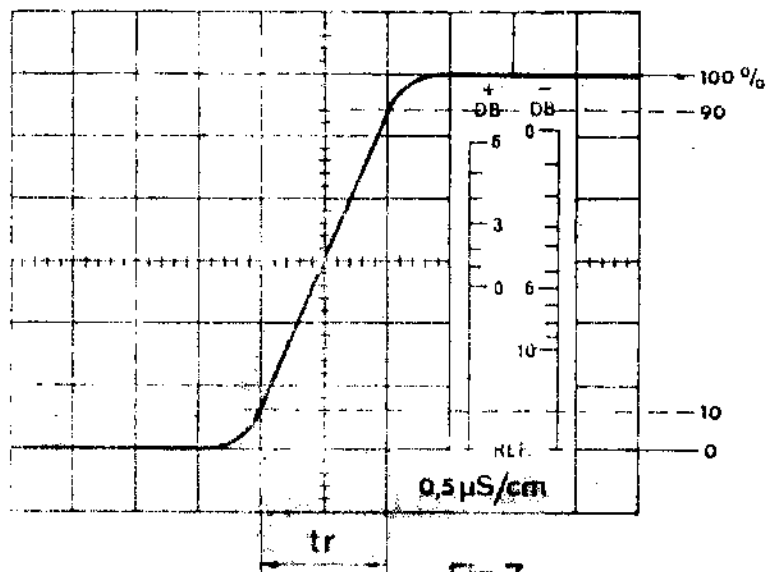
El tiempo de crecimiento será igual entonces a:

$$2 \times 0,5\ \mu S = 1\ \mu S$$

Como se dijo anteriormente, cuando el  $Tr$  a medir está dentro del orden del tiempo de crecimiento del osciloscopio, este último se deberá tener en cuenta. Para ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$Tr = Tr_o^2 + Tr_m^2$$

En donde:  $Tr$  = tiempo de crecimiento real  
 $Tr_o$  =  $Tr$  del osciloscopio  
 $Tr_m$  =  $Tr$  medido



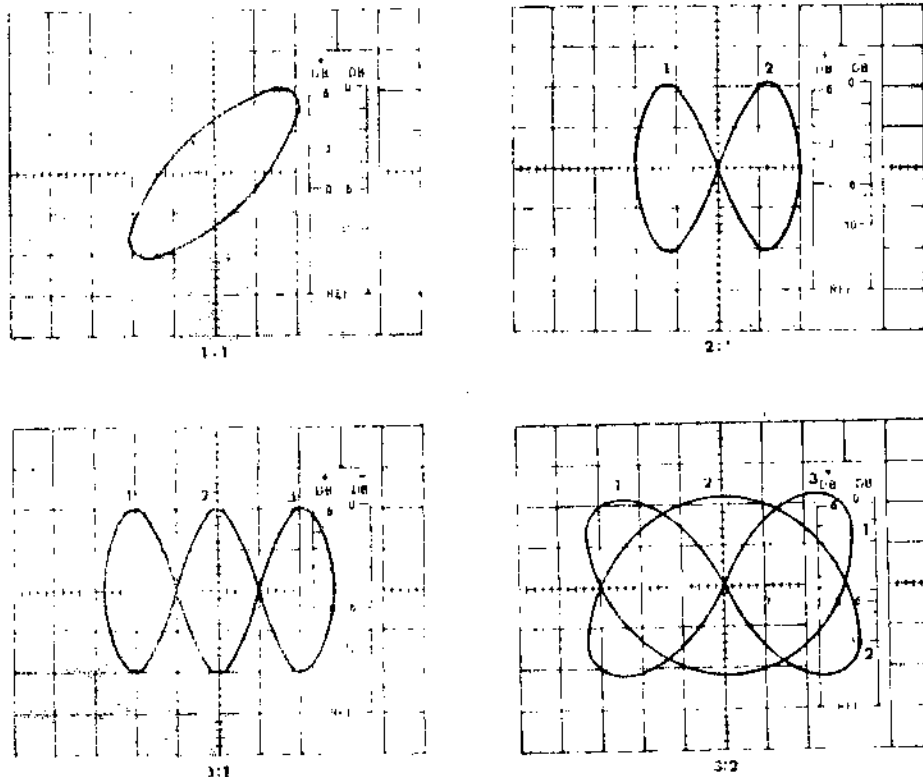
## MEDIDA DE FRECUENCIA.

Puede obtenerse la frecuencia mediante la inversa del período, según lo indicado en la Tabla 1, o bien medirse por comparación, por medio de las figuras de Lissajous (Ver Fig. 8.).

Por este último método se compara la frecuencia incógnita presente en el amplificador vertical con otra conocida procedente de un generador sinusoidal y aplicada al canal horizontal.

En la pantalla aparece una imagen que presenta cierto número de crestas en la parte superior y lateral del display, este número de elipsoides depende de la relación entre ambas frecuencias.

La frecuencia incógnita puede obtenerse entonces contando el número de crestas de la parte superior de la figura y determinando la relación con respecto al número de crestas laterales.



**Fig 8**

## TRAZADOR DE CURVAS

En combinación con generadores de barrido u otros circuitos, el osciloscopio permite representar gráficamente una tensión presente sobre diversos circuitos en función de la frecuencia.

- Curvas de respuesta de AM y de amplificadores y filtros de RF (barrido).
- Curvas de respuesta y discriminación de receptores de FM y TV (barrido).
- Relaciones cualesquiera XY (por ej. características corriente-tensión en válvulas y semiconductores con circuitos adecuados al efecto).

## RELACION TIEMPO-FRECUENCIA.

La característica de base de tiempo disparada de este instrumento, permite la calibración de la forma de onda observada, directamente en unidades de tiempo, o bien de frecuencia si el fenómeno es de carácter repetitivo.

Para la obtención de la frecuencia en Hz, se deberá utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{frecuencia (Hz)} = \frac{\text{magnificación X}}{\begin{matrix} (1) \text{ posición} & \text{longitud} \\ \text{tiempo/cm} & \text{ocupada por} \\ \text{(seg/cm)} & \text{1 ciclo} \end{matrix}}$$

o bien la tabla correspondiente.

EJEMPLO: si un ciclo de la señal ocupa 2 cm sobre el reticulado, con el selector TIEMPO/Cm en 1 mS, y el magnificador X en posición X1, tenemos que la frecuencia es:

$$\frac{1}{0,001 \times 2} = 500 \text{ Hz}$$

Y si el magnificador se encontrara en la posición X5, la frecuencia correspondiente sería:

$$\frac{5}{0,001 \times 2} = 2500 \text{ Hz}$$

NOTAS: (1) La lectura de TIEMPO/Cm sólo es válida con el vernier de frecuencia girado totalmente en el sentido horario.

$$(2) 1 \text{ seg.} = 10^3 \text{ mS} = 10^6 \text{ uS} = 10^9 \text{ nS}$$

TABLA 1: Relaciones frecuencia–tiempo

Tiempo/Cm (vernier en CAL)	Frecuencia - (un ciclo por cm)
500 mS	2 Hz
100 "	10 "
50 "	20 "
10 "	100 "
5 "	200 "
1 "	1000 "
5 "	2000 "
200 uS	10 KHz
50 "	20 "
10 "	100 "
5 "	200 "
1 "	1 MHz
0.5 "	2 "



## D) TEORIA DE OPERACION

### CANAL VERTICAL.

Preamplificador vertical: el preamplificador vertical provee la necesaria ganancia de tensión para excitar al amplificador vertical. Está precedido del atenuador por pasos 030-003 que en los pasos altos opera como atenuador resistivo compensado con capacidad en derivación y/o paralelo, y en los pasos de mayor sensibilidad actúa sobre la ganancia del preamplificador.

La etapa de entrada opera con TEC en configuración seguidor por fuente con generador de corriente constante: esto es, Q 401 opera como seguidor y su impedancia de fuente está constituida por Q 402. El ajuste provisto por R 424 (accesible sobre el panel, BAL CC) permite el ajuste del balance en CC del pre, variando la corriente de drenaje al variar la tensión compuerta fuente. Los diodos D 404/407 operan como protección contra sobretensiones negativas. Las sobretensiones positivas serán absorbidas por el diodo compuerta fuente del TEC Q 401.

El capacitor colocado entre emisor de Q 403, que opera como transformador de impedancias en configuración colector común, ejerce una realimentación bootstrap para eliminar el efecto de la capacidad de los diodos.

La ganancia de tensión del preamplificador está determinada por Q 404 operando en configuración emisor común y la etapa diferencial Q 405/406. Q 407 opera como seguidor por emisor para excitar el amplificador de salida vertical. R 423 provee ajuste grueso del balance de CC del diferencial y la ganancia en los pasos de mayor sensibilidad son ajustados mediante preajustes colocados en el atenuador, y que aparecen en paralelo con R 413 y R 412.

El vernier de ganancia vertical R 913 opera como divisor intercalado entre la salida del preamplificador y el amplificador.

Amplificador Vertical: El amplificador de salida vertical opera en configuración diferencial proveyendo excitación simétrica a baja impedancia a las placas de deflexión vertical del TRC.

Q 302/301 y Q 307/306 operan como cargas de colector de los transistores Q 303/304 y Q 309/308 dispuestos en serie para operar con tensión de Vcc de 100 V y disponerse a la salida de al menos 60 VPP de señal.

D 306/307 se disponen para proveer una polarización de continua sobre las placas del TRC en ausencia de señal, con el objeto de disponer de un potencial acelerador adicional y por ende un mayor brillo. El ajuste de la ganancia del amplificador se realiza mediante R 312.

### CANAL HORIZONTAL.

El circuito de deflexión horizontal está compuesto por:

BASE DE TIEMPO  
AMPLIFICADOR HORIZONTAL

## **BASE DE TIEMPOS.**

La base de tiempos sincroniza el diente de sierra generado, sobre una porción del flanco ascendente o descendente de la señal visualizada.

Esto lo realiza en dos formas:

- a) Disparada por la señal de entrada (trigger).
- b) Recurrente (auto).

Provee además una señal de borrado que en ausencia de señal, en el modo trigger, bloquea la emisión del TRC.

### **Diagrama en bloques:**

La Figura 9 muestra el diagrama en bloques del generador de base de tiempos.

La señal de entrada ingresa al amplificador de disparo, del cual puede extraerse con ambas polaridades y con un nivel de continua ajustable (controles de pendiente y nivel).

El diente de sierra se genera por carga de un capacitor a corriente constante, lo que se lleva a cabo en el bloque marcado generador de pendiente.

Las señales de comienzo y fin de la carga, provienen de una llave biestable comandada por el circuito de control de disparo, el circuito de reposición y el control AUTO-TRIGGER.

Cuando un pulso de disparo ingresa al biestable, éste se vuelca en un sentido tal que habilita al generador de pendiente.

Cuando esta pendiente llega a un nivel de tensión determinado, el circuito de detención envía un impulso negativo de reposición que vuelca al biestable a la posición original a la vez que inhibe al control de disparo durante el tiempo necesario para que el generador de pendiente retorne a cero (retroceso del haz).

El impulso de borrado se toma del mismo biestable a través de un seguidor emisor, que aísla la base de tiempos del circuito de borrado del TRC.

El bloque marcado auto-trigger permanece inoperante en modo normal (trigger).

En funcionamiento auto (recurrente), este circuito detecta la presencia o no de señal de disparo.

En caso de que ésta exista, su salida permanece igual que en modo trigger y la base de tiempo se dispara con ella. En ausencia de señal de disparo, el circuito "auto-trigger" cambia su salida y la llave biestable conmuta por sí misma al extinguirse el pulso de reposición, en esta forma la base de tiempo, oscila libremente.

A continuación se describirá en forma detallada cada uno de los bloques que integran el circuito.

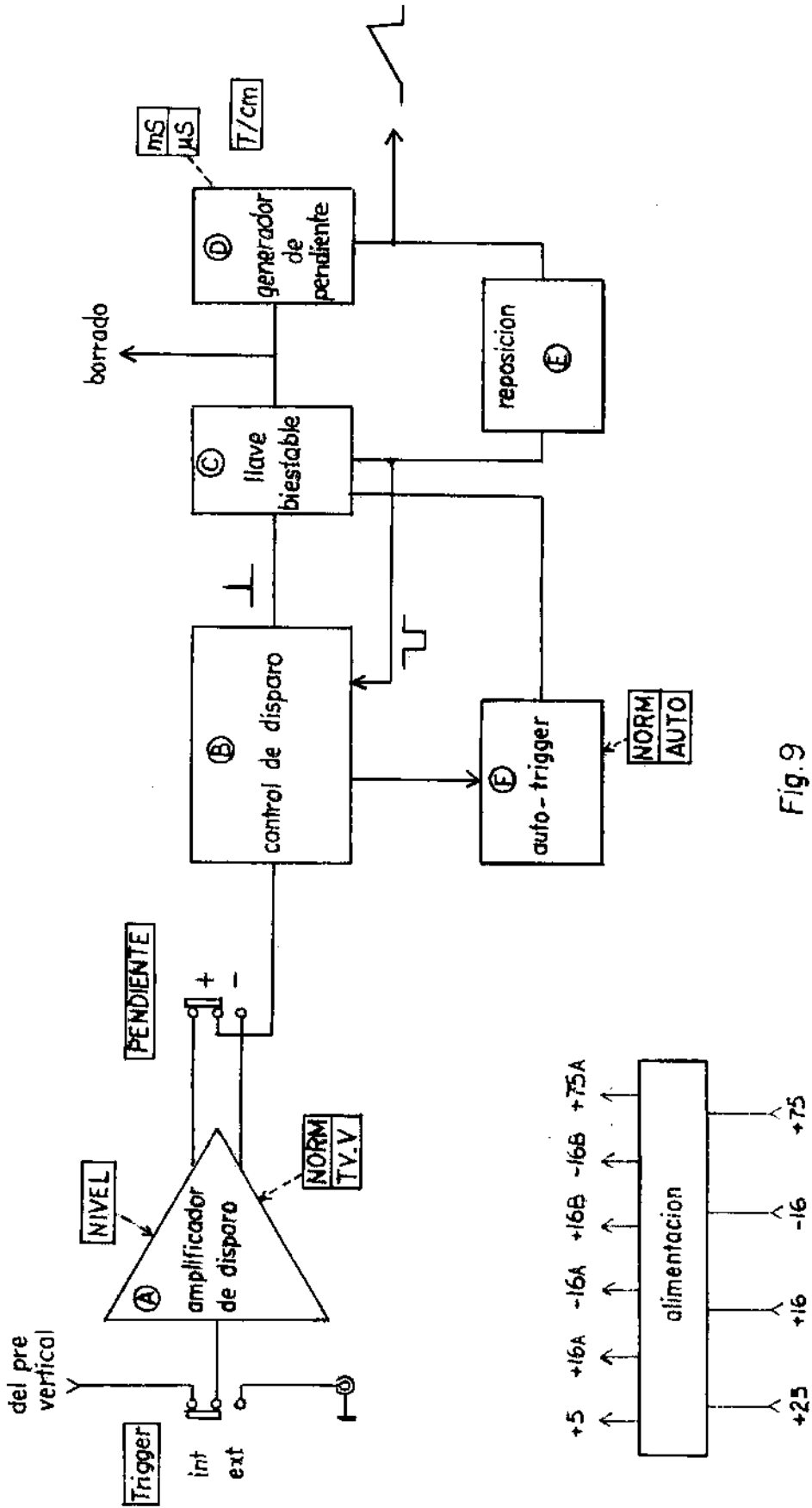


Fig. 9

## a) AMPLIFICADOR DE DISPARO

La señal de disparo proveniente del pre vertical o de una fuente externa, es aplicada a la compuerta del TEC Q 501 que opera como transformador de impedancias y separador.

El diodo D 501 limita la tensión negativa aplicada a la compuerta, mientras que las sobretensiones positivas son absorbidas por el diodo compuerta-fuente de Q 501.

El filtro pasabajos compuesto por R 500 y C 500 se introducen en serie con la entrada del amplificador diferencial en la posición TV.V.

La señal presente en fuente de Q 501 es aplicada a la base de Q 502 que junto con Q 503 trabajan como amplificador diferencial.

Esta etapa provee salidas simétricas y ganancia de tensión.

Las salidas del amplificador diferencial son seleccionables mediante la llave +/-, permitiendo la sincronización en el flanco negativo o positivo de la señal de entrada.

R 515 es el ajuste de balance de la etapa, mientras que R 507 ajusta la tensión de reposo en colectores de Q 502 y Q 503.

El control NIVEL R 517, que se conecta a la base de Q 503 en la posición NORM., permite variar el nivel de CC superpuesto a la señal, con lo que el punto de disparo se desplaza a lo largo del flanco de la señal.

Q 504 provee salida de baja impedancia, mientras que D 502 desplaza el nivel de la señal en sentido negativo. La tensión en emisor de Q 504 se ajusta en ausencia de señal, a aproximadamente 0,5 V mediante R 507.

## b) CIRCUITO DE CONTROL DE DISPARO.

Este circuito debe cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Proveer un flanco abrupto de disparo a partir de la señal proveniente del amplificador de entrada.
- 2) Bloquear en forma efectiva la señal de disparo en los intervalos de descarga del capacitor Cx.

La secuencia de operación de este circuito puede comprenderse mejor con la ayuda de las Figuras 10 y 11.

En condiciones de reposo, las entradas de disparo y reset se encuentran a nivel lógico 1.

El Schmitt-trigger Tr1 es del tipo NAND, por lo que su salida se encuentra en estado lógico 0.

Debido a la inversión producida por I1 a I3, las entradas a1 y a2 de la compuerta

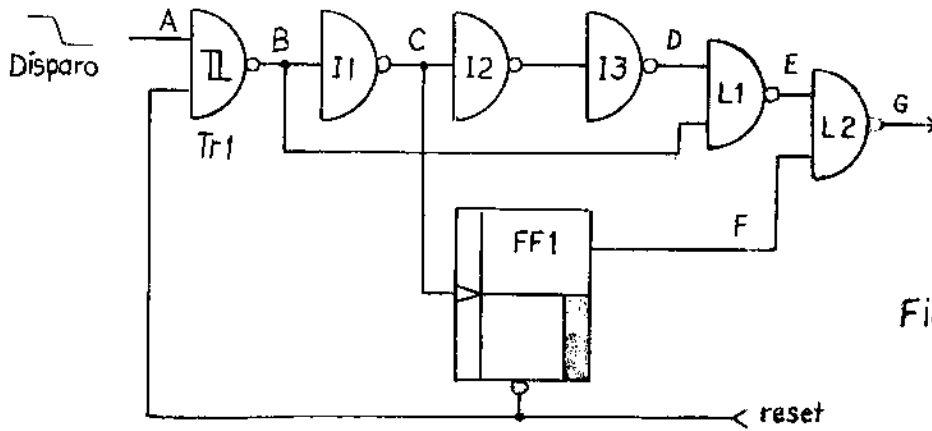


Fig 10

L1 se encuentran siempre en niveles lógicos opuestos, por lo que su salida estará siempre a 1 (siempre en condiciones de reposo).

Como la salida Q del biestable FF1 quedó en estado 1 debido al último impulso negativo de RESET, tenemos que a1 y a2 de L1 se encuentran a 1 por lo que su salida es 0.

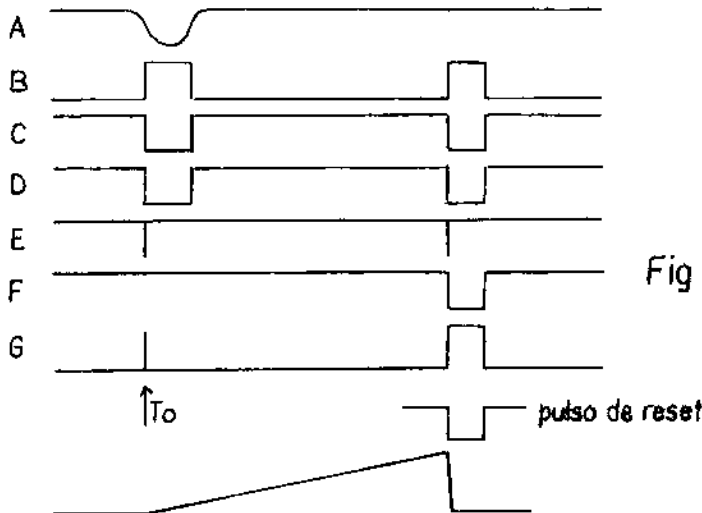


Fig 11

NAND		
a1	a2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

FLIP FLOP tipo D		
$I_n$	$I_{n-1}$	Q
D	Q	Q
0	0	1
1	1	0

Fig 12

### Llegada de un pulso de disparo:

Cuando al punto A llega un pulso de disparo negativo, el trigger Tr1 se dispara, generando un impulso rectangular de flancos abruptos y polaridad positiva. Este impulso ingresa a la entrada a2 de L1 directamente, mientras que en a1 tenemos el mismo impulso pero con polaridad opuesta y un retardo de aproximadamente 40nS respecto de a1.

El instante  $t_0$  de la Fig. 11 se muestra en la Fig. 13 con una escala de tiempos ampliada.

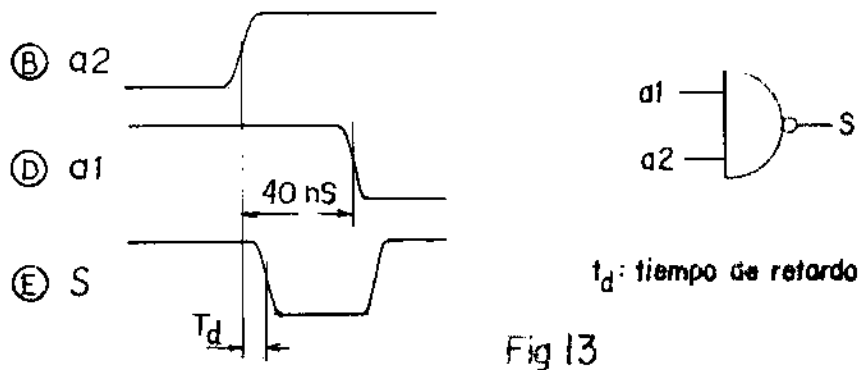


Fig 13

El pulso negativo que se genera en (E) resulta del funcionamiento de la compuerta NAND, que se describe en la Fig. 12.

A través de la compuerta L2 este pulso es invertido y aplicado a la entrada de reloj (clock) de FF2. En este instante comienza la carga del capacitor Cx sobre el cual se genera la pendiente lineal de barrido, como se verá más adelante.

Una vez que el diente de sierra ha llegado a su amplitud máxima, éste debe volver a cero para posibilitar el retroceso del haz.

Debido a que la descarga de Cx demanda un tiempo, es necesario que ningún pulso de disparo alcance al FF 2, hasta que el retrazo haya concluído.

Para ello se genera un pulso de reposición (reset) que se inicia cuando la rampa de barrido alcanza cierta amplitud y cuya duración es suficiente para permitir la total descarga de Cx.

Este impulso de polaridad negativa inhibe al circuito de control de disparo en dos puntos:

- 1) Bloquea la entrada del trigger Tr1 colocando su salida a 1 cualquiera sea la señal presente en (A).
- 2) Bloquea al biestable FF1 haciendo que su salida Q permanezca en 0 independientemente de la señal presente en (C).

El flanco ascendente que aparece en (G) a causa del bloqueo de FF1, no puede disparar al FF2, debido a que el pulso de reposición llegó a este último 35 nS antes.

Al finalizar el pulso de reposición, todos los puntos del circuito vuelven a su estado inicial como se ve en la Fig. 11.

### c) LLAVE BIESTABLE.

El funcionamiento se muestra en la Fig. 14.

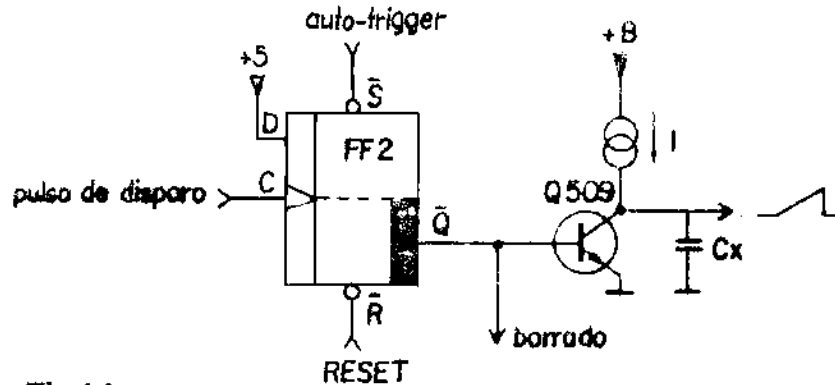


Fig 14

En condición de reposo, el FF2 se encuentra con  $\bar{Q}$  a nivel lógico 1 con lo que Q 509 permanece saturado y Cx descargado.

Cuando llega un pulso positivo a la entrada de reloj (clock) proveniente del circuito de control de disparo, el nivel lógico de D (data input), es transferido a la salida Q, con lo que  $\bar{Q}$  cae a 0.

Q 509 pasa al corte y Cx comienza a cargarse a través de una fuente de corriente constante, dando lugar a la generación de una pendiente lineal y positiva.

Cuando esta pendiente alcanza un determinado valor de tensión el circuito de reposición genera un pulso negativo tal como se dijo anteriormente.

Este impulso ingresa a la entrada  $\bar{R}$  (no reset) del biestable forzando a 1 la salida  $\bar{Q}$ , con lo que Q 509 comienza a conducir descargando a Cx.

La entrada  $\bar{S}$  (no set) de FF2 permanece en 1 en el modo NORM. de funcionamiento. En modo AUTO. esta entrada se lleva a 0, con lo que el biestable vuelve a volcarse una vez terminado el pulso de reposición. En esta forma el ciclo se reinicia sin que medie ningún pulso de disparo.

La tensión para la entrada  $\bar{S}$  se toma del circuito de control auto-trigger, como se verá más adelante.

#### d) GENERADOR DE RAMPA.

Esta sección del circuito es la encargada de generar la tensión linealmente creciente necesaria para el barrido horizontal.

Consta fundamentalmente de tres partes: a) generador de corriente constante; b) transistor de descarga y c) etapa separadora.

a) *Generador de corriente constante:* Está formado por los transistores Q 507 y Q 508. La base de Q 507 está polarizada a tensión constante por medio de los diodos D 506 y D 507, la corriente de colector de este transistor es aproximadamente el cociente entre la tensión

de emisor y la resistencia de emisor. Esta última es variable y constituye el ajuste interno de tiempo de barrido.

Dado que la corriente de colector de Q 506 es constante, también lo será la caída de tensión sobre R 526 y el vernier T/cm R 525.

Del cursor de este último se toma la tensión de base de Q 508, la resistencia de emisor del mismo es Rx y se conmuta mediante la llave T/cm.

Debido a que la caída de tensión sobre Rx depende solamente de la corriente de colector de Q 507, la corriente de carga de Cx y por ende la pendiente de la rampa, es independiente de la tensión de alimentación.

Los diodos D 504/505 tienen como finalidad compensar el corrimiento térmico de los diodos zener.

*b) Transistor de descarga:* El transistor de descarga Q 509, tiene por objeto producir una rápida eliminación de la carga almacenada por Cx al finalizar cada ciclo de barrido.

La base de Q 509 recibe la señal de control de FF2 a través del divisor de tensión compuesto por R 527 y R 528. Dado que el transistor trabaja como una llave saturada, se ha incluido el capacitor C 504 con el cual se optimiza la velocidad de conmutación.

*c) Etapa separadora:* Es un seguidor Darlington compuesto por Q 510 y Q 511, funciona como adaptador de impedancias presentando muy alta impedancia de entrada y baja de salida.

La máxima corriente de entrada que toma esta etapa, se ha fijado en 1/10 de la menor corriente que toma Cx.

Dado que la mínima corriente de carga se produce en el paso de 500 mS/Cm (Rx: 3 Mohm) y es de 20  $\mu$ A, la corriente tomada por la base de Q 510 debe ser de 2  $\mu$ A como máximo.

Normalmente los transistores usados tienen un beta mínimo de 200, por lo que la máxima corriente de entrada nunca sobrepasa los 0,5  $\mu$ A.

El diodo zener D 508 provee un desplazamiento del nivel de la señal, de forma tal que el diente de sierra quede centrado aproximadamente en 0 volt.

#### **e) CIRCUITO DE REPOSICION.**

Genera un pulso negativo cuyo comienzo determina el instante de finalización del barrido y cuya duración es tal que permite la total descarga de Cx antes de que pueda comenzar otro ciclo de barrido.

Este pulso de reposición actúa simultáneamente sobre el circuito de control de disparo y sobre la llave biestable FF2, produciendo un efectivo bloqueo de los pulsos de disparo durante el intervalo de retrasado y retención (hold-off).

En la Fig. 15 se observa el diagrama del circuito.



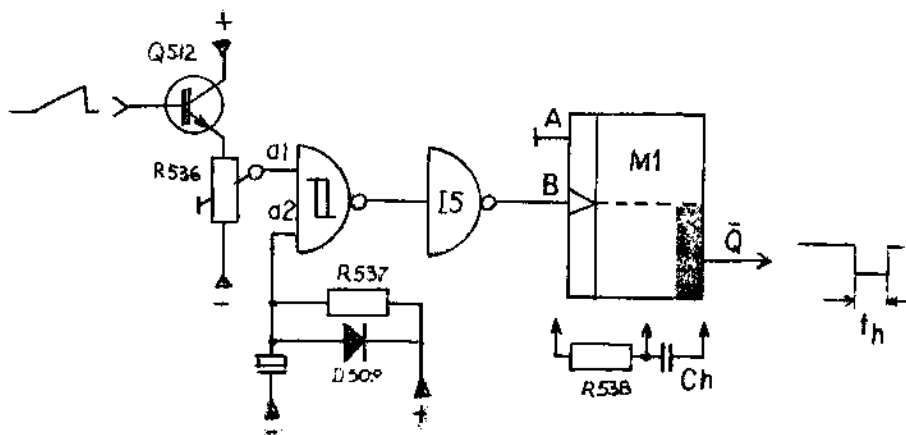


Fig 15

Q 512 trabaja como traslador de nivel, de forma tal que cuando la tensión de barrido presente en su base alcanza los 10 V, la tensión en a1 llega al nivel de disparo superior de Schmitt-trigger Tr2 (aproximadamente 1,7 V).

El preajuste R 536 es el ajuste interno de amplitud de barrido.

El flanco negativo que aparece a la salida del trigger es invertido mediante I5 y aplicado al monoestable M1. Este genera el pulso de reposición con una duración  $t_h$  que es función lineal del capacitor Ch, el cual se conmuta con la llave T/Cm.

Los elementos conectados a la entrada a2 de Tr2 habilitan al mismo un par de segundos después de aplicada la alimentación al equipo.

En esta forma, si el primer impulso de reposición no tiene efecto sobre el circuito (porque las tensiones de alimentación no se han estabilizado), existirá un segundo pulso de reset que aparecerá un instante después evitando el bloqueo del barrido en el extremo derecho de la pantalla.

#### f) CONTROL AUTO-TRIGGER.

Este circuito genera la tensión de control que es aplicada a la entrada  $\bar{S}$  de la llave biestable FF2 y que determina si la base de tiempos ha de trabajar en modo gatillado o recurrente.

Como se mencionó anteriormente, el nivel lógico de  $\bar{S}$  debía ser 1 para el primer modo y 0 para el segundo.

En la Fig. 16 se muestra el diagrama de esta sección del circuito.

**Modo NORMAL (trigger):** La entrada de I4 queda permanentemente a nivel lógico 1, por lo que a1 permanece en 0 y S en 1 independientemente de lo que suceda en a2.

El capacitor C 503 se carga, a través de D 503 con la tensión presente en S por lo que la tensión en emisor de Q 506 tiene un nivel lógico 1. De esta forma, la llave biestable FF2 sólo responde a los pulsos que ingresan desde el circuito de control de disparo.

**Modo AUTO (recurrente):** La entrada de I4 queda a nivel 0 a través de R 520, por lo que

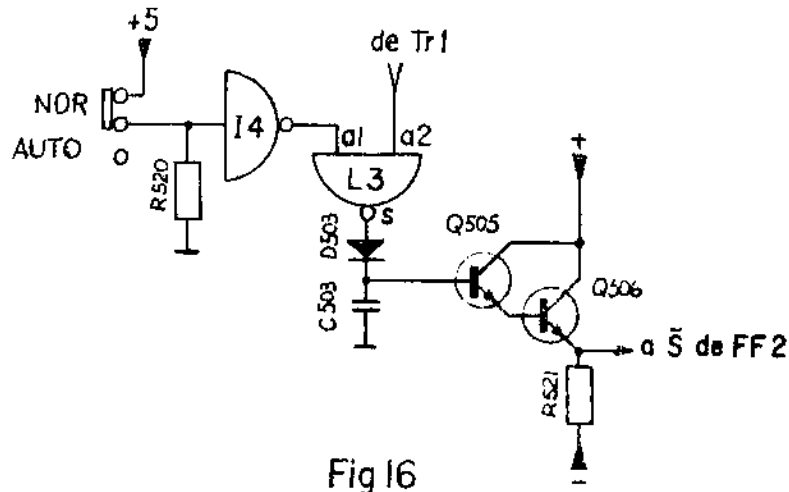


Fig 16

a1 permanece en 1 y L3 trabaja como inversor.

El nivel de continua del amplificador de disparo, se ajusta en modo AUTO, para que la tensión a la entrada de Tr1 esté por debajo del nivel de disparo en ausencia de señal.

En esta forma el nivel lógico en a2 será 1 en ausencia de señal de disparo y S quedará a 0.

La tensión sobre C 503 es cero y en emisor de Q 506 es  $-0,6$  V.

Con la entrada  $\bar{S}$  en 0, la llave biestable FF2 se conmutará al final de cada pulso de reposición, haciendo que la base de tiempo oscile libremente.

Cuando una señal de disparo ingresa a la base de tiempo, ésta se hará presente en la entrada a2 de L3 y debido a que a1 está a 1, la señal aparecerá invertida en S.

C 503 se carga a través de D 503 a la tensión de pico de los impulsos, y como la resistencia de entrada del Darlington Q 505/506 es muy elevada, la tensión queda retenida en C 503.

Un nivel lógico 1 aparece en  $\bar{S}$  de FF2 y la base de tiempo se conmuta automáticamente al modo NORMAL (trigger).

## BORRADO

Del colector de Q 507 se obtiene un pulso que aplicado al circuito de borrado, produce el desbloqueo del TRC durante el período de crecimiento del diente de sierra.

El transistor Q 701 recibe en su base el pulso de desbloqueo incrementando su amplitud a 100 Vpp aproximadamente.

Vía R 704/705, este pulso se aplica al colector de Q 702 el cual trabaja como restaurador de corriente continua a través del diodo colector de base.

La referencia con respecto a la tensión de -1400 V es tomada desde un devanado extra del transformador siendo rectificadora y doblada por medio de los diodos D 702/703 y los capacitores C 704/705. Por lo tanto el pulso presente sobre colector de Q 702 será transferido al nivel de -1400 V y aplicado entre grilla y cátodo del TRC produciendo el bloqueo y desbloqueo del mismo.

## AMPLIFICADOR HORIZONTAL.

El amplificador horizontal consiste en un amplificador diferencial constituido por Q 607/604 con Q 606/603 operando como carga de colector (fuente de corriente constante). Q 609 opera como fuente de corriente constante sobre los emisores comunes de Q 602/608.

Las restantes etapas están constituidas en forma diferencial por Q 601/605 y Q 602/608 los diodos D 611/613 y D 605/607 están conectados entre los colectores de Q 602/608 como trasladadores de nivel de CC.

La ganancia del amplificador es fijada en X1 por R 624 (ajuste) y R 621, y en X5 por R 622 (ajuste), lo que da la ganancia de tensión en el diferencial.

La conmutación de X1 a X5 se realiza mediante el reed relay IL 601 el que es excitado mediante la llave LL601 solidaria al eje del potenciómetro de desplazamiento horizontal (R 632) el cual controla el desplazamiento de CC del amplificador controlando la polarización de base de Q 605.

La señal proveniente de la base de tiempo (PC 48) o de la entrada HORIZONTAL EXTERNO se hace presente sobre la base de Q 601, sobre la cual se disponen D 601/602 que actúan como protección frente a sobretensiones.

## FUENTE DE ALIMENTACION.

La fuente de alimentación de +16 y -16 V consiste de un par de reguladores serie Q 101 (+V) y Q 106 (-V) excitados en configuración darlington por Q 102 y Q 105 respectivamente.

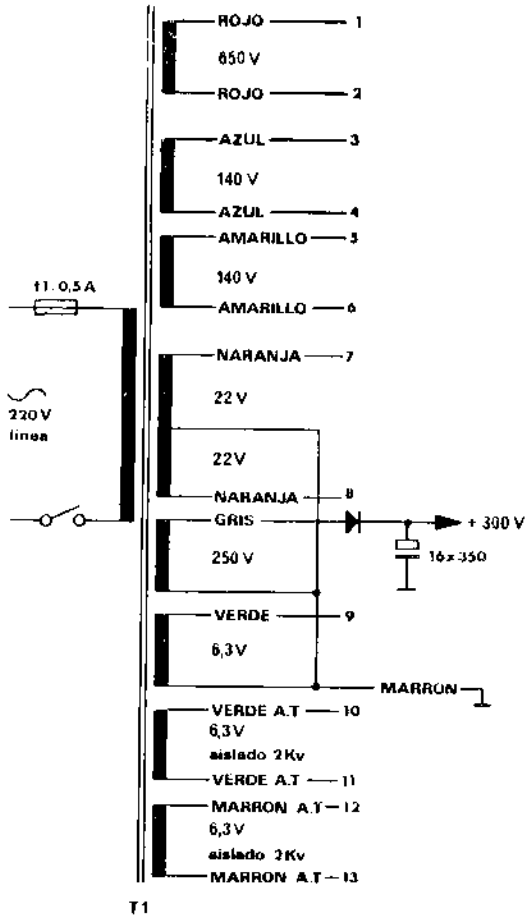
La tensión de referencia la provee el diodo Zener D 107 al emisor de Q 103. La referencia para la fuente negativa se obtiene conectando el extremo frío del divisor R 110/111/116 que controla el regulador de -V Q 104 a la tensión regulada +V.

La protección contra cortocircuitos se efectúa mediante R 104, D 112/111 en +V y R 115 D 109/110 en -V. Si se produce un cortocircuito sobre -V o +V, sobre las R caerá la tensión de la fuente polarizando los diodos en sentido directo con lo que las bases de los transistores de paso quedan sin polarización pasando al corte.

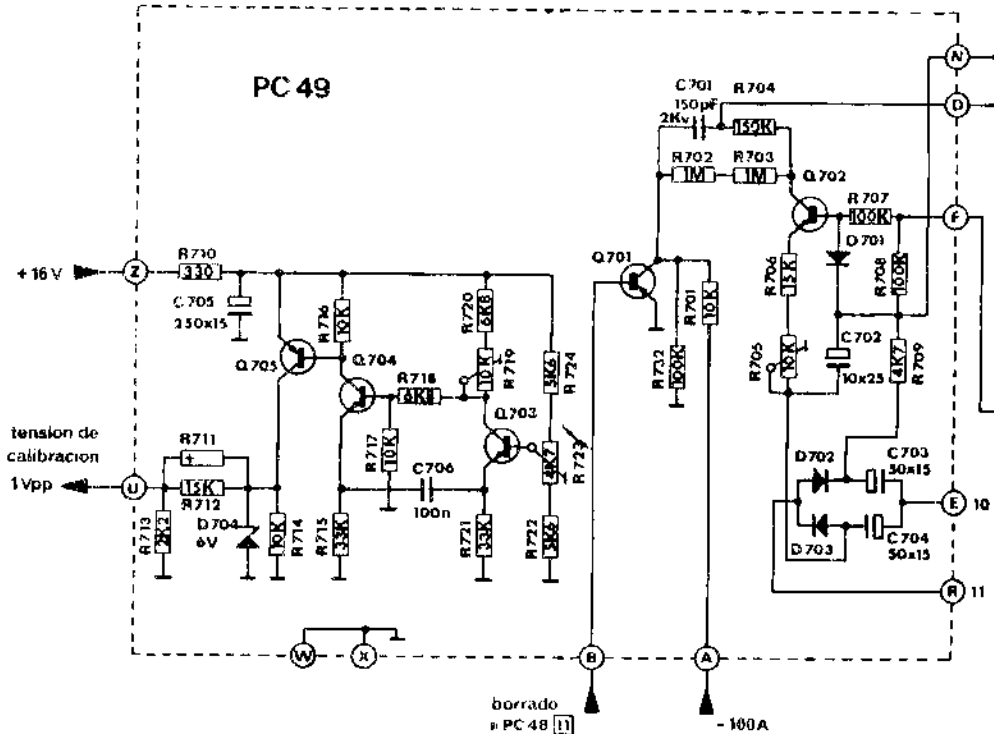
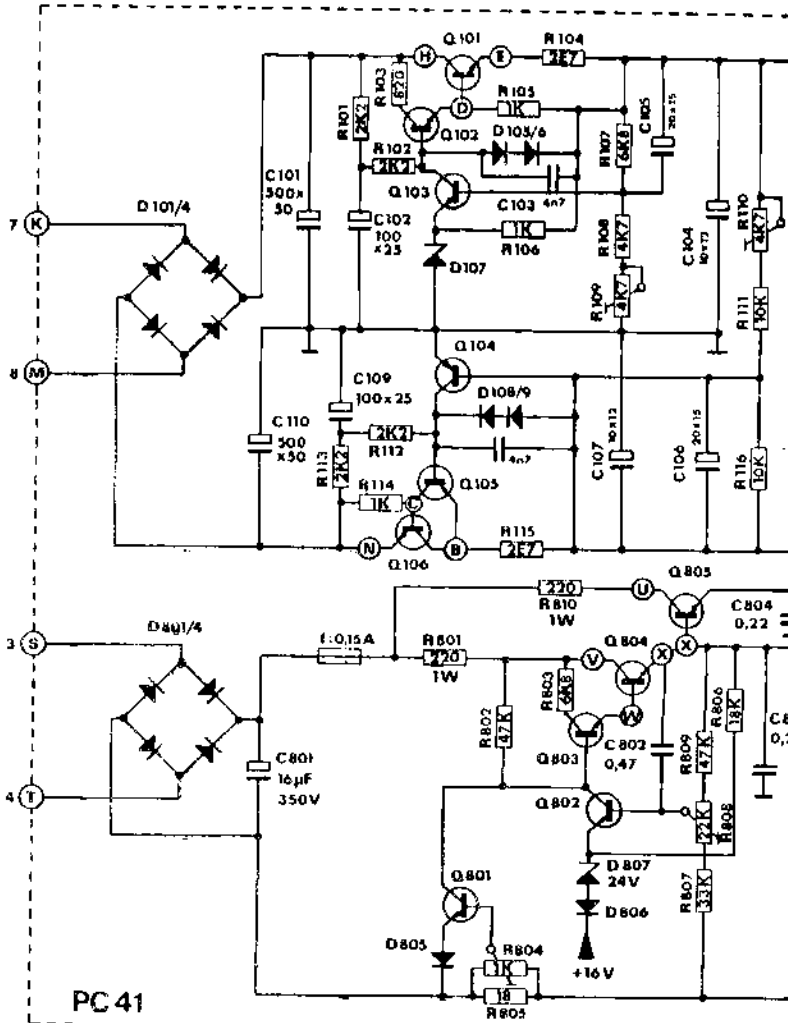
Las fuentes de + 100 y - 100 V son idénticas tomándose las salidas con la polaridad adecuada.

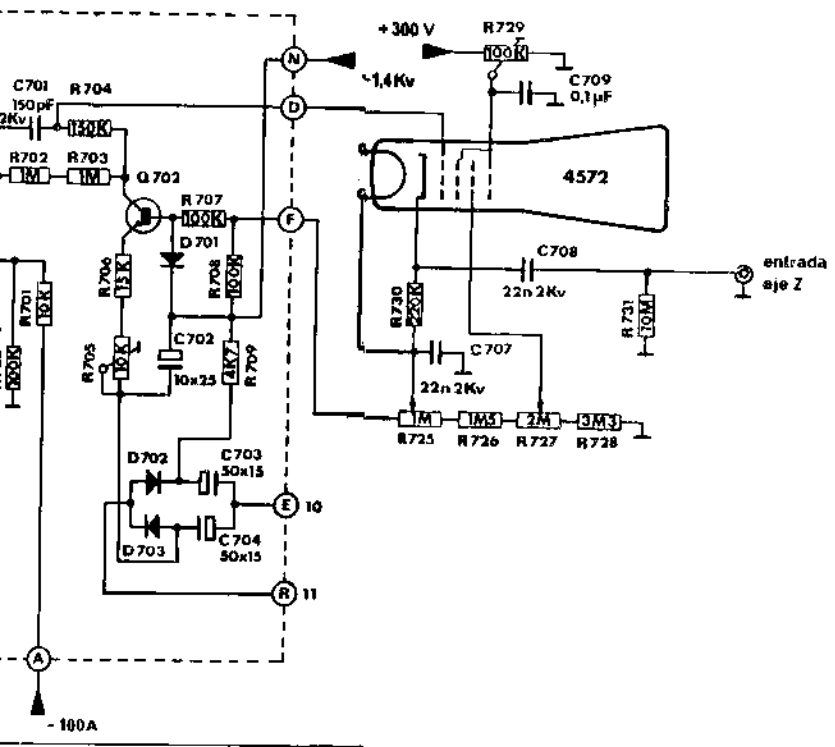
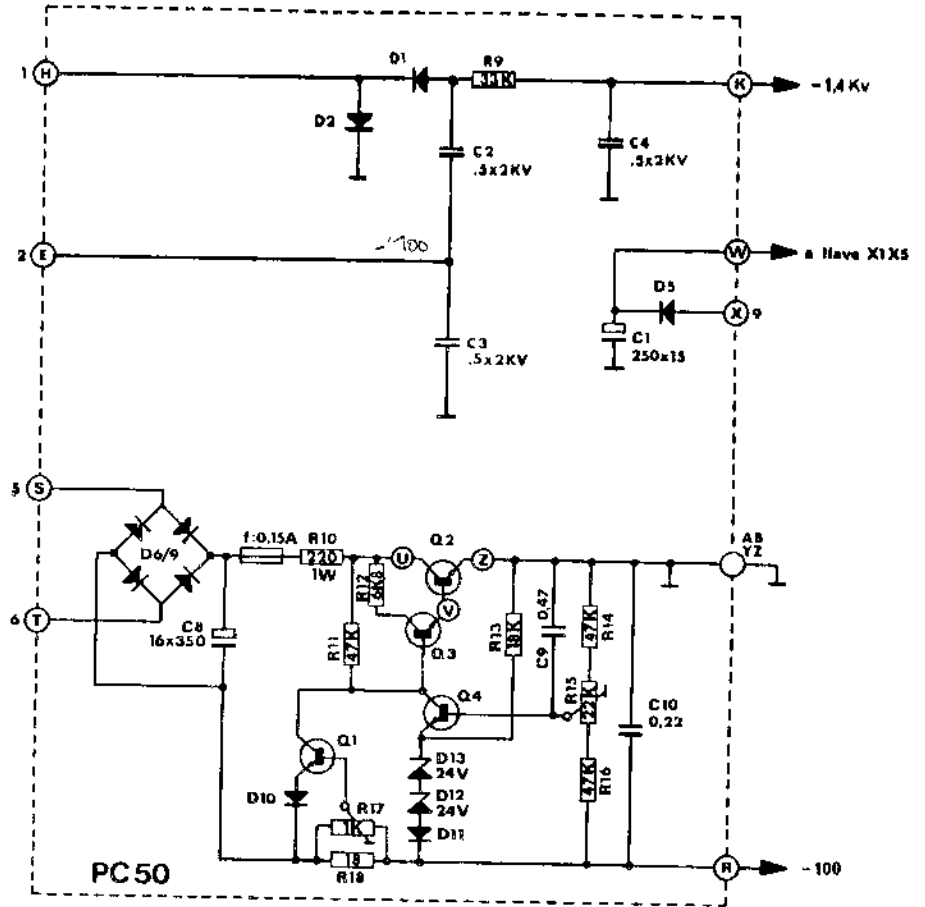
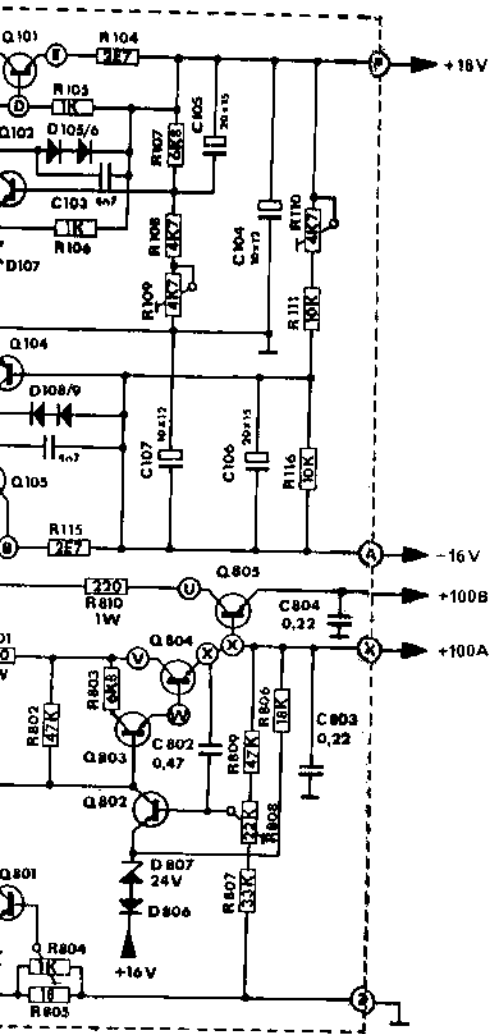
Consisten en un transistor de paso Q 804 (+ 100) y un regulador con diodos Zener como elemento de referencia por emisor.

La alta tensión se obtiene a partir de un doblador con una red de filtrado RC obteniéndose -1450 V.

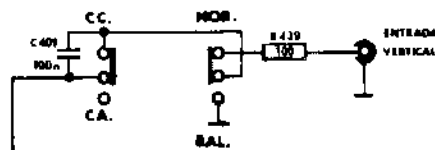


T1  
920 015



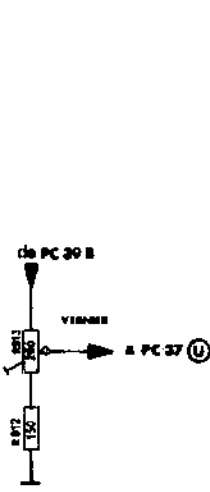
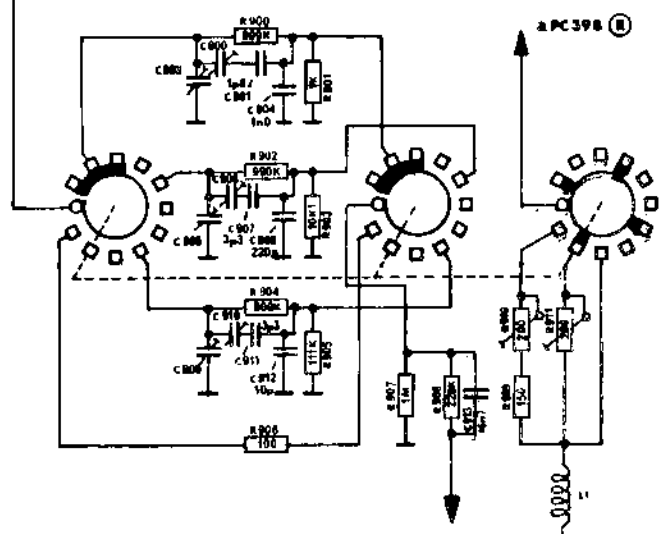


- Q 705; Q104 - 2A3702 / BC158
- Q 704; Q703; Q103 - 2A3391/BC148
- Q 701 - BC157
- Q 702 - BD139
- Q1, Q3; Q4; Q801; Q802; Q803 - 2A299
- Q 2; Q804; Q805 - HR106
- Q101; Q106 - TIP29
- Q 102 - 2A92
- Q105 - 2A93

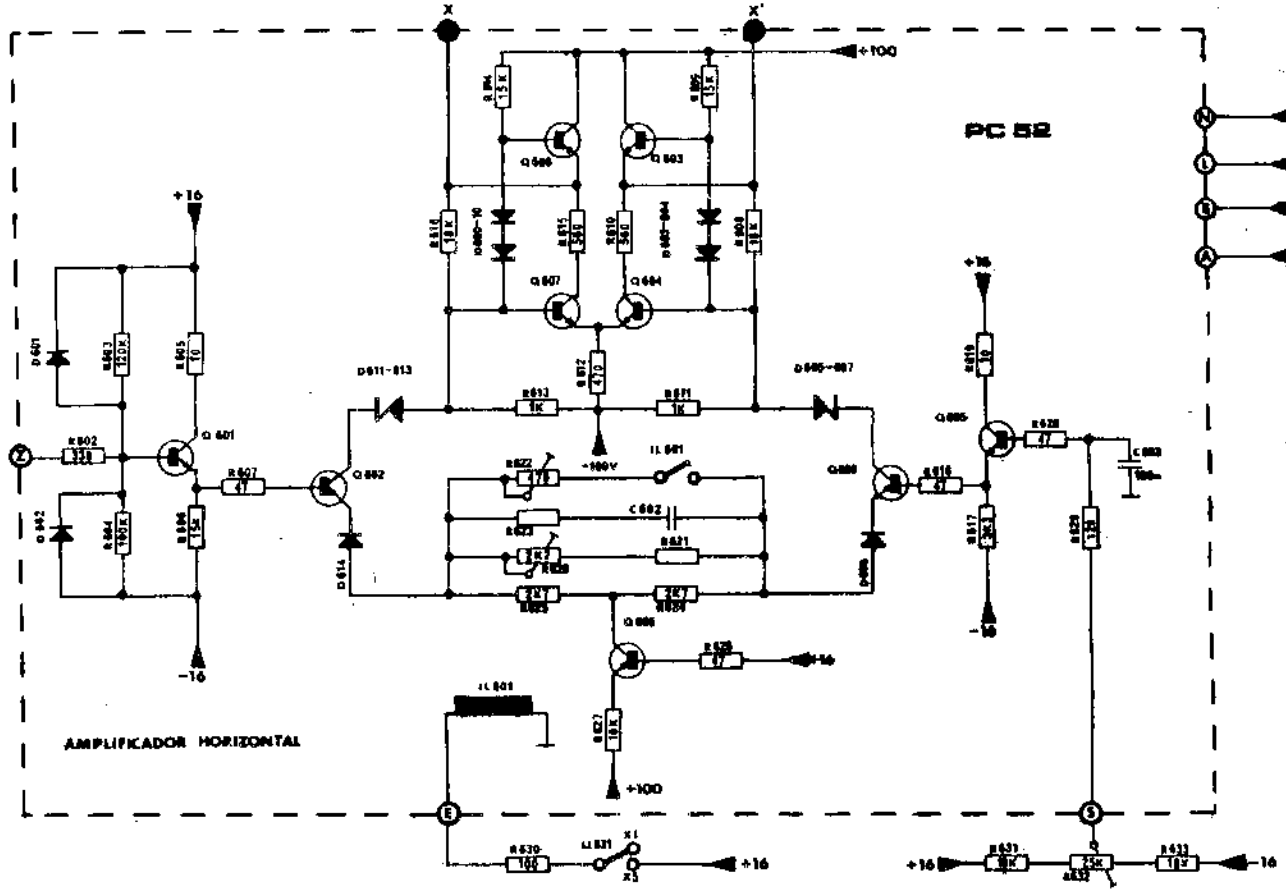
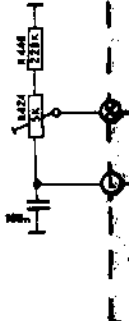


030 003

ATENUADOR VERTICAL

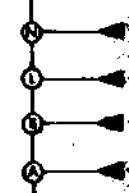


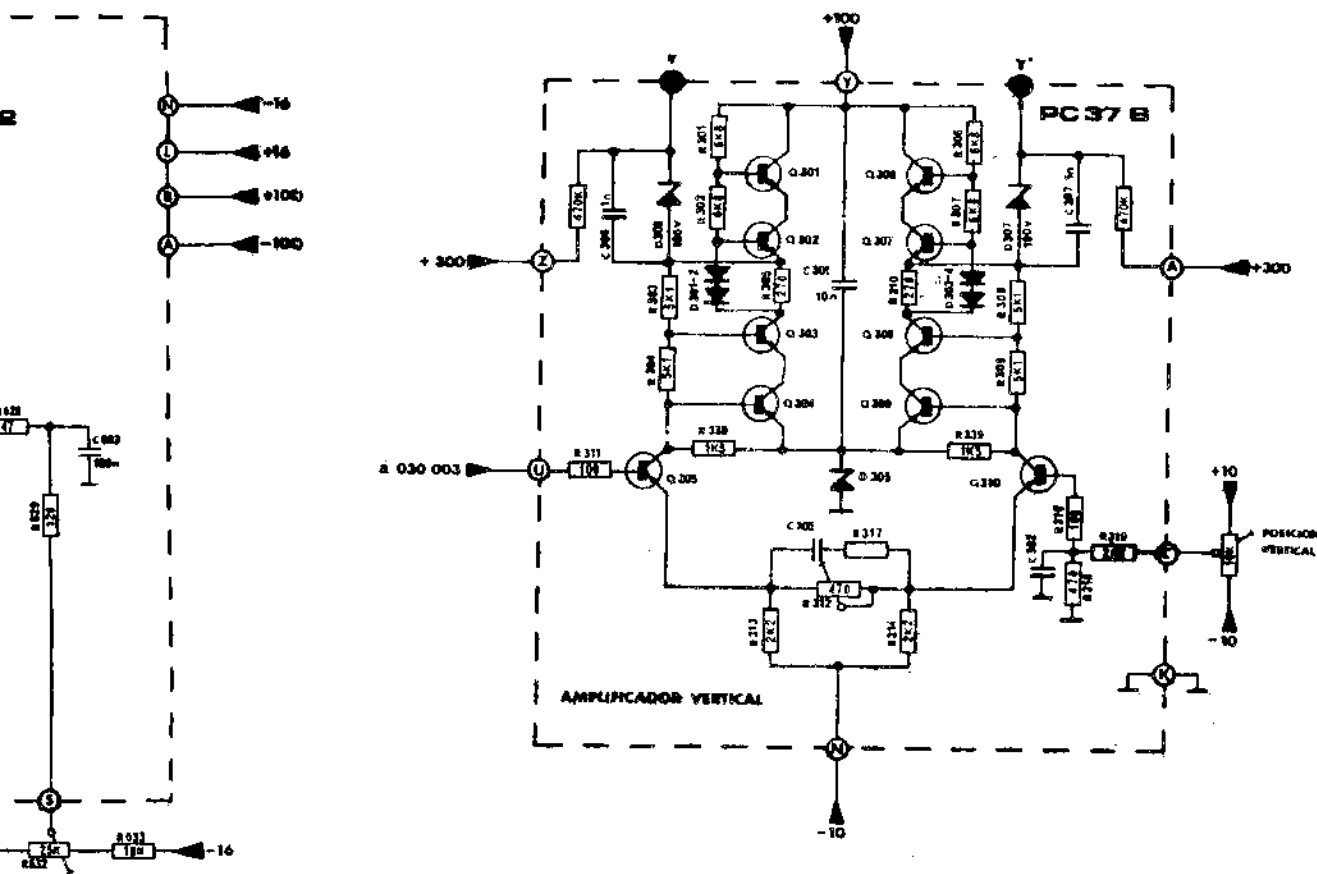
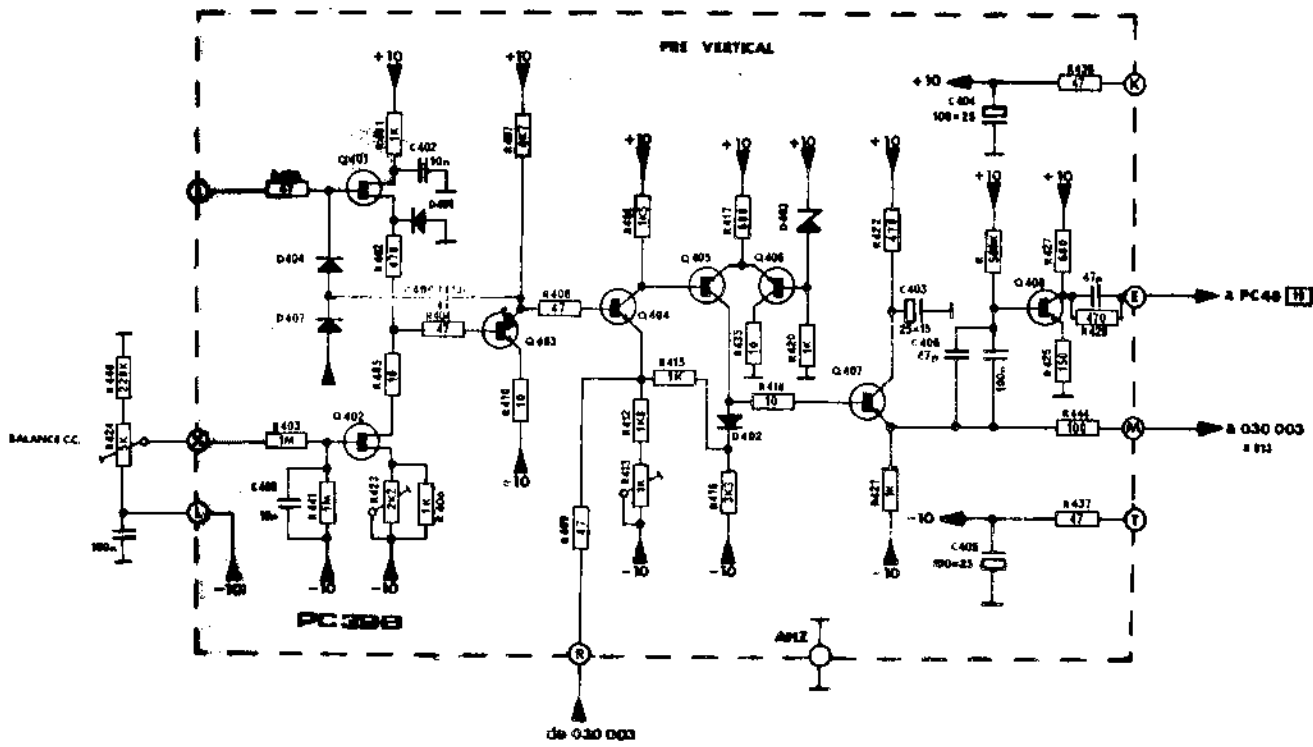
BALANCE C.C.



AMPLIFICADOR HORIZONTAL

PC 52





# OSCILOSCOPIO modelo OM 410

## Base de tiempo

