

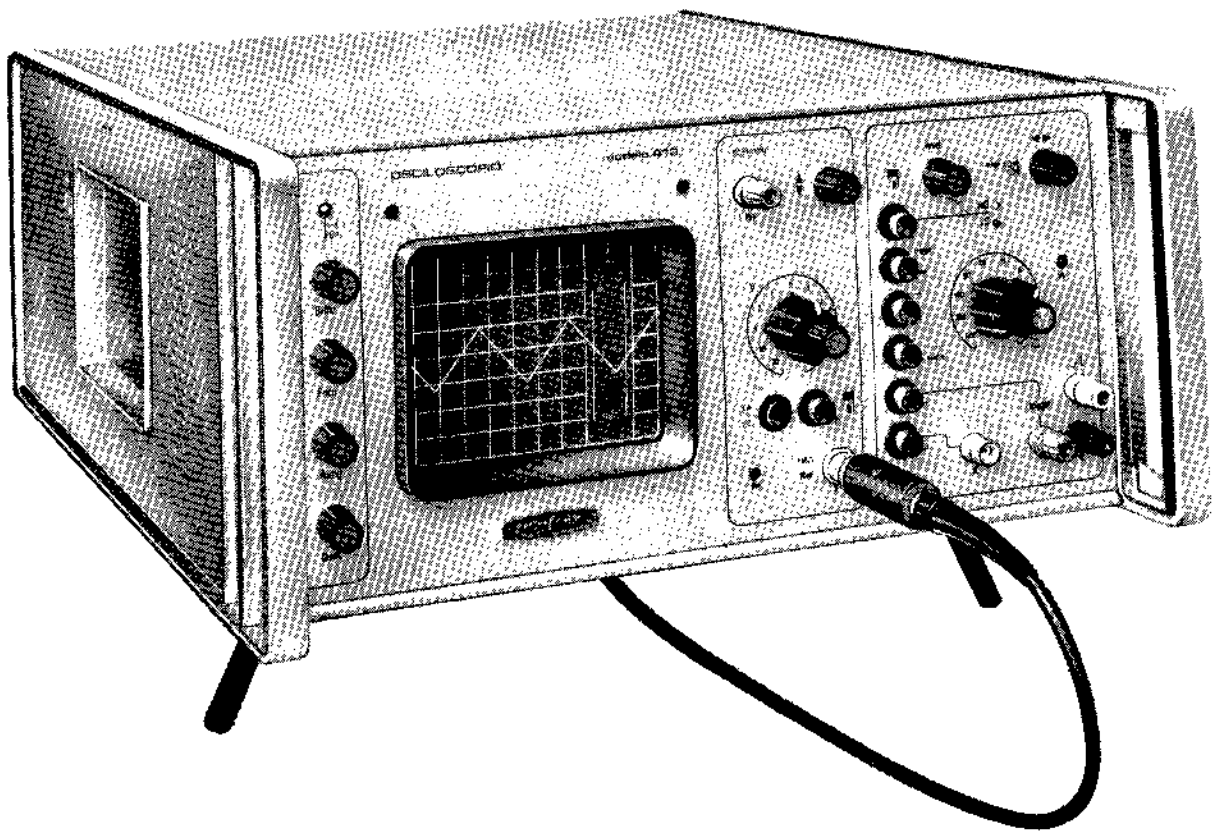


instrumental electrónico

Osciloscopio modelo 413

Manual de instrucción

Osciloscopio modelo 413



El osciloscopio 413, 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

Sensibilidad:	10 mV/cm a 20 V/cm en 11 pasos calibrados y vernier.
Error de medición:	3 %.
Impedancia de entrada:	1 Mohm // 30 pF.
Máxima tensión de entrada:	400 Vcc + picos.
Ancho de banda:	CC—10 MHz (— 1 dB) 15 MHz (— 3dB) Acoplamiento CC. 1,5 Hz a 10 MHz (— 1 dB) Acoplamiento CA.
Tiempo de crecimiento:	23 nS

CANAL HORIZONTAL

Sensibilidad:	1 V/cm en posición X1 0,2 V/cm en posición X5
Ancho de banda:	CC—1,5 MHz (—3 dB)
Impedancia de entrada:	1 Mohm // 20 pF.
Máxima tensión de entrada:	50 Vcc + picos

DISPARO

Modos de disparo:	Modo trigger: La base de tiempos es disparada por la señal de entrada. Modo Auto: La base de tiempo funciona en modo estable en ausencia de señal, conmutándose automáticamente a modo trigger en presencia de señal.
Fuentes de disparo:	Interno—Externo.
Polaridad de disparo:	+ ó —
Nivel de disparo:	Ajustable en ambos modos de funcionamiento (Auto o Trigger).
TV Cuadro (pasa bajos):	La sensibilidad de disparo se reduce a la mitad para $f = 2$ KHz.

Disparo externo :

Impedancia de entrada:	1 Mohm // 15 pF.
Máxima tensión de entrada:	400 Vcc + picos.

Sensibilidad de disparo :

Interno:	1 div de 5 Hz a 10 MHz 1,5 div. a 20 MHz.
----------	--

Externo: 150 mVpp de CC a 10 MHz.
300 mVpp a 20 MHz.

BASE DE TIEMPO

Alcance del barrido: 0,5 uS/cm a 0,5 S/cm en 19 pasos calibrados y vernier.

Error de medición: 3 %.

Diente de sierra: Accesible desde el panel frontal:
10 Vpp— Polaridad positiva.

TUBO DE RAYOS CATODICOS

Tipo: 130 BEB 31

Tensión de aceleración: 1350 V

Reticulado: 8 X 10 cm (divisiones pequeñas de 2 mm),
iluminado tangencialmente con escalas de ganancia y atenuación en dB.

EJE Z

Entrada A: Acoplada capacitivamente al cátodo del TRC.
Con 2 Vpp de señal se produce una modulación visible del brillo.

Entrada B: Compatible con lógica TTL. Permite intensificar parte del oscilograma mediante la aplicación de un nivel lógico "1".

DETALLES GENERALES

Alimentación: 110/220 Volt. 50/60 Hz conmutable internamente.

Dimensiones: Alto: 175 mm.
Ancho: 390 mm.
Profundidad: 470 mm.

Peso: Kg.

Accesorios suministrados: 1 punta de pruebas directa.
1 manual de instrucción.

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.

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 desconectar la punta de pruebas del circuito.

BALANCE DE CC. Se utiliza para compensar pequeños desbalances de tensión sobre la entrada del pre vertical.

NIVEL. Permite variar el umbral de disparo del generador de base de tiempo en cualquier punto del flanco de la señal visualizada.

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL. Permite desplazar el oscilograma en sentido horizontal.

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

uS/mS. Indica la unidad de tiempo correspondiente al valor leído sobre el selector TIEMPO/cm.

SELECTOR TIEMPO/cm. Conmuta 19 velocidades de barrido desde 0,5 uS a 0,5 S/cm. Los valores de tiempo indicados sólo son válidos cuando el vernier central se encuentra totalmente girado a 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, Cuadro. Intercala un filtro pasa-bajos en la entrada del amplificador de disparo. Al trabajar con señales compuestas de video, permite sincronizar la señal con los pulsos 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. Permite el acceso directo al amplificador horizontal, para ello se dispone de un conector tipo BNC en el panel del instrumento.

SEÑAL DE BARRIDO. El diente de sierra generado por la base de tiempos es accesible desde el conector correspondiente en 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 de las posibilidades del Mod. 413, se hacen a continuación algunas consideraciones generales y se exponen algunos principios 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 retrazado 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 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 qué 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 posecualización.
- 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, Cuadro.

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

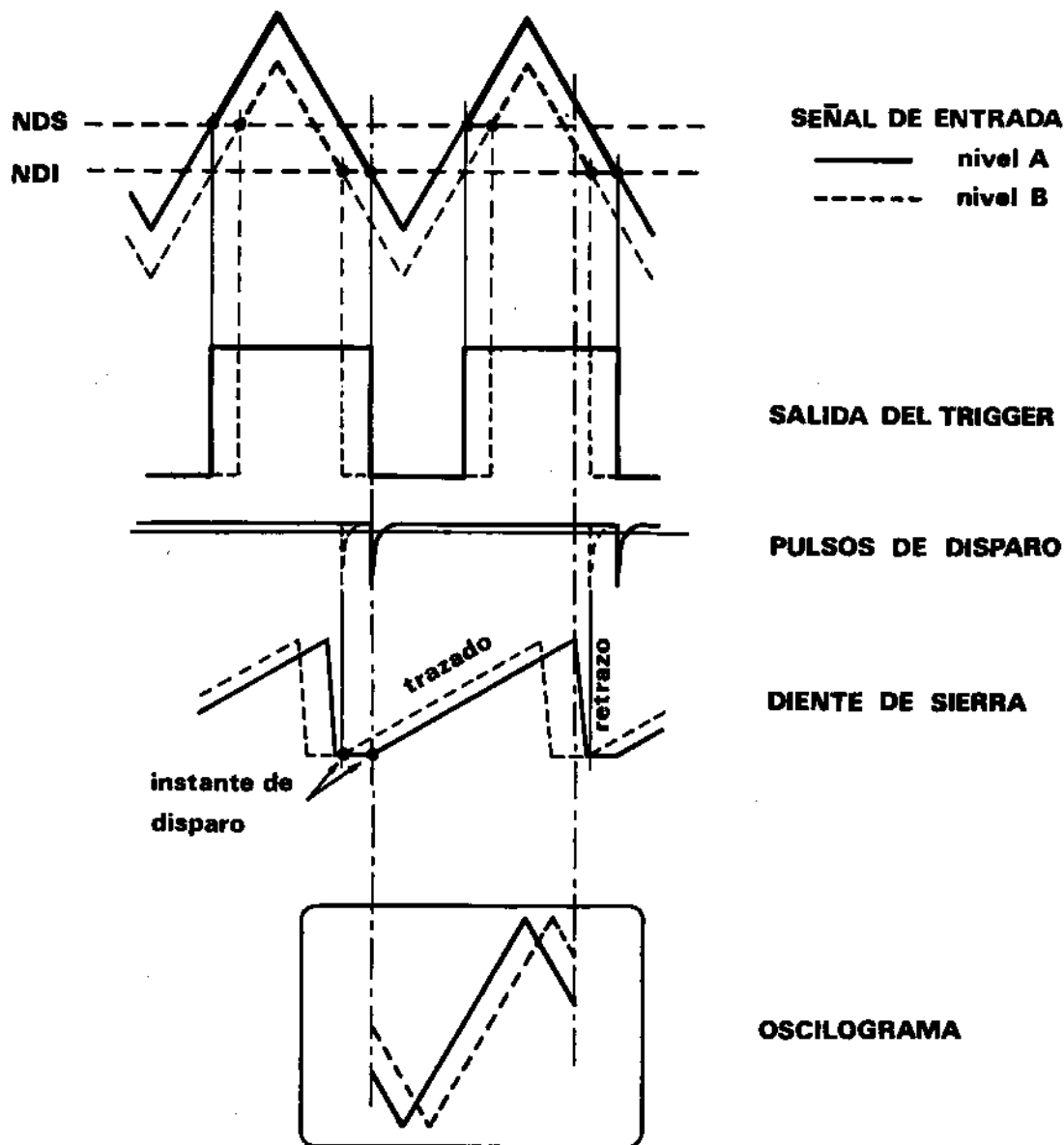


Fig1 Accion del control de nivel sobre el disparo

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).

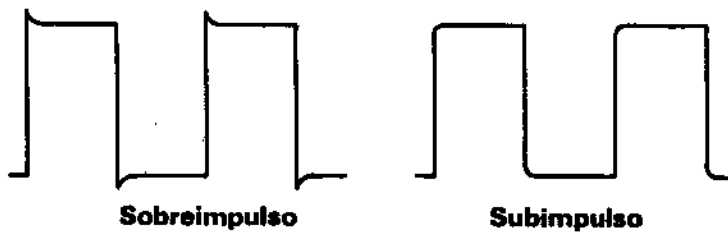


Fig 2

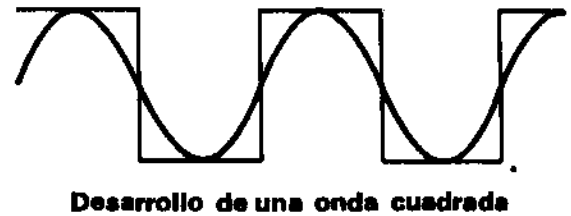


Fig 3

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 30 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 $R_i = 10 \text{ Megohm}$ y $C = 10 \text{ pF}$.

Circuito a medir	Osciloscopio punta directa	INFLUENCIA DE	
		R	C
<p>220 Ω 30 pF</p>	<p>1MΩ 30 pF</p>	despreciable	importante en alta frec.
<p>1MΩ 0.01 pF</p>	<p>1MΩ 30 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. 5). Obsérvese la posición del atenuador, por ej. 1 V/cm. La amplitud es entonces:

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

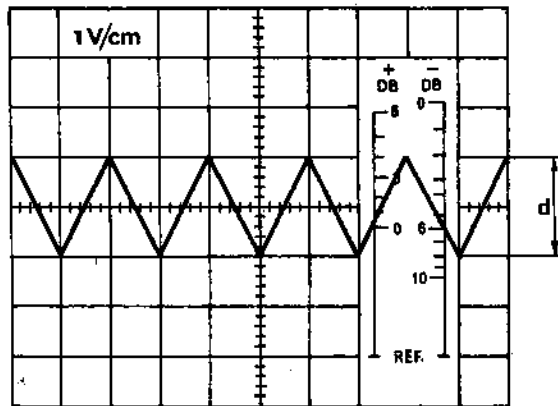


Fig 5

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:

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

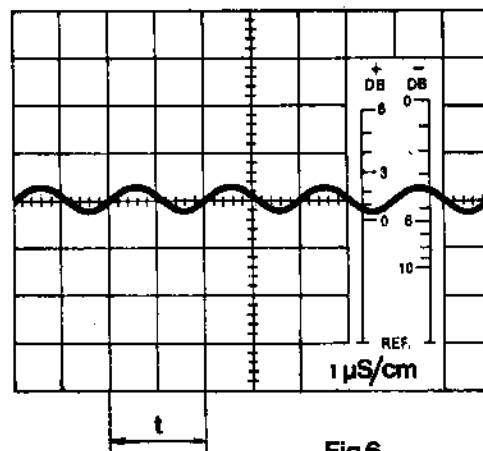


Fig 6

Medida del tiempo de crecimiento : El tiempo de crecimiento ($T_r = \text{Rise Time}$) del 413 es de 23 nS. Por lo tanto deberá tenerse en cuenta para esta medición, cuando el T_r a medir esté dentro de ese orden de magnitud ($1 \text{ nS} = 10^{-9} \text{ seg.}$).

Con el vernier en CAL en la llave de TIEMPO/CM, determínese la posición de esta última, por ej. 0.5 uS/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. 7).

El tiempo de crecimiento será igual entonces :

$$2 \times 0,5 \mu\text{S} = 1 \mu\text{S}$$

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:

$$Tr = \sqrt{Tro^2 + Trm^2}$$

En donde: Tr = tiempo de crecimiento real
Tro = Tr del osciloscopio
Trm = Tr medido

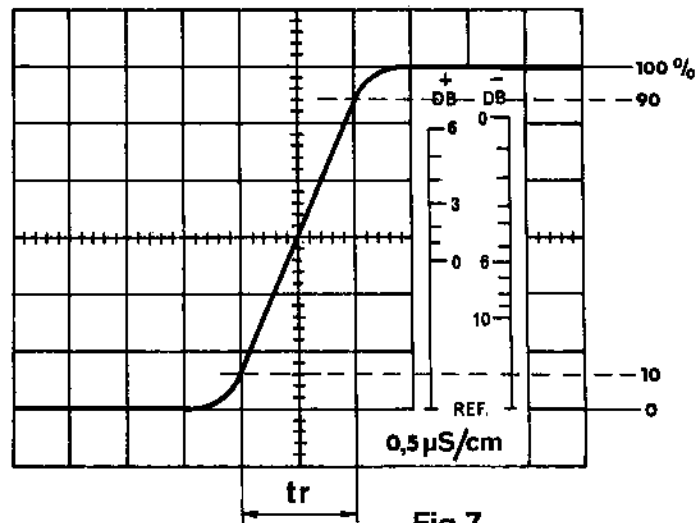


Fig 7

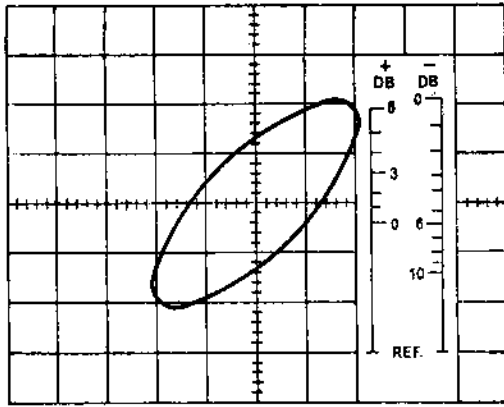
MEDIDA DE FRECUENCIA

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).

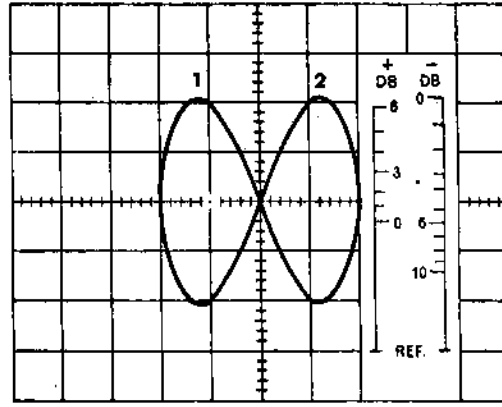
Por este último método se compara la frecuencia incógnita presente en el amplificador vertical con otra conocida procedente de un generador sinusoidal y aplicada al canal horizontal.

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.

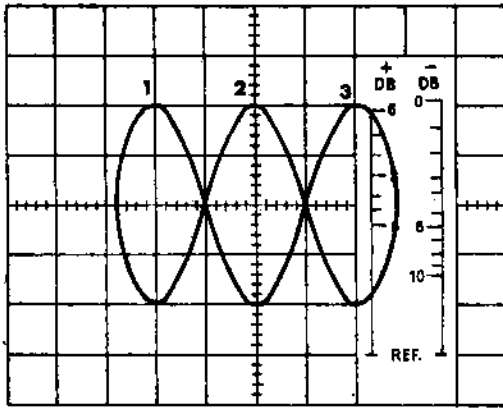
La frecuencia incógnita puede obtenerse entonces contando el número de crestas de la parte superior de la figura y determinando la relación con respecto al número de crestas laterales.



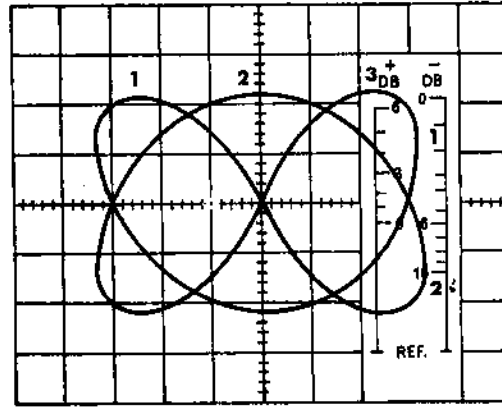
1:1



2:1



3:1



3:2

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 álvulas 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:

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

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 seg. = 10^3 mS = 10^6 uS = 10^9 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) DESCRIPCION DEL CIRCUITO

CANAL VERTICAL

Atenuador : El atenuador de entrada al canal vertical permite el ajuste del coeficiente de deflexión desde 10 mV/cm a 20 V/cm en 11 pasos.

Dada la elevada impedancia de entrada y las inevitables capacidades parásitas involucradas en el circuito, es necesario compensar capacitivamente cada uno de los atenuadores.

Para ello se utilizan los trimers C1, C5, C9, C15 y C19.

Los capacitores C3, C7, C11, C14 y C17 ajustan a un valor constante la capacidad de entrada del atenuador en todos los pasos.

Preamplificador : Provee la necesaria ganancia de tensión para excitar al amplificador vertical.

En la etapa de entrada, el TEC Q 401 opera como seguidor por fuente alimentado a corriente constante por Q 402. El potenciómetro R 450 (bal. CC), permite el ajuste del balance en CC del pre, variando la corriente de drenaje de Q 402.

Los diodos D 401 y D 402 operan como protección contra sobretensiones negativas mientras que C 401 reduce a un mínimo la capacidad en paralelo introducida por D401.

Las sobretensiones positivas son absorbidas por el diodo compuerta-fuente de Q 401. En ambos casos la corriente queda limitada por R 13 ubicada en el atenuador vertical.

La ganancia de tensión del pre vertical la proveen Q 404 y Q 405 que forman un amplificador realimentado de dos etapas. La ganancia queda determinada aproximadamente por la relación entre R 420 y R 414, que en este caso es de 20 veces. C 420 evita posibles oscilaciones reduciendo la ganancia en el extremo de altas frecuencias.

El transistor Q 406 provee una referencia de tensión de baja impedancia al emisor de Q 405. Del colector de este último se alimentan a los seguidores Q 410 y Q 411. El primero provee señal al control de ganancia R 14 (en el atenuador), mientras que del segundo se toma la señal para el disparo de la base de tiempos.

Los transistores Q 420 y Q 430 reducen la tensión de alimentación al valor necesario para el funcionamiento del circuito.

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

En una mitad del amplificador, Q 301 y Q 302 operan como carga dinámica de los transistores Q 303 y Q 304, los que a su vez reciben excitación del colector de Q 305, que junto con Q 310 opera como amplificador diferencial.

La ganancia se modifica ajustando la cantidad de realimentación negativa introducida entre emisores del amplificador diferencial, mediante R 318.

Sobre la base de Q 310 se aplica la tensión de desplazamiento vertical, desde el potenciómetro R 442.

CANAL HORIZONTAL

El canal horizontal está compuesto por:

- Base de tiempo.
- Amplificador de deflexión.

Base de tiempo: La base de tiempo sincroniza el diente de sierra generado, sobre una porción del flanco positivo o negativo de la señal visualizada.

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 de la base de tiempo.

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

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 reposición envía un impulso negativo 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 tiempo del circuito de borrado.

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

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

En caso que esta 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.

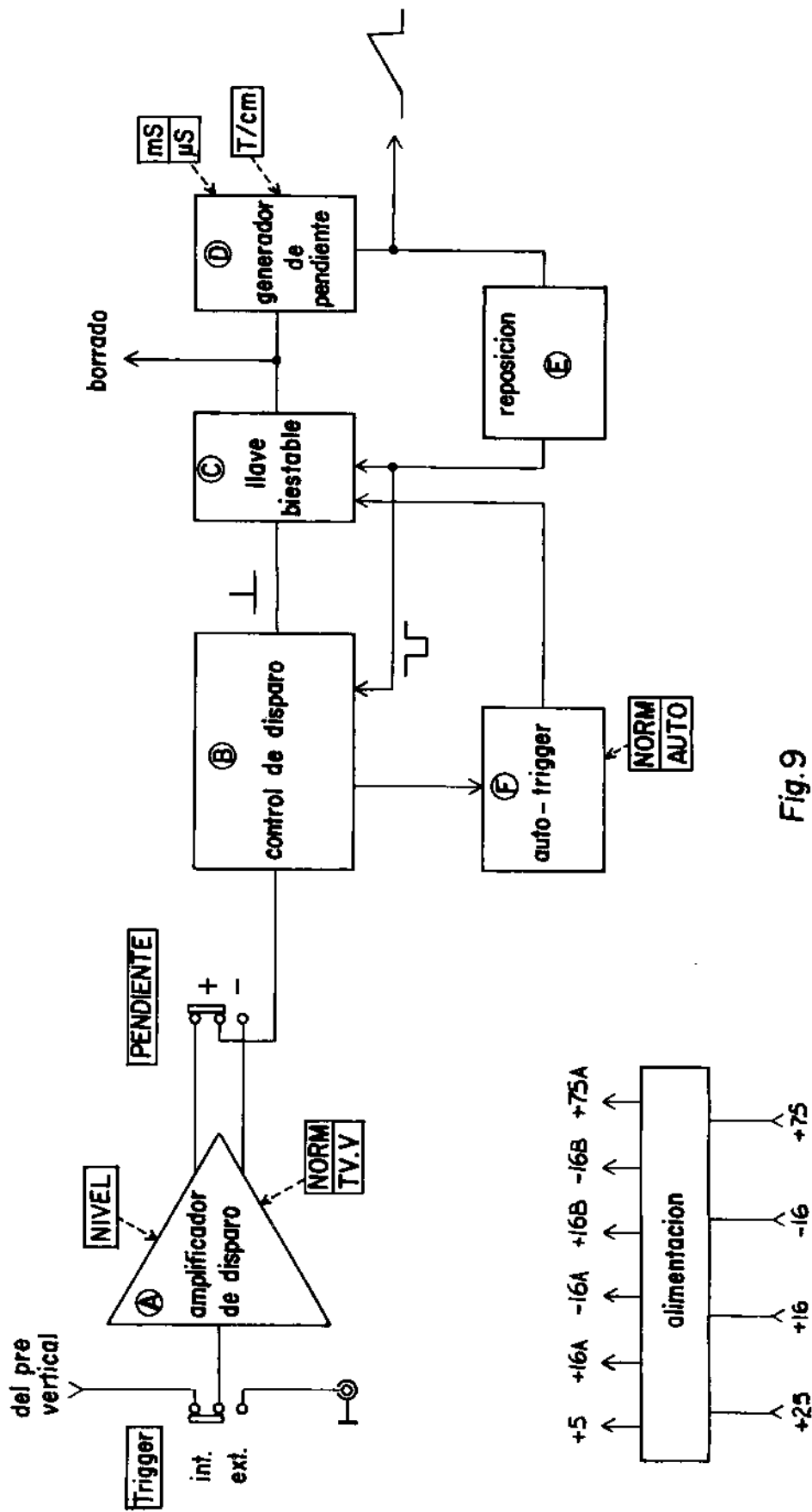


Fig.9

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 pasa-bajos compuesto por R 500 y C 500 se introduce en serie con la entrada del amplificador diferencial en la posición TV Cuadro.

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 seleccionadas mediante la llave +/—, permitiendo la sincronización en el flanco positivo o negativo 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 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, 1,5 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 canal vertical.
- 2) Bloquear en forma efectiva la señal de disparo en los intervalos de descarga de Cx.

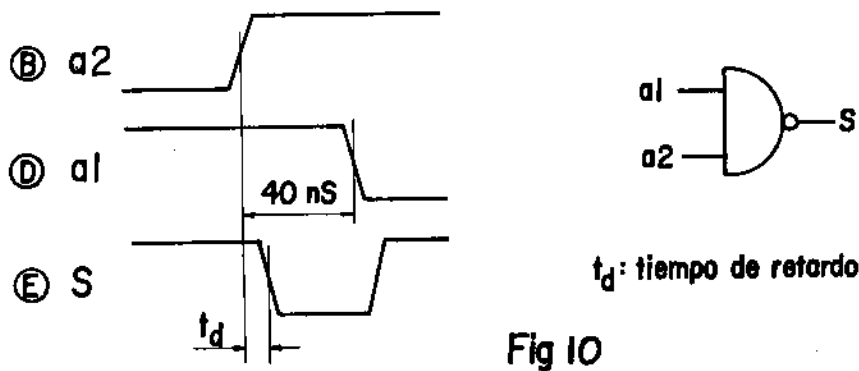
El funcionamiento del circuito es el siguiente: (Ver diagrama general).

La señal de disparo ingresa al Schmitt trigger Tr 1, el cual produce una forma de onda de flancos abruptos.

Esta señal se aplica a una entrada de la compuerta L1 en forma directa mientras que a la otra ingresa a través de los inversores I1, I2 e I3 conectados en serie.

Esta configuración permite generar un impulso negativo a la salida de L1 cuyo ancho es igual al retardo que sufre la señal al pasar por los tres inversores.

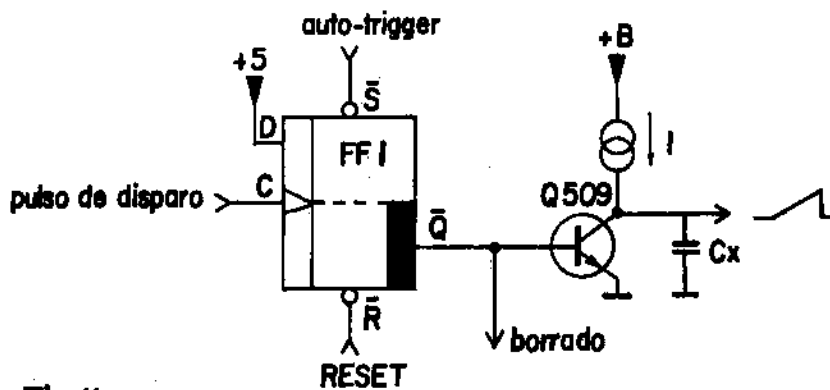
La Fig. 10 aclara el funcionamiento de L1.



Este impulso es aplicado a la compuerta L2 que lo invierte y sirve a la vez para bloquear la señal de disparo en los intervalos de retención (hold-off).

C) Llave biestable.

El funcionamiento se muestra en la Fig. 11.



En condición de reposo, el FF 1 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 cero.

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 FF 1 permanece en 1 en el modo NOR. de funcionamien-

to. 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 igual al 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 507 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.

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 FF 1 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 505 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 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 ($R_x = 3 \text{ Mohm}$) y es de 20 μA , la corriente tomada por la base de Q 510 debe ser de 2 μA como máximo.

Normalmente los transistores usados tienen un hfe mínimo de 200, por lo que la máxima corriente de entrada nunca sobrepasa los 0,5 μA .

El diodo zener D 508 provee un desplazamiento del nivel de continua de forma tal que el diente de sierra queda centrado aproximadamente en 0 volt.

E) Circuito de reposición.

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 comenzar un nuevo ciclo.

Este pulso de reposición actúa simultáneamente sobre el circuito de control de disparo y sobre la llave FF 1, produciendo un efectivo bloqueo de los pulsos de disparo durante el intervalo de retrazado y retención.

En la Fig. 12 se observa el diagrama del circuito.

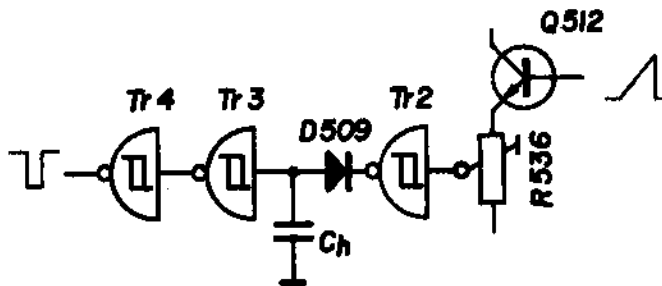


Fig 12

Q 512 trabaja como trasladador de nivel, de forma tal que cuando la tensión en su base alcanza a 10 V, la tensión a la entrada de Tr 2 llega al nivel de disparo superior (aproximadamente 1,7 V).

R 536 es el ajuste de amplitud de barrido.

En condiciones de reposo, Ch se carga a través de la resistencia de entrada de Tr 3 que está retornada a +5V. En esta forma la entrada de Tr 3 permanece a 1, al igual que la salida de Tr 4.

Cuando el diente de sierra en base de Q 512 alcanza a 10 V, la salida de Tr 2 cae a cero, Ch se descarga a través de D 509 y la baja resistencia de salida de Tr 2 (aproximadamente 10 ohm).

La salida de Tr 4 cae a cero, produciendo la descarga de Cx, con lo cual la salida de Tr 2 vuelve a su estado alto original.

El capacitor Ch comienza a cargarse a través de Tr 3. Cuando la tensión llega a 1,7 V, Tr 3 y Tr 4 cambian de estado y el pulso de retención se extingue.

Ch se conmuta mediante la llave Tiempo/cm de forma tal que el pulso de retención aumenta de ancho al aumentar Cx.

F) Control AUTO-TRIGGER.

Este circuito genera la tensión de control que es aplicada a la entrada \bar{S} de la llave FF 1 y que determina si la base de tiempo ha de trabajar en modo trigger 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 ausencia de señal de disparo, no existe señal en la entrada del monoestable M 1, por lo que su salida \bar{Q} se encuentra a 1.

En estas condiciones, si la llave SK 505 se encuentra en posición AUTO la salida de L 3, que provee la tensión de control para FF 1 se encuentra a 0.

Con SK 505 en posición TRIGG. la salida de L 3 permanece a 1.

Cuando ingresa señal a la base de tiempo, ésta queda aplicada a la entrada de M 1, el cual se dispara generando un pulso de aproximadamente 50 mS de ancho y de polaridad negativa en la salida \bar{Q} .

Como el ciclo del monoestable se reinicia con cada pulso de disparo, la salida de M 1 se conservara a 0 cuando la frecuencia de la señal sea igual o mayor que 20 Hz.

En estas condiciones, el nivel a la salida de L 3 será 1 independientemente de la posición de SK 505.

Amplificador de deflexión horizontal.

El amplificador horizontal posee una configuración cascode simétrica. Q 602 y Q 605 trabajan en configuración emisor común, en forma diferencial y alimentados a corriente constante mediante Q 610.

Q 620 y Q 621 trabajan con base a masa y constituyen la carga de colector de Q 602 y Q 605 respectivamente.

La ganancia del amplificador se ajusta mediante R 611 en posición X 1 y con R 612 en posición X 5.

La conmutación de X 1 a X 5 se realiza mediante el reed relay IL 601 el que es alimentado mediante la llave SK 601 solidaria al eje del potenciómetro de desplazamiento horizontal, el cual modifica el balance del amplificador al variar la tensión de base de Q 605.

Q 601 se incorpora con el fin de aumentar la impedancia de entrada del amplificador. D 601/602 y R 601 protegen a Q 601 de sobretensiones.

CIRCUITO DEL TRC

Fuente de alta tensión.

La tensión de aceleración para alimentar al TRC se obtiene mediante la rectificación de la señal de 20 KHz producida por el oscilador Q 710.

A partir de dos bobinados secundarios, se obtienen dos fuentes de AT independientes. Una de ellas provee -1350 V en el punto de prueba de AT que alimenta al cátodo y primer ánodo del TRC.

La otra fuente alimenta la grilla N^o 1 desde el control de brillo R 717 mientras que R 716 funciona como control interno de polarización de grilla.

Regulador de AT.

La alimentación de colector del transistor oscilador, y por ende la amplitud de la oscilación es regulada mediante el transistor Q 700 que trabaja como regulador serie.

Del punto de unión de R 732 y R 733 se toma la tensión de referencia de -8 V que es aplicada a la entrada no inversora del amplificador de error CI 701.

La tensión en la entrada inversora se toma del punto medio de R 701 que es el ajuste de AT.

Si la tensión de salida del convertidor tiende a disminuir, como consecuencia de un mayor consumo del TRC (más brillo), la tensión sobre C 724 se hace más positiva.

La tensión en emisor de Q 700 aumenta, el transistor oscilador toma más corriente aumentando a su vez la tensión rectificada en el secundario y compensando la caída original.

Borrado.

La base de tiempo provee un pulso positivo de borrado cuya función es bloquear la emisión del TRC en los intervalos de retrazo y retención.

Este pulso es amplificado por I 1 a una amplitud de 40 Vpp e invertido de polaridad.

El rectificador D 700/701 está conectado en forma flotante al inversor I 1, que provee el pulso de borrado a la grilla del TRC a través del rectificador de AT.

Eje Z.

Se proveen dos entradas para eje Z. La Entrada A está acoplada en forma capacitiva al cátodo del TRC.

La entrada B es compatible con lógica TTL permitiendo el funcionamiento en continua.

En condiciones normales la entrada de I 3 se encuentra a nivel 1 a través de R 722. En esta forma el cátodo de D 711 se encuentra a $+40\text{ V}$ independientemente de la posición de R 720 (profundidad de modulación), permaneciendo bloqueado.

Cuando se utiliza la entrada B de eje Z, se obtiene pleno brillo con la entrada a-1, mientras que con la entrada a 0 puede ajustarse mediante R 720 desde el bloqueo del TRC hasta pleno brillo.

La compuerta de diodos compuesta por D 710/711 y R 711 tiene por finalidad hacer que el eje Z no afecte el normal funcionamiento del borrado.

Calibrador de tensión.

Está compuesto por Q 204/205 trabajando como multivibrador acoplado por emisor.

La simetría de la onda cuadrada se ajusta mediante R 223 y la frecuencia por medio de R 219.

La señal se toma de colector de Q 203. D 204 estabiliza la amplitud mientras que el divisor R 211, 212 y 213 provee 1 Vpp de amplitud sobre el borne de salida.

FUENTES DE ALIMENTACION.

El equipo posee tres fuentes de alimentación reguladas y protegidas.

Alimentación de + 16 V : Consiste en un regulador serie Q 801 y el amplificador de error CI 801. La tensión de referencia la provee el zener D 805 de 5,1 V, valor de tensión elegido teniendo en cuenta el coeficiente térmico más cercano a cero.

R 811 permite el ajuste de la tensión a + 16 V. R 802 conjuntamente con Q802 funcionan como protección contra sobrecorrientes.

Cuando la tensión sobre R 802 supera el umbral de conducción base-emisor, el transistor conduce colocando la base de Q 801 a potencial de emisor y limitando la corriente a un valor de seguridad.

Alimentación de - 16 V : El circuito es idéntico al de la fuente positiva pero invirtiendo la polaridad de los semiconductores.

Alimentación de + 110 V : Consiste en un seguidor emisor Darlington Q 851. Q 850 funcionando como regulador serie.

Q 852 es el amplificador de error, utilizando los zener D 860/865 como fuente de tensión de referencia.

Q 853, D 855 y R 850 forman el circuito de protección.

La tensión de 40 V presente en cátodo D 860, se utiliza como referencia para alimentar la base del regulador serie Q 860, el cual provee la tensión de 40 V para alimentar al convertidor.

Alimentación de + 200 V : Se obtiene de un devanado del transformador de alimentación que provee 220 Vrms.

La salida del puente de diodos se aplica a un circuito de filtrado compuesto por C 870, C 871 y R 870.

E) AJUSTES Y MANTENIMIENTO

En la presente sección se darán las instrucciones necesarias para el reajuste de aquellos controles factibles de sufrir modificaciones con el envejecimiento del equipo.

Previamente al ajuste se quitarán las tapas superior, inferior y posterior del equipo y se conectará a una tensión de alimentación de $220\text{ V} \pm 10\%$ ($110\text{ V} \pm 10\%$).

Los ajustes se realizarán luego de 15 minutos de calentamiento. El instrumental necesario es el siguiente:

- ▣ Voltímetro de corriente continua con precisión del 2 % o mejor.
- ▣ Calibrador de osciloscopio con ajuste de la tensión de salida con una precisión del 2 % o mejor.
- ▣ Generador de marcas de tiempo con exactitud igual o mayor que el 1 %.
- ▣ Generador de audio con salida senoidal y cuadrada.

PROCEDIMIENTO DE AJUSTE.

1) Ajuste alimentación + 16 V.

- a) Conectar el terminal positivo del voltímetro al punto de prueba marcado TP 1 + 16 V. y el negativo a chasis.
- b) Ajustar R 811 para una lectura de $16\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$.

2) Ajuste alimentación - 16 V.

- a) Conectar el terminal negativo del voltímetro al punto de pruebas marcado TP 2 - 16 V y el positivo a chasis.
- b) Ajustar R 821 para una lectura de $16\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$.

3) Ajuste alimentación + 110 V.

- a) Conectar el terminal positivo del voltímetro al punto de pruebas marcado TP 3 + 110 V y el negativo a chasis.
- b) Ajustar con R 866 para una lectura de $100\text{ V} \pm 2\text{ V}$.

4) Ajuste alimentación – 1350 V.

- a) Conectar el terminal positivo del voltímetro a chasis y el negativo al punto de pruebas del convertidor. (Pin 1 ó 14 del TRC).
- b) Ajustar R 701 para una lectura de $1350\text{ V} \pm 10\text{ V}$.

5) Ajuste de la polarización de grilla.

- a) Disponer los controles del osciloscopio para obtener la línea de referencia del barrido.
- b) Ajustar foco y astigmatismo para mejor definición del trazo.
- c) Girar el control de brillo totalmente hacia la izquierda (mínimo brillo).
- d) Ajustar R 716 (polarización de grilla) a través del blindaje del convertidor en el punto en el cual el brillo se extingue por completo.

PRECAUCION: El potenciómetro de preajuste R 716 de polarización, se encuentra a potencial de -1350 V . Utilice una herramienta aislada para su ajuste evitando hacer cortocircuito contra el blindaje.

6) Ajuste de la ganancia vertical.

- a) Utilizando el calibrador de osciloscopios, inyectar una señal de 2 Vpp en la entrada vertical.
- b) Disponer el atenuador vertical en la posición $0,5\text{ V/cm}$ y el resto de los controles para obtener un oscilograma estable.
- c) Ajustar el preset R 318 para una deflexión de 4 cm .

NOTA: En caso de no contar con un calibrador de amplitud, se utilizará el calibrador interno de 1 Vpp . En este caso se ajustará R 318 para una deflexión de 2 cm .

7) Ajuste de la compensación de frecuencia del atenuador vertical.

- a) Conectar el generador de ondas cuadradas a la entrada vertical del osciloscopio. Ajustar la frecuencia a un valor comprendido entre 1 y 2 KHz .
- b) Colocar el atenuador vertical en el paso de 20 mV/cm y ajustar la amplitud de la señal para 4 cm de deflexión.
- c) Ajustar el trimer C 15 para una forma de onda correcta sin sobreimpulso ni atenuación (Ver Fig. 2).
- d) Pasar el atenuador a la posición 50 mV/cm e incrementar la salida del generador para lograr un oscilograma de 4 cm .
- e) Ajustar el trimer C 19 para mejor forma de onda

Repetir el procedimiento en los siguientes pasos, aumentando la amplitud de la señal entregada por el generador.

Atenuador en:	Ajustar con:
100 mV/cm	C1
200 mV/cm	C14
500 mV/cm	C17
1 V/cm	C5
10 V/cm	C9

8) Ajuste de la capacidad de entrada del atenuador.

- Conectar el generador de ondas cuadradas a la entrada vertical a través de la punta de baja capacidad (10 X). Ajustar la frecuencia de la señal entre 1 y 2 KHz.
- Ajustar la frecuencia de la base de tiempo para visualizar 2 ó 3 ciclos de la señal.
- Colocar el atenuador vertical en el paso de 10 mV/cm y ajustar la tensión del generador para un oscilograma de 2 cm. de altura.
- Ajustar el trimer de la punta de baja capacidad para una forma de onda sin sobreimpulso ni atenuación.
- Pasar el atenuador a 0,1 V/cm e incrementar la salida del generador. Ajustar con C 3 (en el atenuador vertical) para mejor forma de onda.
- Repetir el ajuste en los siguientes pasos:

Atenuador en:	Ajustar con:
1 V/cm	C 7
10 V/cm	C 11

NOTA: El ajuste en el paso de 10 V/cm sólo se podrá realizar si se posee un generador de ondas cuadradas capaz de entregar una tensión de salida de 100 Vpp, como mínimo.

9) Ajuste del balance vertical.

- Poner en cortocircuito la entrada vertical y la base de tiempo en modo Auto, para obtener la línea de referencia.
- Girar el vernier de ganancia vertical de uno a otro extremo, ajustando simultáneamente el control de balance (Bal) para que el haz permanezca estable en la pantalla en todo el recorrido del vernier.

10) Ajuste interno de posición vertical.

- Cortocircuitar la entrada vertical del osciloscopio.

- b) Ajustar el potenciómetro de desplazamiento vertical en el centro del recorrido (cero volt entre el cursor y masa).
- c) Llevar el trazo al centro de la pantalla mediante el preset R 417 en el preamplificador vertical.

11) Ajuste de la sensibilidad horizontal.

- a) Cortocircuitar la entrada vertical.
- b) Colocar el selector de deflexión horizontal en posición EXT. y el expansor horizontal en X 1.
- c) Conectar la salida del calibrador de tensión a la entrada X EXT.
- d) Ajustar la salida del calibrador a 10 Vpp.
- e) Ajustar el preset de ganancia horizontal R 611 para una deflexión de 10 cm.
- f) Reducir la salida del calibrador a 2 Vpp.
- g) Colocar el expansor horizontal en X5.
- h) Ajustar el preset R 612 para una deflexión de 10 cm.
- i) Colocar el expansor horizontal en X1 y el selector de deflexión horizontal en interno.

12) Ajuste del centrado horizontal.

- a) Disponer los controles del osciloscopio para observar la línea de referencia del barrido.
- b) Colocar al expansor horizontal en X5.
- c) Verificar si en ambos extremos del control de posición, el oscilograma comienza y termina a la misma distancia del centro de la pantalla. De no ser así, ajustar R 606 para conseguir la simetría.

13) Ajuste de polarización del amplificador horizontal.

- a) Conectar un generador senoidal a la entrada vertical del equipo.
- b) Ajustar el atenuador vertical y la base de tiempo para conseguir un oscilograma de 2 cm de amplitud y 10 a 20 ciclos de señal.
- c) Ajustar R 621 para que no se produzcan distorsiones visibles en los extremos del oscilograma.

14) Ajuste de la amplitud del barrido.

- a) Disponer los controles del osciloscopio para visualizar la línea de referencia del

barrido con una velocidad de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- b) Ajustar el preset R 536 en la base de tiempo para obtener un trazo horizontal que exceda 2 mm a cada lado del reticulado.

15) Ajuste de la velocidad de barrido.

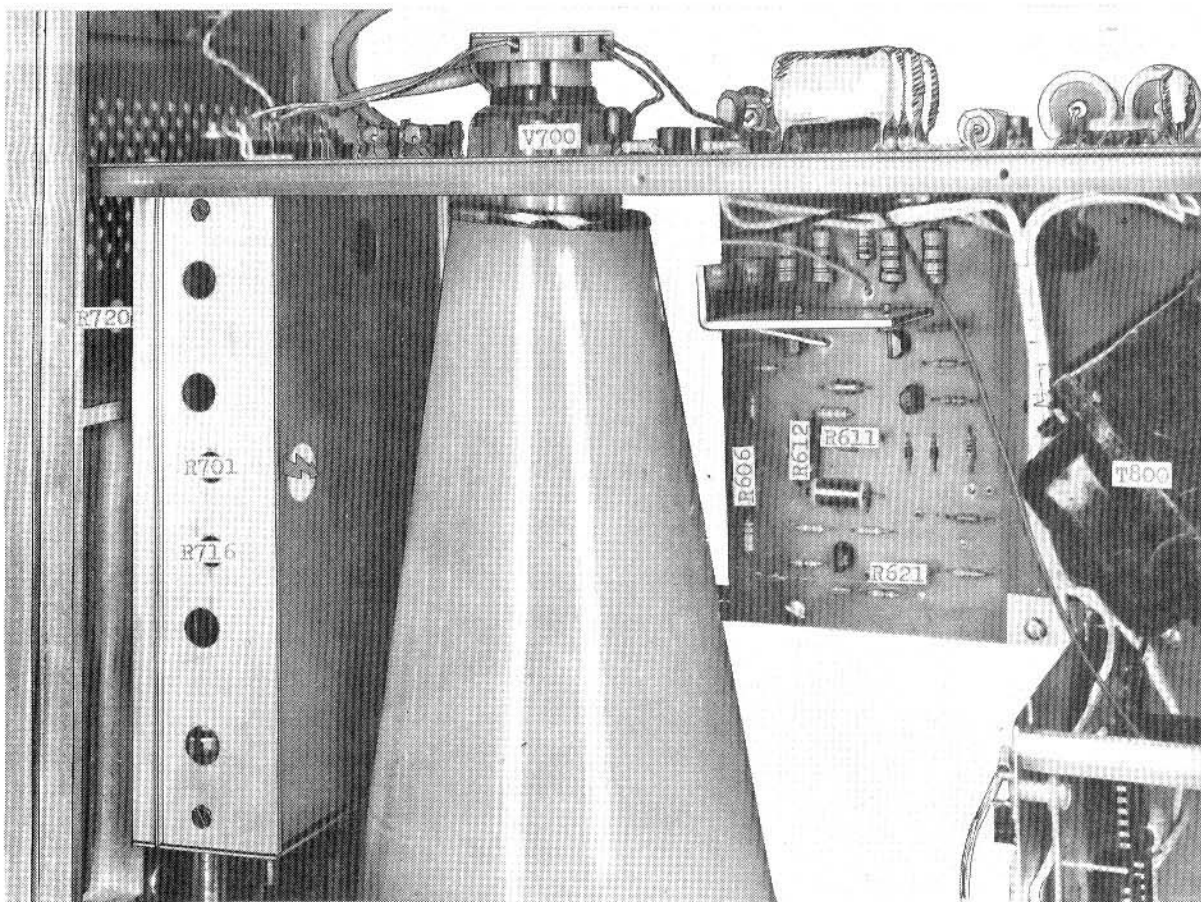
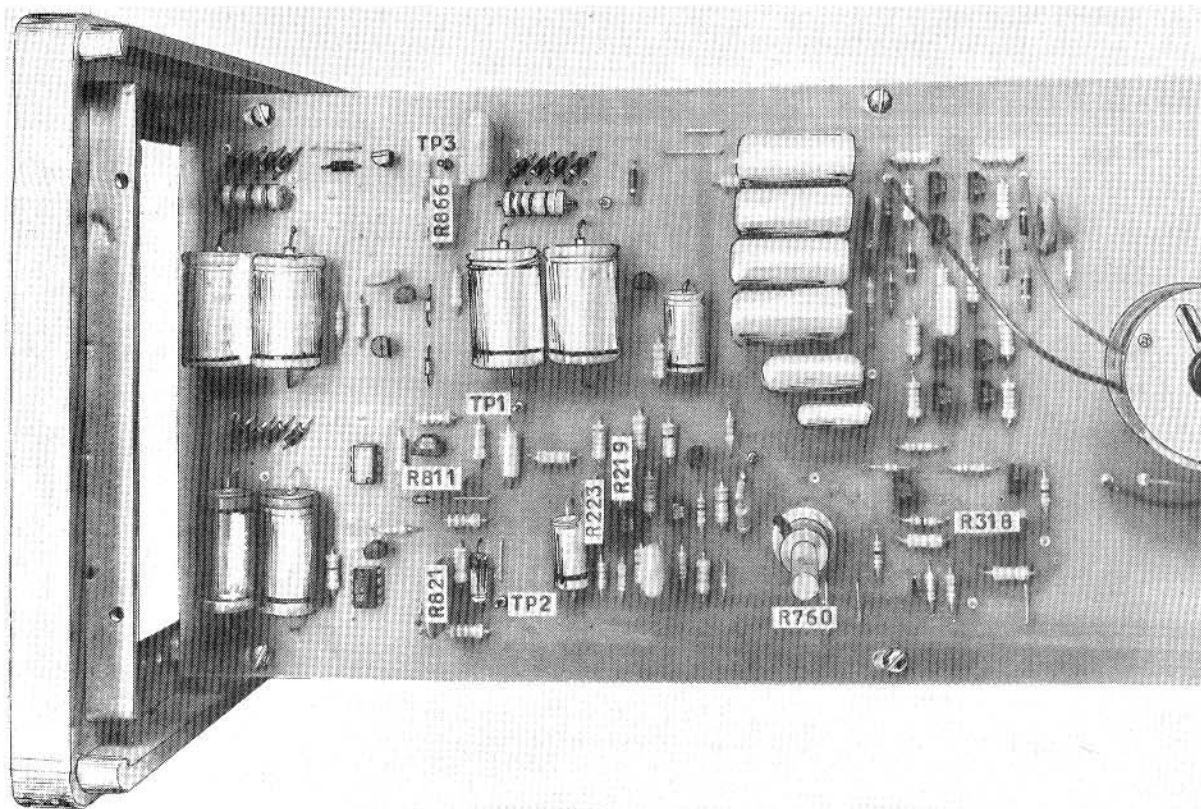
- a) Conectar el generador de marcas de tiempo a la entrada vertical del equipo.
- b) Ajustar el atenuador vertical para obtener marcas de 4 cm de amplitud aproximadamente.
- c) Ajustar las marcas de tiempo para una separación entre marcas de 500 μS .
- d) Colocar el selector de velocidad de barrido en el paso de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el vernier en posición CAL.
- e) Ajustar con R 524 la velocidad de barrido para una separación entre marcas de 1 cm. Utilizar la iluminación del reticulado para mejor observación.

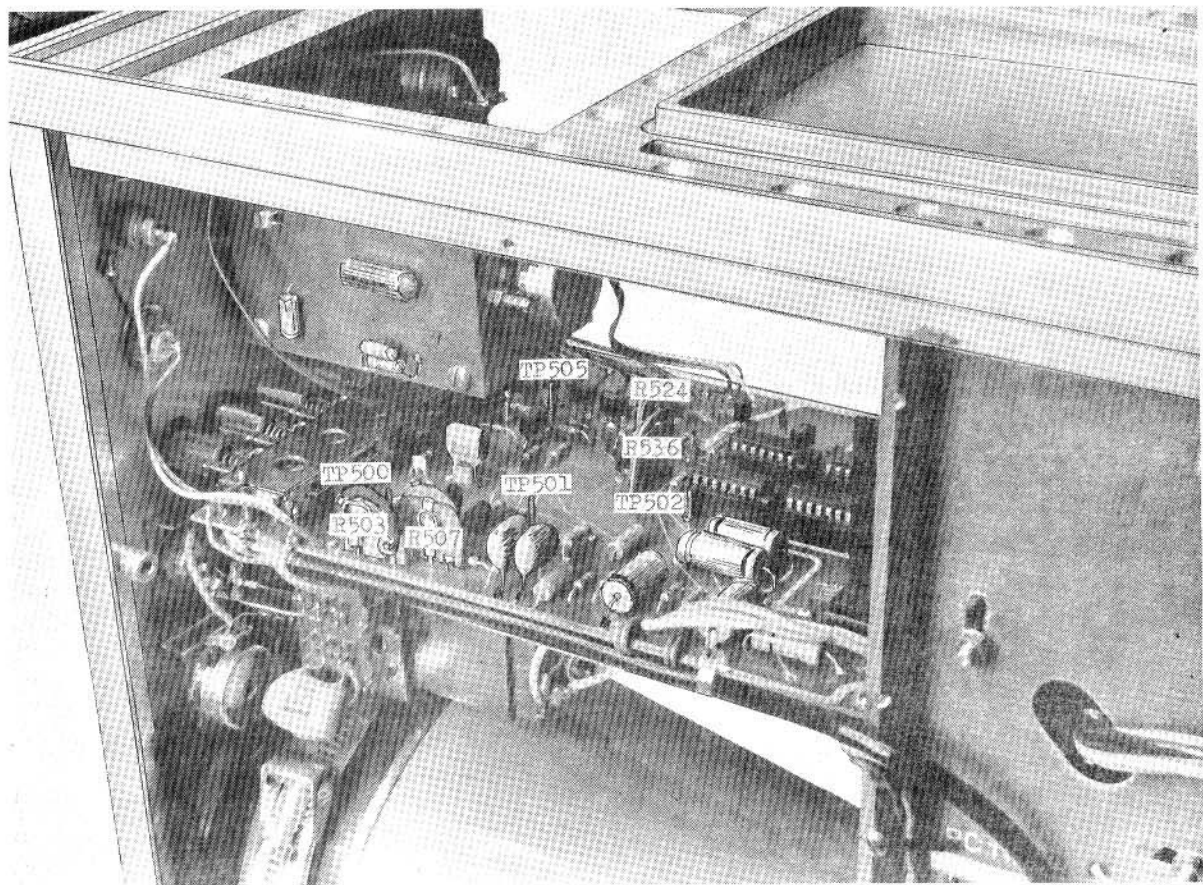
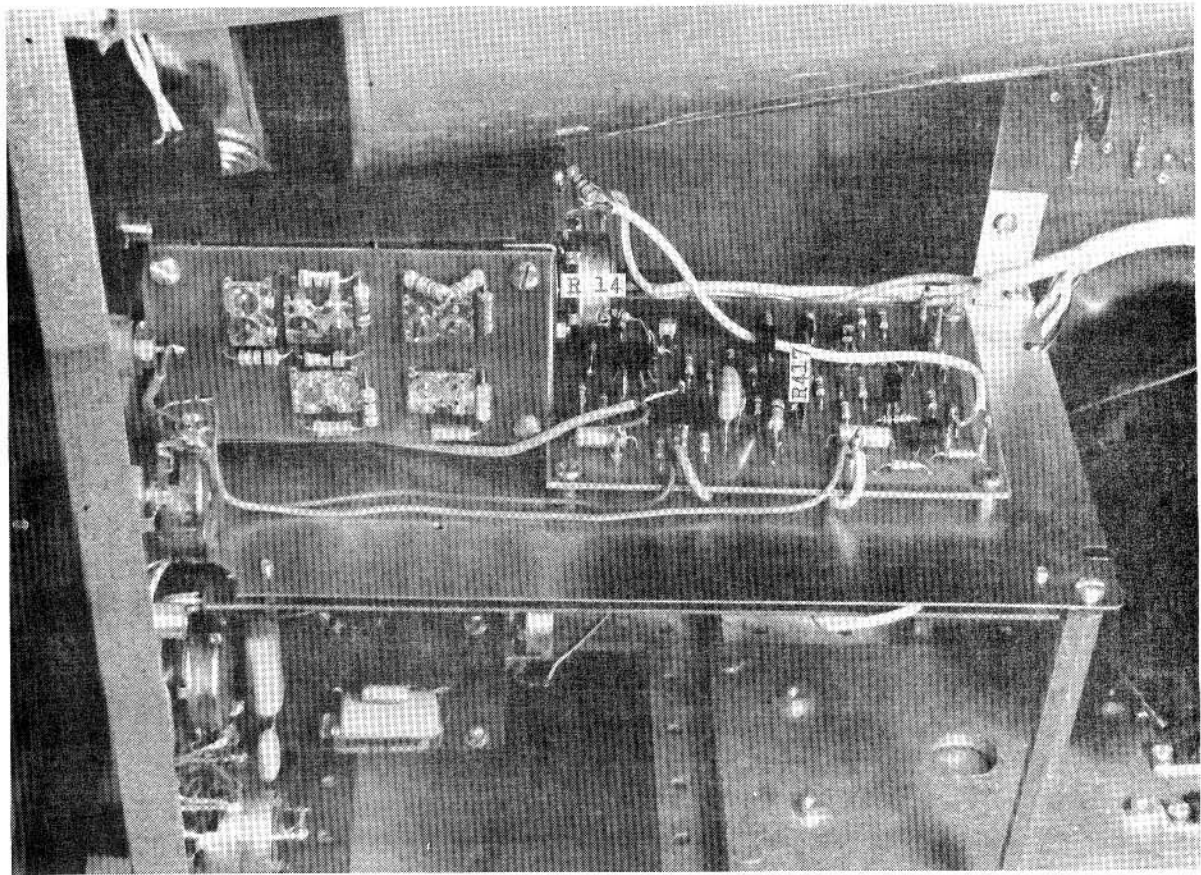
16) Ajuste del amplificador de disparo.

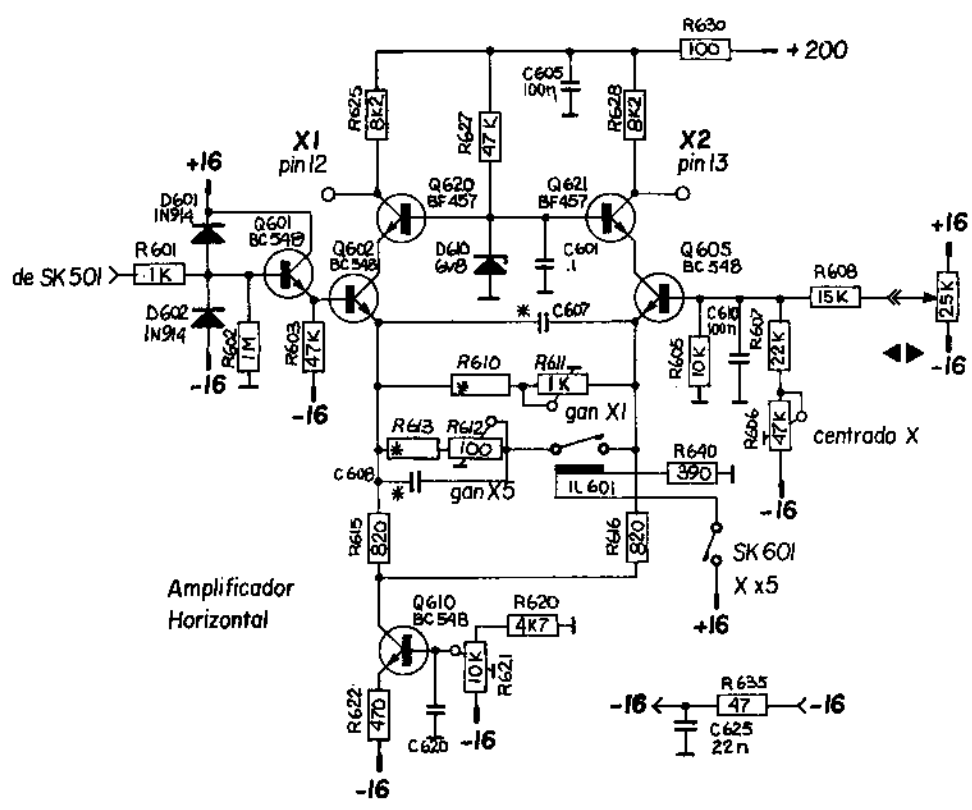
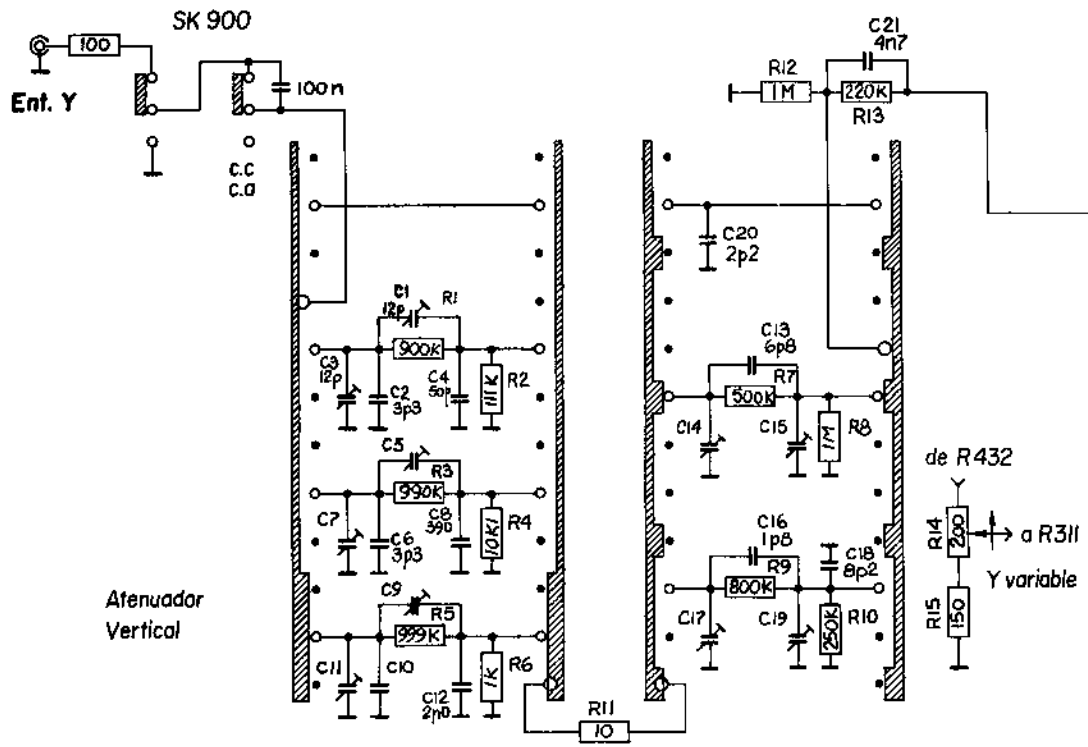
- a) Conectar el generador senoidal a la entrada vertical del equipo.
- b) Ajustar la frecuencia del generador a 1 KHz y la amplitud a 1 Vpp.
- c) Colocar el atenuador vertical en el paso de 0,5 V/cm y el vernier en posición CAL.
- d) Conectar el voltímetro de continua al punto medio del control de nivel y ajustar éste para una lectura de cero volt con respecto a masa.
- e) Centrar perfectamente el oscilograma en el sentido vertical.
- f) Con el voltímetro de continua medir la tensión presente en base de Q 503 (TP 501). Tomar nota del valor de tensión leído, el que estará comprendido entre 0 y + 1 V.
- g) Pasar la punta del voltímetro a la fuente de Q 501 (TP 500).
- h) Ajustar el preset R 503 para obtener en TP 500 la misma tensión leída en TP 501.
- i) Ajustar R 507 para que el barrido comience exactamente sobre la línea de cero volt. Verificar que esto suceda al pasar el control de pendiente de negativa a positiva. De no ser así, retocar nuevamente R 503.

NOTA : Consultar la sección siguiente para ubicar los elementos de ajuste mencionados anteriormente.

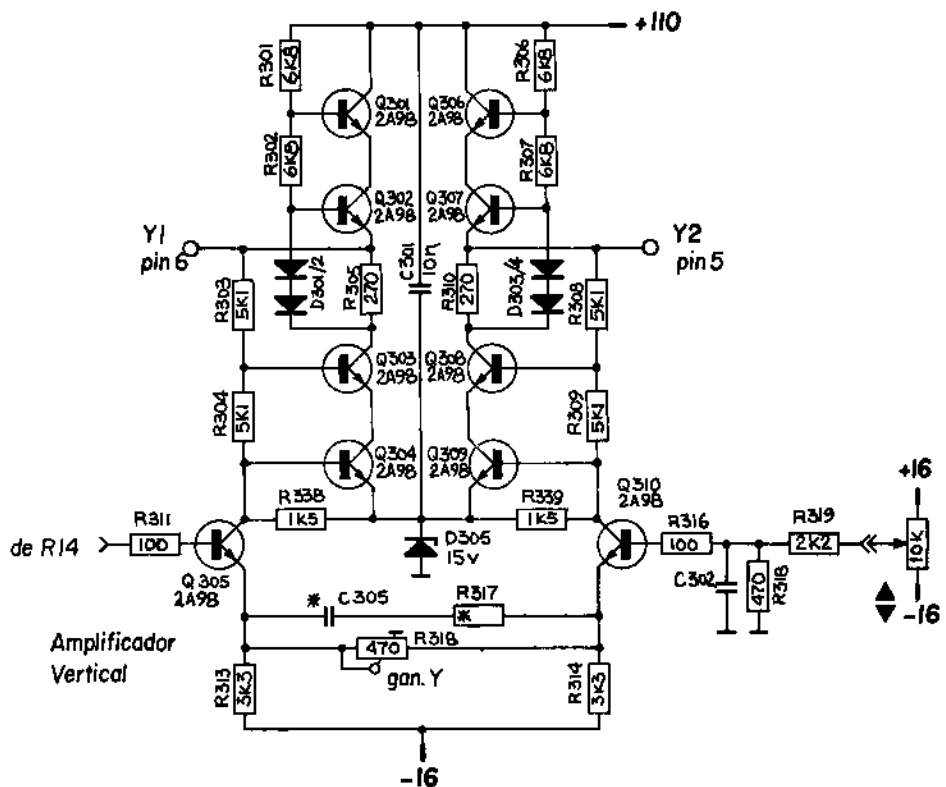
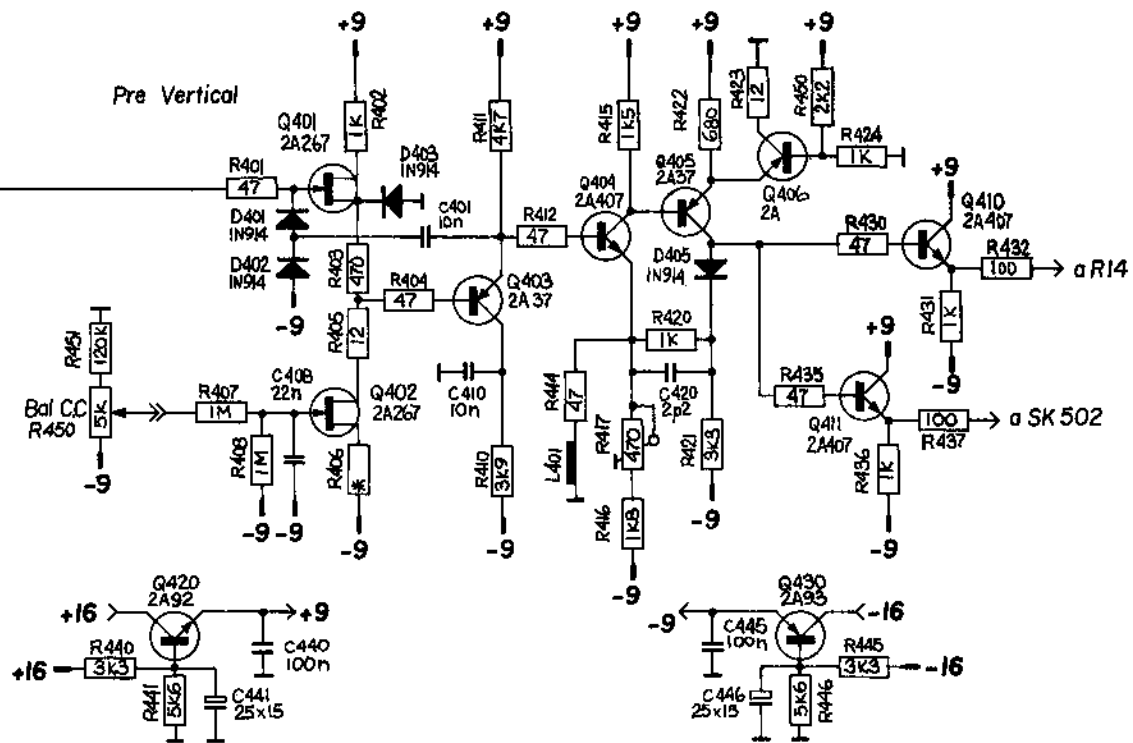
F) UBICACION DE COMPONENTES





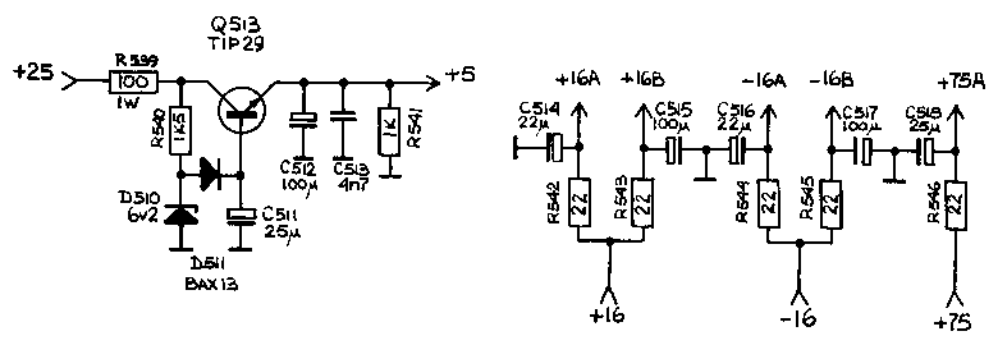
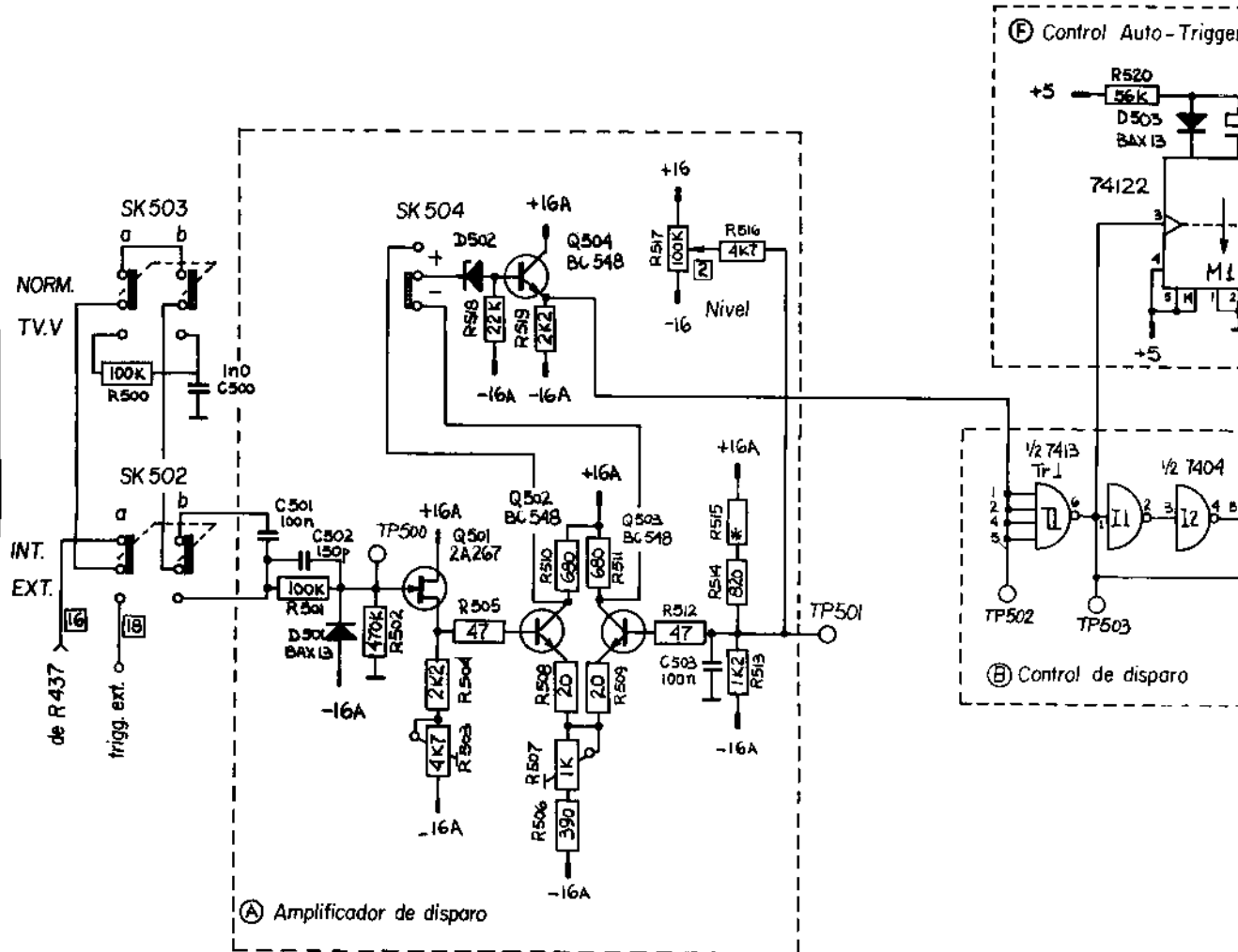


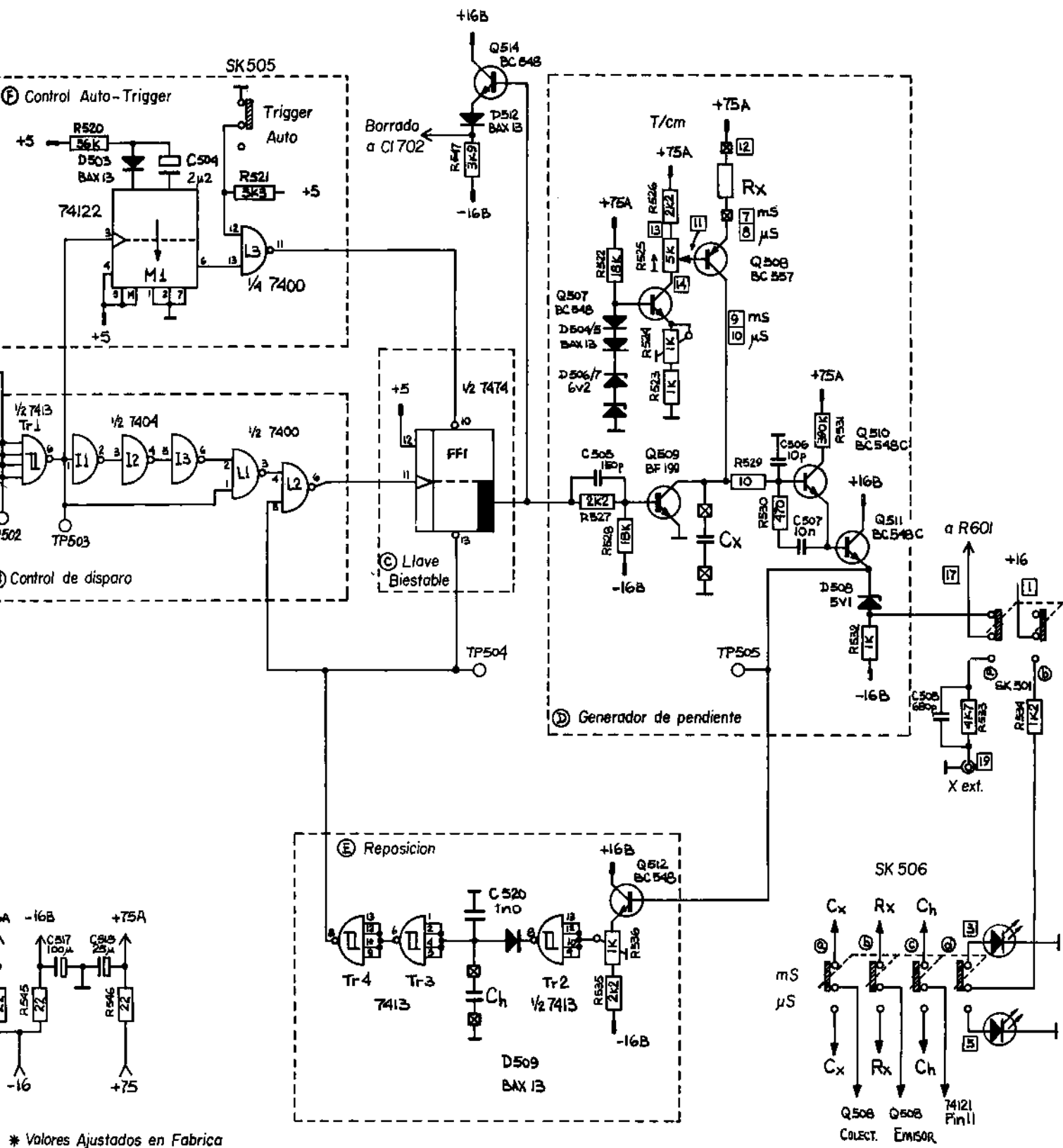
* Valores Ajustados en Fabrica



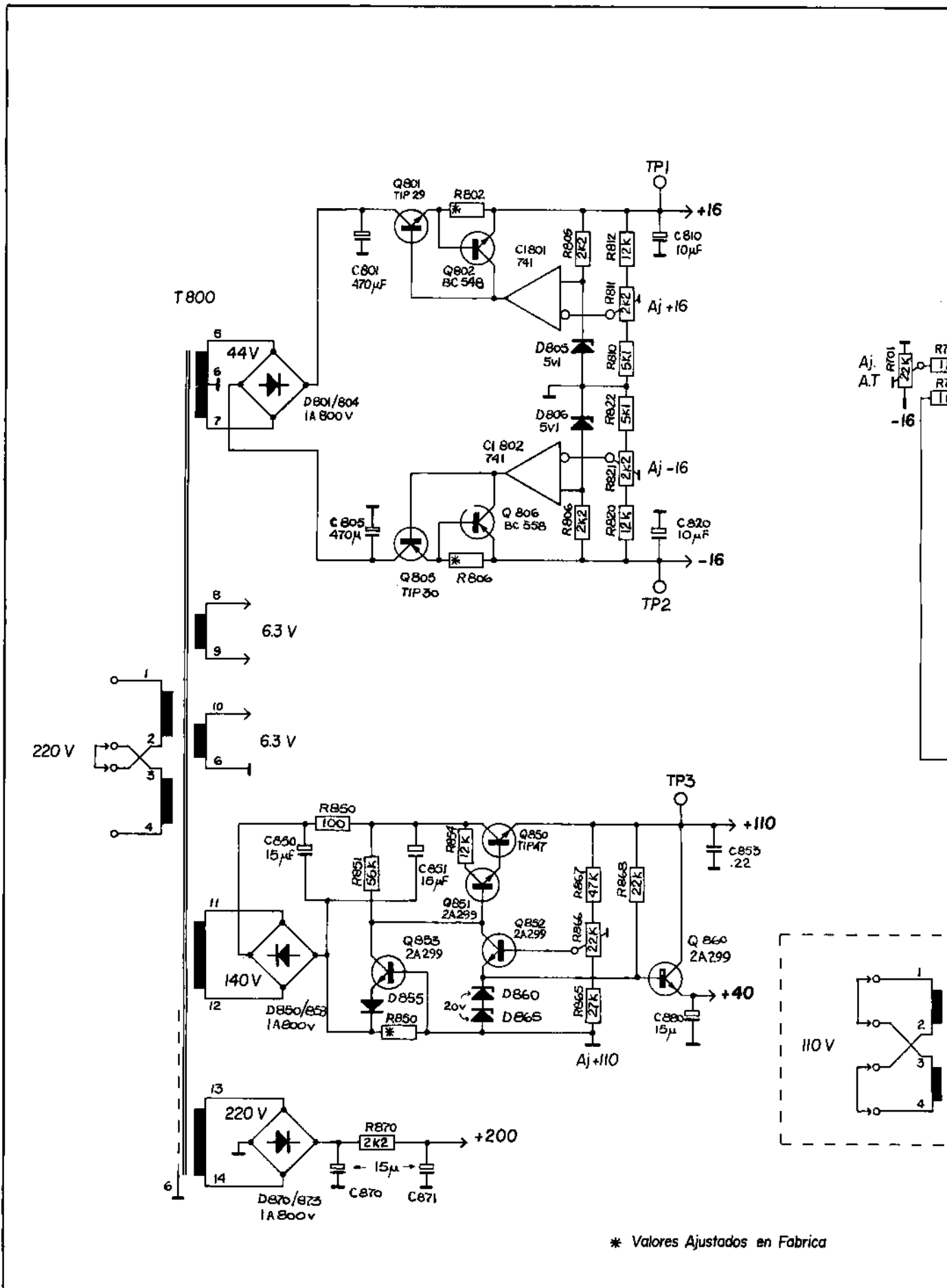
Ajustados en Fabrica

Generador de base de tiempo

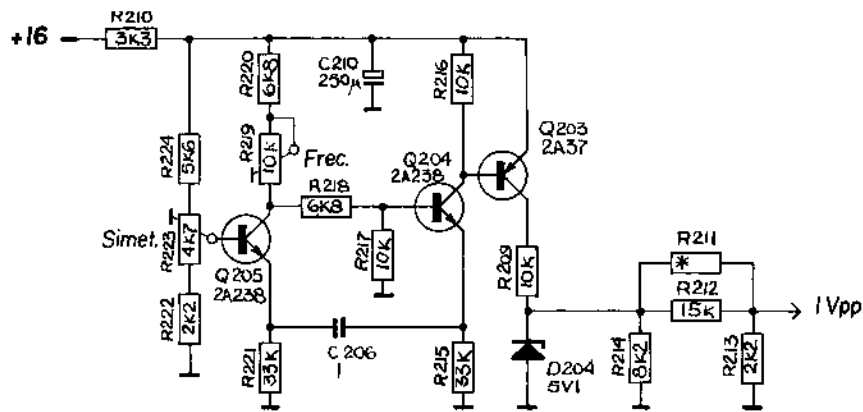
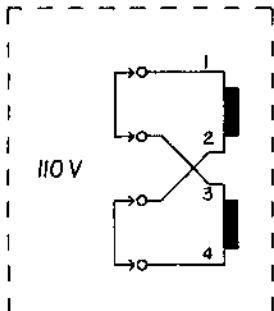
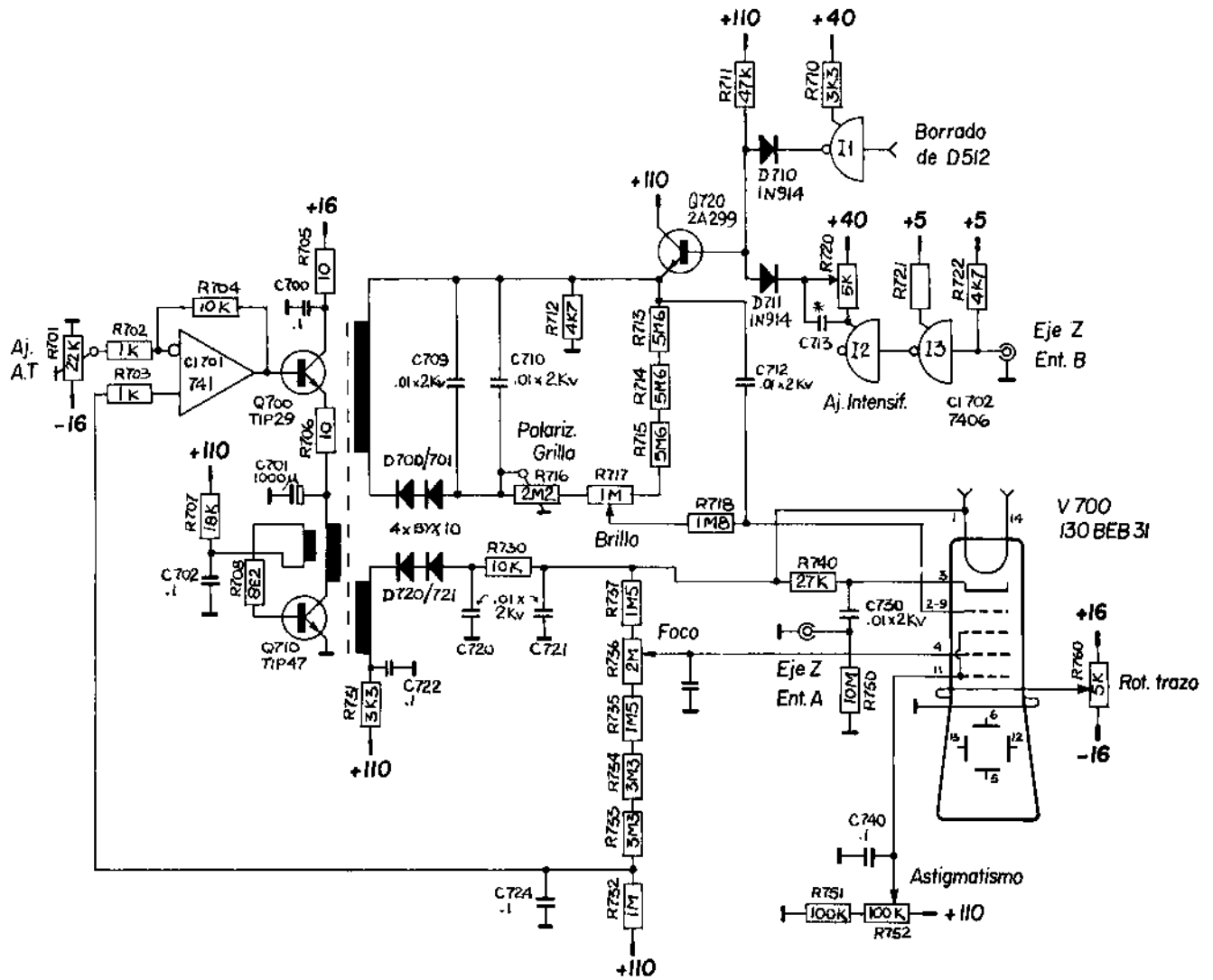




* Valores Ajustados en Fabrica



* Valores Ajustados en Fabrica



G A R A N T I A

LABORATORIO MONFRINI certifica que este instrumento fue probado y revisado íntegramente y encontramos que las especificaciones podrían ser publicadas o dadas a conocer con certeza, una vez que el producto saliera de fábrica.

LABORATORIO MONFRINI también certifica que las medidas de calibración fueron revisadas en nuestro Departamento Técnico hasta el límite de sus exigencias.

G A R A N T I A Y A S I S T E N C I A

Todos los productos **MONFRINI** son garantizados por el término de 1 (un) año desde la fecha de entrega, siendo la de este equipo el de 19

Dentro de ese plazo reparamos o reemplazamos cualquier elemento que pruebe ser defectuoso durante el tiempo de vigencia de esta garantía (a excepción del Tubo de Rayos Catódicos).

Ninguna otra garantía está implícita o explícita.

No nos responsabilizamos por daños ocasionales o de transporte, el que corre por cuenta y riesgo del comprador.

LABORATORIO MONFRINI
24 de Noviembre 1017/21
Buenos Aires — Argentina

Serie

J. L. MONFRINI
Gerente