

09.70.25

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1970

R.S.
16/33. 1970

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROTECCION

ESTABILIZADOR DIGITAL DE ESPECTROS

Pedro Carol DUNN
Abel Julio GONZALEZ
Alfredo Hernán SAAB
Pedro Miguel SAJAROFF

R.S.
16/33

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROTECCION

ESTABILIZADOR DIGITAL DE ESPECTROS (*)

Pedro Carol DUNN
Abel Julio GONZALEZ
Alfredo Hernán SAAB
Pedro Miguel SAJAROFF

(*) Trabajo presentado en la XIXª Semana de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

R E S U M E N

Se presenta el diseño de un estabilizador digital de picos de espectros gamma para ser utilizado especialmente en equipos de baja tasa de cuentas. Es de fácil adaptación a cualquier analizador multicanal debido a que tiene circuitos de análisis propios.

ESTABILIZADOR DIGITAL DE ESPECTROS

1 - OBJETO

El aumento de la utilización de analizadores multicanal ha enfatizado la importancia del problema de corrimientos inherentes a este tipo de sistemas, o sea la estabilidad de su calibración (relación entre la energía incidente en el detector y la posición de registro hecha por el equipo).

Las causas primarias de corrimiento son:

1. a Variaciones en el detector de la proporcionalidad entre la energía incidente y el pulso eléctrico de salida. En el caso de los fotomultiplicadores se debe a variaciones del factor de multiplicación por variación de temperatura, efectos de envejecimiento, alteración de la velocidad de conteo, etc.
1. b Variaciones de las tensiones de polarización de los detectores, muy crítica en el caso de los detectores de centelleo y contadores proporcionales.
1. c Cambios de las ganancias en las cadenas de amplificación lineal y/o conformación previas a las etapas de análisis.
1. d Cambios en los circuitos de análisis y/o variaciones de los niveles de discriminación (en el caso de conversores

análogo-digitales, corrimiento del cero y alteración de las constantes de proporcionalidad de la conversión).

Estos problemas resultan acentuados en contajes de muestras de muy baja actividad (mediciones de fall-out, contadores de todo el cuerpo, etc.). En efecto, en estos casos las mediciones suelen durar largo tiempo y la probabilidad de un corrimiento (especialmente el descrito en 1.a) aumenta.

La baja tasa de cuentas de este tipo de mediciones impone una corrección del tipo digital con desviación normal constante.

Algunos equipos comerciales para corrección de corrimientos usan métodos analógicos, con las siguientes desventajas:

El sistema de corrección es dependiente de la velocidad de contaje de la muestra en análisis. Los circuitos analógicos introducen una nueva fuente de error y una gran dificultad es la integración del equipo con el analizador multicanal clásico, además de la pérdida de resolución.

Para solucionar estos problemas se diseñó un estabilizador de espectros totalmente digital basado en una idea ya conocida (1) y desarrollada por otros autores (2), (3), (4). La corrección se logra por detección de la diferencia de contajes en dos ventanas tomadas en los flancos de un fotopico de referencia del espectro a analizar o de un espectro introducido a tal efecto. No se comparan las velocidades de contaje y la corrección

/

es esencialmente pasiva no contribuyendo al corrimiento. La velocidad de corrección sólo depende de los circuitos digitales y el equipo actúa independientemente de la actividad de la muestra.

2 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La idea del método es tomar a cada lado del pico de referencia dos ventanas de altura de impulsos con la condición de que sus áreas (contajes promedios) sean iguales si la calibración del sistema es correcta.

Si hay corrimiento, las áreas dejarán de ser iguales por lo cual, diferirán los promedios de cuentas en las ventanas.

De la diferencia existente entre estos promedios se obtiene una señal de error con la que se realimenta al sistema a fin de estabilizarlo. La realimentación puede actuar sobre la cadena de detección o de análisis (alta tensión del fototubo o ganancia del analizador o sobre la pendiente de la rampa del conversor analógico digital del analizador multicanal).

Para establecer la existencia de una diferencia se espera hasta que la suma $N_1 + N_2$ de cuentas en ambas ventanas alcance un número N , prefijado en el panel frontal. Si el valor absoluto de la diferencia, $N_1 - N_2$, resulta mayor que un número PR (*) también prefijado en el panel frontal (que está relacionado con la desviación standard de $N_1 - N_2$), se considera que hay necesidad de corrección. En realidad, como se verá mas adelante, la co-

(*) En el apéndice I se aclara la nomenclatura usada.

corrección tiene lugar si $(N_1 - N_2) \geq PR$ ó $(N_1 - N_2) < -PR$.

Naturalmente se darán casos en que se corregirá aunque no haya realmente corrimientos reales sino debido a errores estadísticos. En el apéndice II se muestra un ejemplo que aclara la acción de estos errores y su influencia sobre la resolución.

Las ventanas, ajustables en ancho y posición, reciben información del convertidor analógico-digital del analizador multicanal, clasificándola digitalmente. Los canales de iniciación y de fin en cada ventana se seleccionan manualmente. Cada vez que el analizador multicanal acumula una cuenta en el nivel de energía correspondiente al grupo de canales incluidos en las ventanas, se genera una señal que entra a dos escalímetros. Uno de ellos, escalímetro suma, contiene $N_1 + N_2$. El otro, reversible, contiene $N_1 - N_2$. Es decir, un pulso que se ubica en alguna de las ventanas altera en +1 el contenido del escalímetro suma; el escalímetro reversible se altera en +1 si el impulso cae en la ventana inferior, y en -1 si cae en la superior. Los signos atribuidos a N_1 y N_2 son arbitrarios, pues sólo interesa el valor absoluto de $N_1 - N_2$.

Cuando el contenido del escalímetro suma llega a N, el equipo realiza un ciclo cuyo programa es el siguiente:

2. a Se bloquea el acceso de información al estabilizador.

2. b Se corrige la ganancia o la alta tensión si $|N_1 - N_2| > PR$. La corrección se realiza con un motor paso a paso, de modo que su magnitud es independiente de $|N_1 - N_2|$. El signo de $N_1 - N_2$ determina el sentido de la corrección.
2. c Se pone a cero el estabilizador.
2. d Se permite de nuevo el acceso de información al estabilizador.

3 - CARACTERISTICAS TECNICAS

3. a Lógica (Ver diagrama en bloques - Figura 1.)

El tren de pulsos, proveniente del conversor analógico-digital del analizador multicanal, luego de pasar por una compuerta de lógica de acceso, (Y - AER), entra al escalímetro de direcciones compuesto de tres divisores $\times 10$ en código BCD-1248 con sus correspondientes decodificadores a decimal. Las salidas de estos decodificadores van a las llaves de principio y de fin de canal de ventanas. Estas llaves junto con el pulso inspector PIAR (*), comandan los biestables de avance (Av) y retroceso (Rt) cuyo estado lógico maneja a su vez el escalímetro reversible. Av (Rt) queda en cero si el tren de pulsos supera el canal de iniciación de la ventana izquierda (derecha) pero no el de fin. Si el tren supera la capacidad del escalímetro de direc-

(*) El retardo del pulso inspector con respecto a los pulsos del CAD permite que los divisores y sus decodificadores transicionen a un estado bien definido antes de que se interroge a dicho estado.

ciones se vuelca al biestable rechazo, impidiendo que se procese ese tren.

La señal de fin de conversión, retardada para compensar retardos de propagación en el escalímetro de direcciones, en los biestables de avance y retroceso y en la compuerta (Y-ALTN) genera la señal "ALTN" siempre que el tren de pulsos del CAD haya correspondido a una de las ventanas elegidas y que las demás señales de la compuerta (Y - ALTN) estén en el nivel lógico "1".

ALTN altera en +1 el contenido del escalímetro suma y en -1 el contenido del escalímetro reversible, según el estado de Av y Rt.

Al acumular N cuentas el escalímetro suma, el pulso inspector PIBFS (**) vuelca el biestable FIN, lo cual bloquea el acceso de información del convertidor analógico-digital al estabilizador y destraba al oscilador controlado del programador, que, a través de un secuenciador (decodificador) genera un tren de 8 órdenes (P0 a P7), de las cuales sólo se usan dos, P4 y P6. P4 se usa en la corrección y P6 en la puesta a cero. Las demás pueden usarse en futuras modificaciones del equipo.

La comparación de $(N_1 - N_2)$ con PR se hace en dos pasos:

(**) PIBFS, generado por FCR, cumple una función similar a la de PIAR.

Primeramente se extrae algo así como el complemento de $(N_1 - N_2)$ (lo es en realidad si $N_1 - N_2$ es positivo y es el de $(N_1 - N_2) - 1$, si $N_1 - N_2$ es negativo).

En el segundo paso este "complemento del valor absoluto" se compara con el valor de PR prefijado en forma binaria. Si $(N_1 - N_2) \geq PR$ ó $(N_1 - N_2) < -PR$, la salida del comparador de valor absoluto SC vale 0, .'. $\overline{SC} = 1$. Las salidas del comparador de valor absoluto, las del signo y P4 generan SCEP y SCEN que comandan al excitador y éste al módulo de corrección. La transición de SCEP o SCEN de 0 a 1 hace que el motor gire un paso en el sentido correspondiente.

El biestable SIGNO registra el signo del contenido del escalímetro reversible $(N_1 - N_2)$. Transiciona si el escalímetro reversible está en 0 ($\overline{Ci} = 1$) y acaba de avanzar ($\overline{Av} = 1$) o si está en -1 ($Ci = 1$) y acaba de retroceder ($\overline{Rt} = 1$). El signo positivo corresponde a $SIG = 0$.

La señal de fin de conversión retardada, FCR, luego de generar el pulso inspector PIBFS actúa sobre los circuitos de puesta a cero del escalímetro de direcciones, RDO. Después de un ciclo de corrección P6 genera RNO que pone a cero el resto del equipo.

La corrección empleada consistió en la variación de la atenuación en la cadena de amplificación del analizador multicanal. Ello se logra variando con el motor paso a

paso la posición del punto medio de un potenciómetro multivuelta colocado como carga de un seguidor por emisor.

El pulsador de detención elimina el lazo de realimentación no actuando la etapa de corrección, y la señal proveniente del detector es atenuada pero no procesada por el estabilizador.

3. b Descripción de los circuitos.

En las figuras 2 y 3 se presentan los circuitos de la lógica de acceso . En su desarrollo se ha cuidado especialmente que la velocidad supere a la del CAD del analizador multicanal. Los circuitos de las figuras 4 y 6 corresponden al escalímetro de direcciones y los cableados se indican en las 5 y 7. El escalímetro suma se detalla en las figuras 8 y 10 y el cableado en las 9 y 11.

La figura 12 muestra el diagrama en bloques del escalímetro reversible que se detalla en las 13, 14 y 15.

Los circuitos de avance y retroceso se presentan en las figuras 16 y 17; los mismos deben cumplir con exigencias de velocidad y de carga, (FAN-OUT) . Los biestables de rechazo, de operación y el retardo de pulso inspector (PIAR) pueden verse en las figuras 18, 19 y 20.

La lógica de fin se detalla en la figura 21 y el progra-

mador en las 22, 23 y 24. El mismo consta de un divisor x 8 y un decodificador que forma los niveles correctos de trabajo.

La extracción del complemento del valor absoluto se describe en las figuras 25, 26, 27 y 28; en esta última se presenta la ecuación lógica de funcionamiento del circuito.

La figura 29 muestra el comparador de valor absoluto. En la misma se detallan las llaves de corredera con las cuales se prefijan los niveles a comparar.

Las figuras 30 y 31 presentan los circuitos de signo y en la 32 se detalla el excitador del módulo de corrección para el cual se utilizaron las recomendaciones del fabricante del motor (5).

El módulo de corrección (enchufable en el equipo principal) se detalla en la figura 33.

Finalmente las figuras 34, 35 y 36 presentan los circuitos de puesta a cero y de elementos adicionales al funcionamiento. El apéndice III describe los principales componentes utilizados.

3. c Prueba de funcionamiento correcto.

La verificación del funcionamiento correcto de todas las

partes del estabilizador se hace muy difícil en condiciones de trabajo real por lo aleatorio de la distribución de impulsos.

Lo más conveniente es generar artificialmente un tren y la señal de fin de conversión. Se disparó un generador de pulsos controlado (tipo Datapulse modelo 106A). El disparo se efectuó con un monoestable manejado por un oscilador a relé de mercurio de baja velocidad de repetición (del orden de 15 a 20 mseg).

El generador controlado debe ser de velocidad compatible con la del conversor analógico digital, 2 Mc/s. El monoestable produce la señal de fin de conversión que dispara a su vez al generador controlado fijando el ancho del tren.

Conviene generar un tren corto, de 10 a 20 impulsos, para poder contarlo con un osciloscopio. Antes de comenzar la inspección debe desacoplarse el motor paso a paso del potenciómetro que éste mueve, para que no se dañe. En la figura 37 se presenta el diagrama N° 1 donde se indican las señales que deben verse si el tren tiene 10 pulsos. La ventana izquierda está colocada en (002-004) y la derecha en (005-015), el escalímetro suma prefijado en 5 y el reversible en 2.

En el diagrama N° 2 (figura 38) se indica una segunda secuencia de señales. Cada 10 pulsos vuelca "FIN" y se moverá el motor paso a paso en el sentido de disminuir la ganancia del módulo de corrección.

Para probar la lógica de comparación solamente, conviene usar sólo la señal de fin de conversión, forzando la compuerta Y-ALTN mandando el colector del biestable $\overline{Av}$ o $\overline{Rt}$ a masa (no mandar a masa el emisor del seguidor por problemas de oscilaciones). El diagrama 3 de la figura 39 muestra la forma de las señales a ver en los terminales indicados.

3. c Especificaciones.

Requerimientos de las Señales de Entrada:

Tren de Impulsos: Positivo, 6 V. de amplitud. Opción a negativo. Frecuencia Máxima: 2,5 Mc/s. Conector tipo BNC en panel frontal. Tiempo muerto entre trenes: 20useg.

Fin de Conversión: Pulso rectangular negativo de 4 V. de amplitud. Disparo con flanco positivo. Opción a negativo. Conector tipo BNC en panel frontal.

Prefijación de la Suma: De 000 a 999, con tres llaves decimales de lectura directa en el panel frontal.

Prefijación de la diferencia: De 0 a 127, en binario, con siete llaves de corredera en el panel frontal.

Fijación de las ventanas: Dos ventanas, cada una con ancho de 1 a 999 canales por medio de llaves rotativas de lectura directa.

Escalímetro reversible : Máxima velocidad: 200 Kc/s. Presentación binaria en el panel frontal con siete lamparitas neón.

Corrección: Por motor paso a paso actuando sobre la ganancia del analizador multicanal. Cada paso son $7^{\circ}30' \pm 30'$. Máxima velocidad: 320 pasos/segundo. Indicación de la posición del potenciómetro mediante instrumento en el panel del módulo de corrección.

Operación y Detención: Manual, con dos pulsadores en el panel frontal

Alimentación: 220 V/50 Hz.

Consumo: 30 W.

El equipo descripto se halla instalado en "el Contador de Todo el Cuerpo" de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el Centro Atómico Ezeiza.

La versatilidad dada por la unidad de corrección ubicada en un módulo enchufable permitirá realizar una serie de pruebas con diferentes unidades actuando sobre la fuente de alta tensión, el convertidor analógico-digital, etc.

Se provee la utilización del eje "Z" del tubo de rayos catódicos del analizador para la visualización de las ventanas por el método de intensificación del haz.

La figura 40 presenta una vista del frente del equipo.

En las figuras 46 a 60 y 62 a 63 se presenta la ubicación de los componentes en cada plaqueta de acuerdo a los circuitos correspondientes.

El módulo de corrección se presenta en la figura 60. La figura 64 muestra una vista superior del equipo donde se detallan las ubicaciones de los conectores.

La figura 65 presenta una vista general de la unidad con su módulo de corrección y, finalmente, en la figura 66 se describe el cableado de las llaves selectoras.

APENDICE I.

<u>ALTN</u>	Alteración en <u>+</u> 1 del escalímetro suma
<u>RNO</u>	Señal de puesta a cero en el escalímetro suma.
<u>RDO</u>	Señal de puesta a cero en el escalímetro de direcciones.
<u>Av</u>	Señal de avance.
<u>Rt</u>	Señal de retroceso.
<u>OP</u>	Señal de operación.
<u>FIN</u>	Señal de fin.
<u>RCH</u>	Señal de rechazo.
<u>AER</u>	Señal de entrada al escalímetro de direcciones.
<u>SC</u>	Salida del comparador.
<u>SOC</u>	Salida del oscilador controlado.
<u>SCEP</u>	Salida comparador error positivo.
<u>SCEN</u>	Salida comparador error negativo.
<u>SERD</u>	Salida (Over-flow) del escalímetro de direcciones.
<u>PIAR</u>	Pulso inspector de Av-Rt.
<u>FCR</u>	Señal de fin de conversión retardada.
<u>PIBFS</u>	Pulso inspector de fin/signo.
<u>EOP</u>	Entrada para operación externa.

APENDICE IIEFFECTOS DE LOS ERRORES ESTADISTICOS EN LA RESOLUCION:

Para poder observar los efectos de los errores estadísticos se supone que en la cadena de detección y análisis no hay corrimientos.

Por sencillez de cálculo se considera una forma de fotopico triangular de 10 canales de base, con las ventanas colocadas según la Figura 41, y que una corrección equivale a un desplazamiento de un canal. Adoptando $N = 10$ y $PR = 3$, la probabilidad de que K cuentas caigan en la ventana derecha es

$$p(K) = \binom{10}{K} \left(\frac{1}{2}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10-K}$$

Si $K = 4, 5$ ó 6 , lo cual ocurre con probabilidad

$$\sum_{K=4}^6 \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10-K} = 0,66$$

No habrá corrección por no cumplirse la condición

$$N_1 - N_2 \geq PR, \text{ o } N_1 - N_2 < -PR$$

Si $K = 0, 1, 2$ ó 3 habrá una corrección errónea con probabilidad,

$$\sum_{K=0}^3 \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10-K} = 0,17$$

Si $K = 7, 8, 9$ ó 10 habrá también una corrección errónea con probabilidad

$$\sum_{K=7}^{10} \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{10-K} = 0,17$$

Suponiendo que se haya dado una corrección errónea hacia la derecha se presentará, entonces, la situación indicada en la Figura 42. La probabilidad de que K cuentas caigan en la ventana derecha es

$$P(K) = \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{10-K}$$

Lo cual da lugar también a tres casos:

$K = 0, 1, 2, 3$ con probabilidad

$$\sum_{K=0}^3 \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{10-K} = 0,0035$$

en el cual volverá a haber corrección errónea;

$K = 7, 8, 9, 10$ con probabilidad

$$\sum_{K=7}^{10} \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{10-K} = 0,77$$

donde la corrección será correcta;

y $K = 4, 5, 6$ con probabilidad

$$\sum_{K=4}^6 \binom{10}{K} \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^K \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{10-K} = 0,22$$

donde no habrá corrección.

Si la primera corrección errónea fuera hacia la izquierda, se obtendrían valores análogos de corrección errónea, corrección acertada y no corrección.

Si se supone que la segunda corrección errónea tiene probabilidad cero, se obtendrá el diagrama de probabilidades de transición de la Figura 43. Los valores sobre las flechas indican las probabilidades de transicionar de una posición a otra, (posición cero significa que el pico está correctamente centrado, posición 1 significa desplazamiento de un canal hacia la derecha, etc.). Llamando f_i a la fracción de tiempo que el sistema permanece en cada posición,

$$0,77 \cdot f_1 = 0,17 f_0$$

$$f_{-1} = f_1$$

$$f_{-1} + f_1 + f_0 = 1$$

En consecuencia,

$$f_0 = 0,7$$

$$f_{-1} = f_1 = 0,15$$

lo cual da lugar a la distribución de la figura 44.

Si las correcciones se hacen con suficiente frecuencia durante el tiempo de medición el sistema puede pasar por todas las posiciones indicadas, de modo que la forma de pico será la suma ponderada de las formas de las Figuras 41 y 42.

En la Figura 45 se demuestra que la forma del pico y la resolución no se alteran para los fines prácticos.

APENDICE IIIDESCRIPCION DE LOS MATERIALES USADOS.

- Plaquetas tipo Vero-Board Pl.M002 de 32 tiras - Laminado fenólico, espesor 1/16" . Caminos de cobre de 0,37 mm . Diámetro de los agujeros: 1,5 mm. Conectores con depósito de paladio. Adaptables a conectores tipo ultra Electronics GP55610AH32.
- Resistores de carbón depositado, 1/4 W, 10% salvo indicación.
- Capacitores: cerámicos, tipo Pin-up, poliester, electrolíticos.
- Relevador de protección para encendido, tipo Mónico 220 V-CA, Modelo 97316-567.
- Motor paso a paso, tipo Philips, modelo AU-5055/80, WO 3-4865.
- Potenciómetro helicoidal tipo Borg-Micropot. Linealidad. .025%, 500 OHMS, modelo 2151-B.
- Llaves decimales tipo Engineered Electronics modelo 5 V/801 ML EECOSWITCH.
- Instrumento tipo Weston Modelo III, 0-50 u A-DC.
- Conectores coaxiales tipo BNC modelo UG-625 B/U y UG-88 C/U.
- Conector de módulo tipo "Blue-Ribbon" Amphenol Modelo 26-190-16 y 26-159-16.

B I B L I O G R A F I A

1. "Stabilizing Scintillation Spectrometers with Counting-Rate Difference Feedback".
H. de Waard. - Nucleonics, Julio 1955.
2. "A digital gain stabilizer for PHR System".
M. Nakamura y R. La Pierre.
Nuclear Instruments and Methods, 1965.
3. "A Gamma-Spectrum Stabilizer with Compensation for the Effects of Detector Temperature Variations".
D. Williams, G. Snelling and J. Pickup.
Nuclear Instruments and Methods, 1966.
4. Rapports C.E.A. - R3178 y R3300/1967.
5. Boletín de Electrónica - FAPESA - Vol. XII, Nos.4/5.

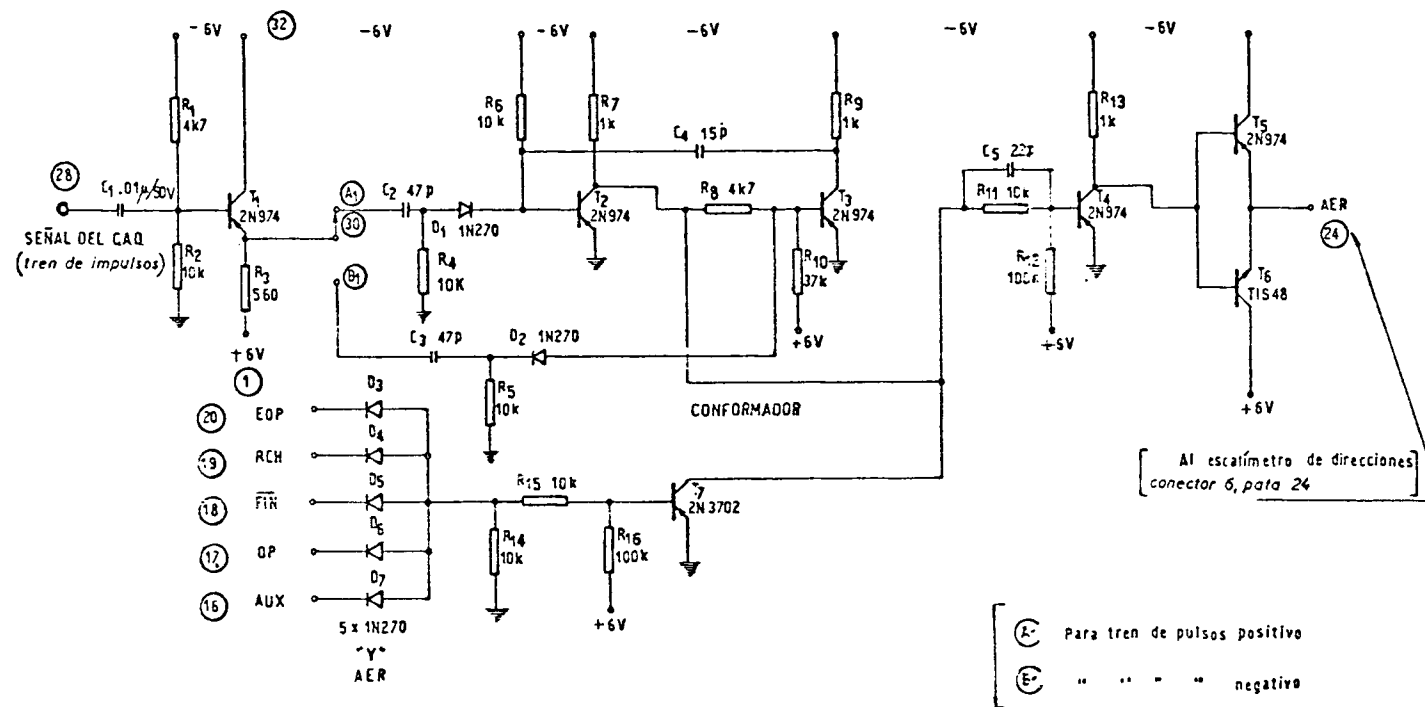
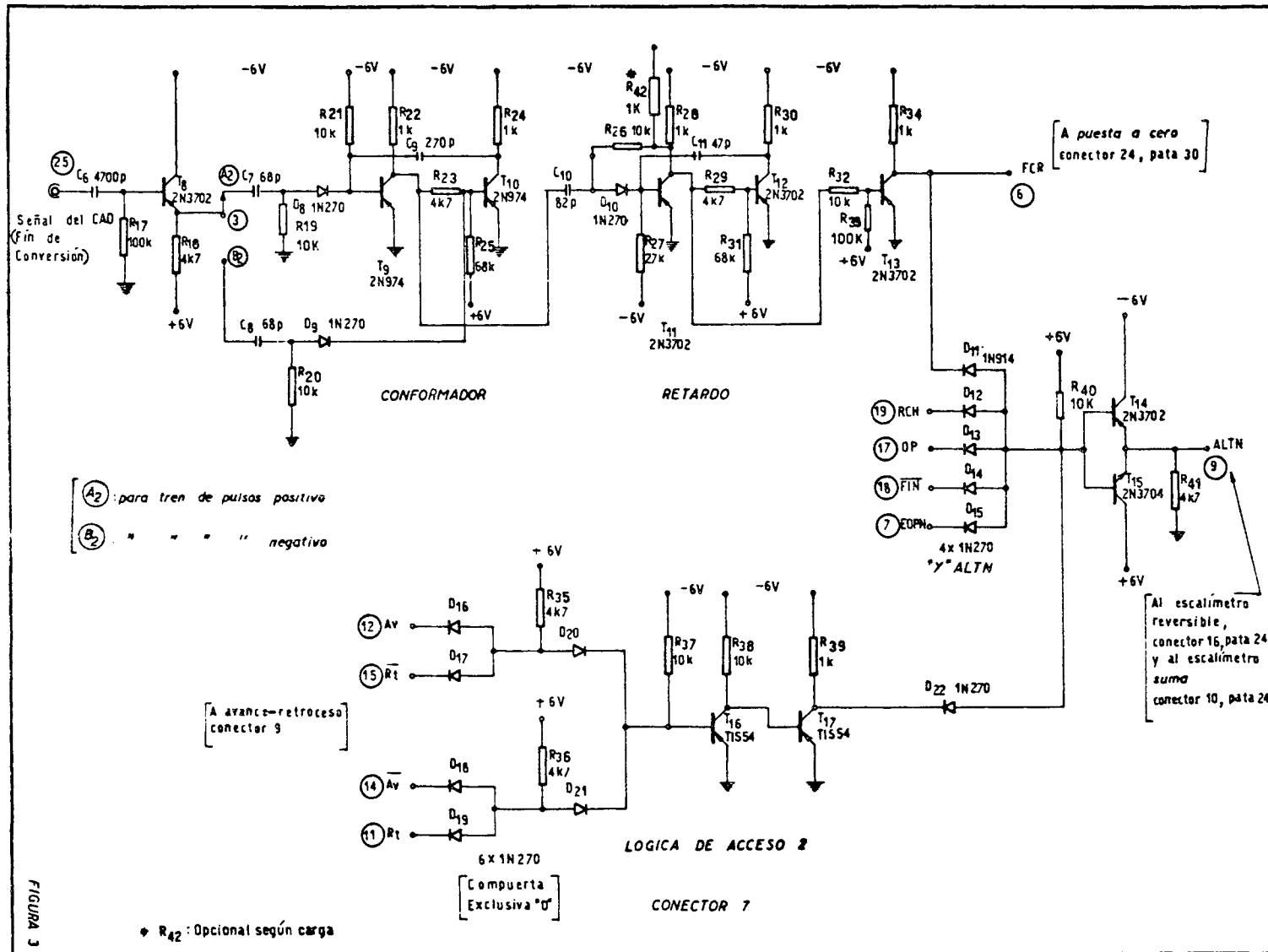
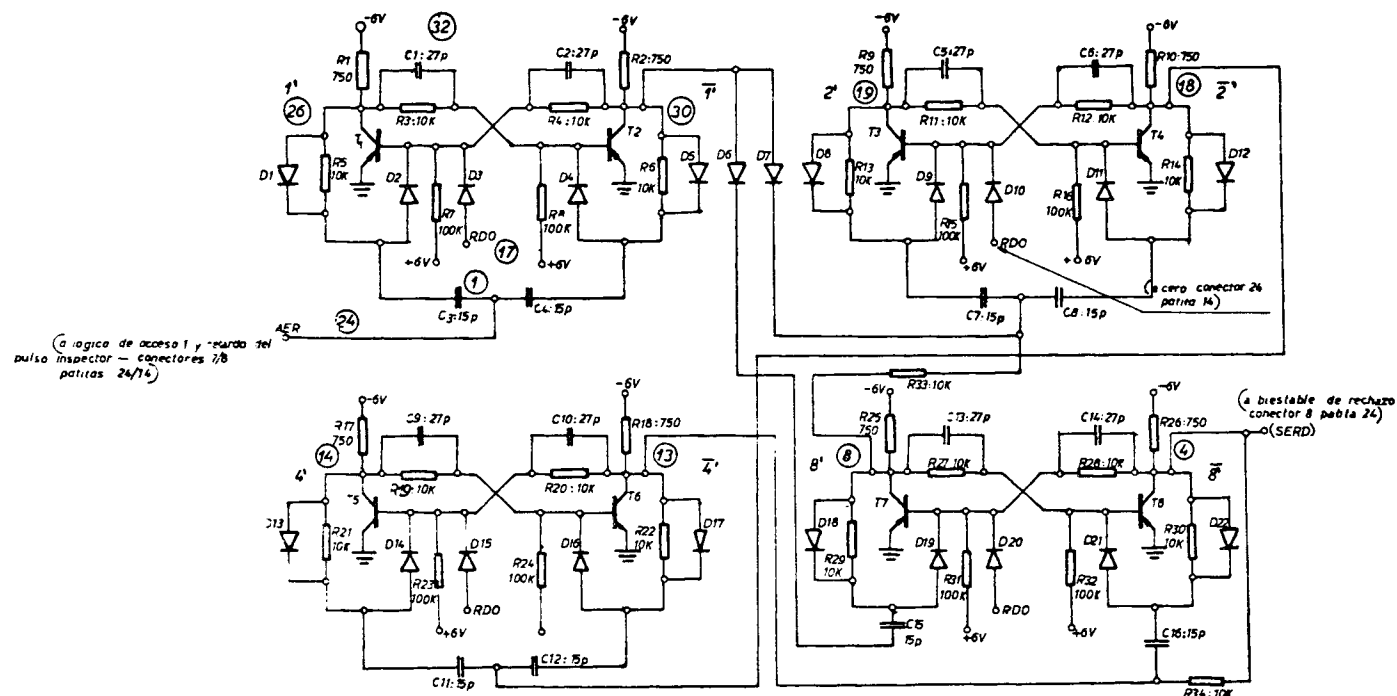


FIGURA 2

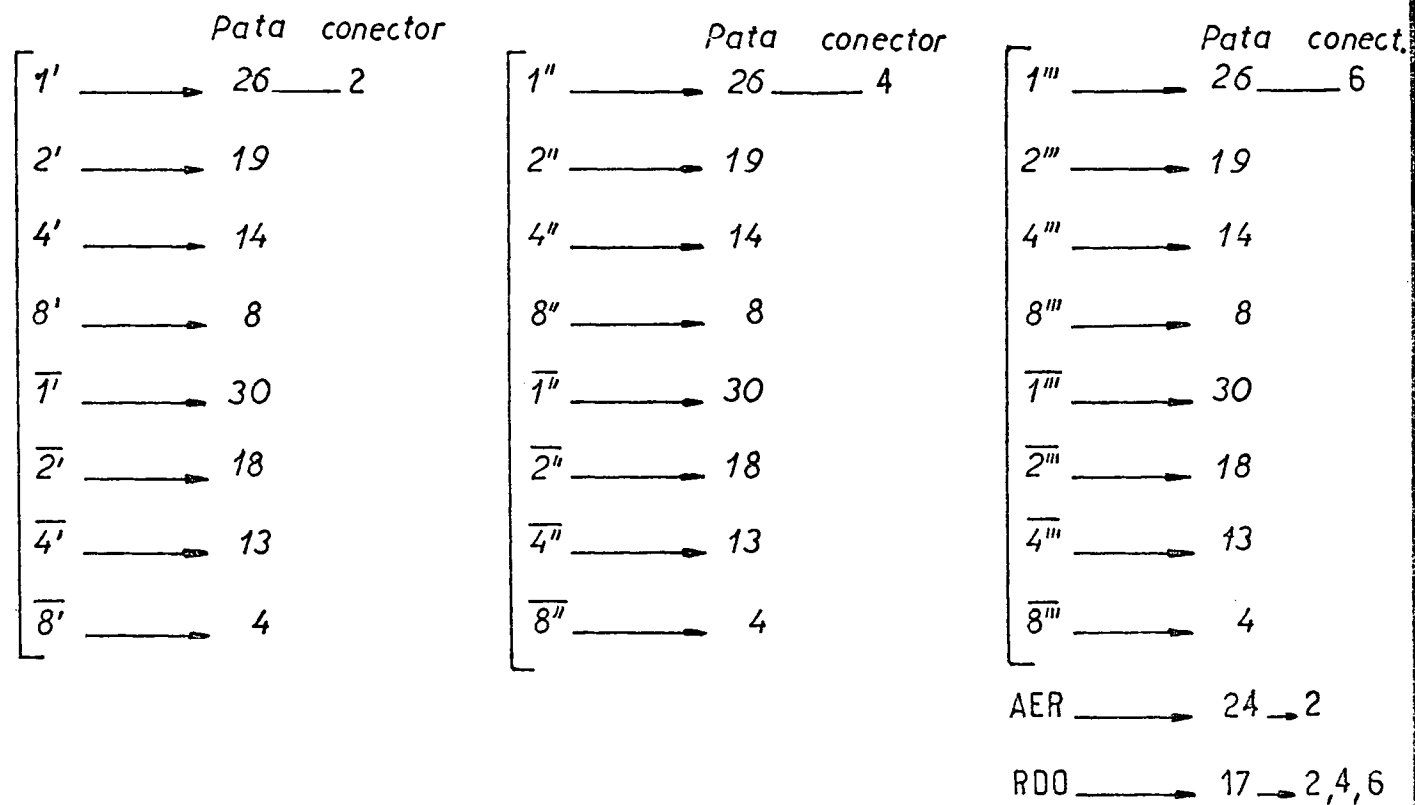




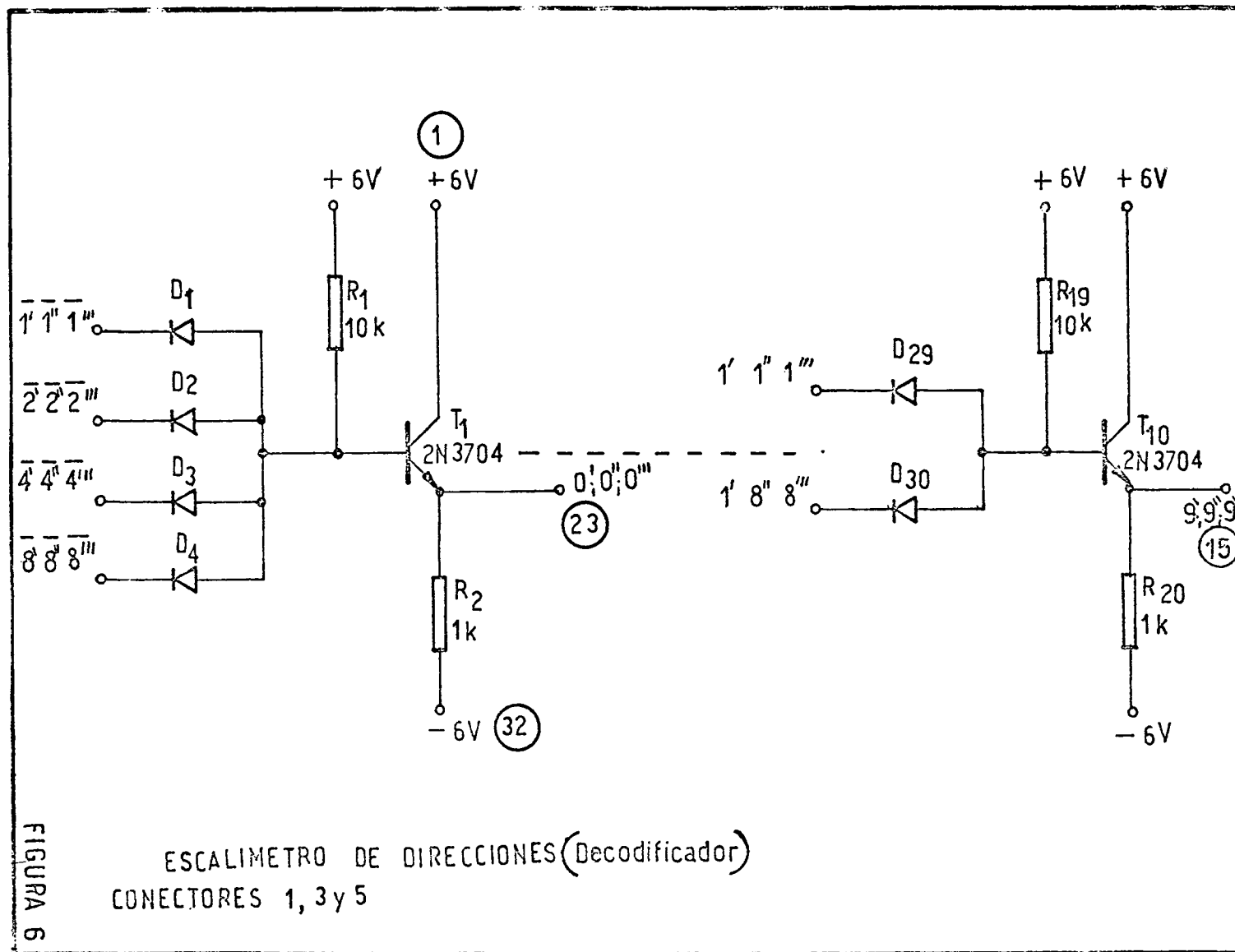
DIODOS: 1N270
TRANS.: 2N974

ESCALIMETRO DE DIRECCIONES (DIVISOR DECIMAL)

CONECTORES 2, 4 y 6



ESCALIMETRO DE DIRECCIONES (Divisor decimal - cableado)



Función	pata
0	23
1	17
2	22
3	16
4	25
5	19
6	24
7	18
8	21
9	15

A las llaves de
principio y fin
de ventanas

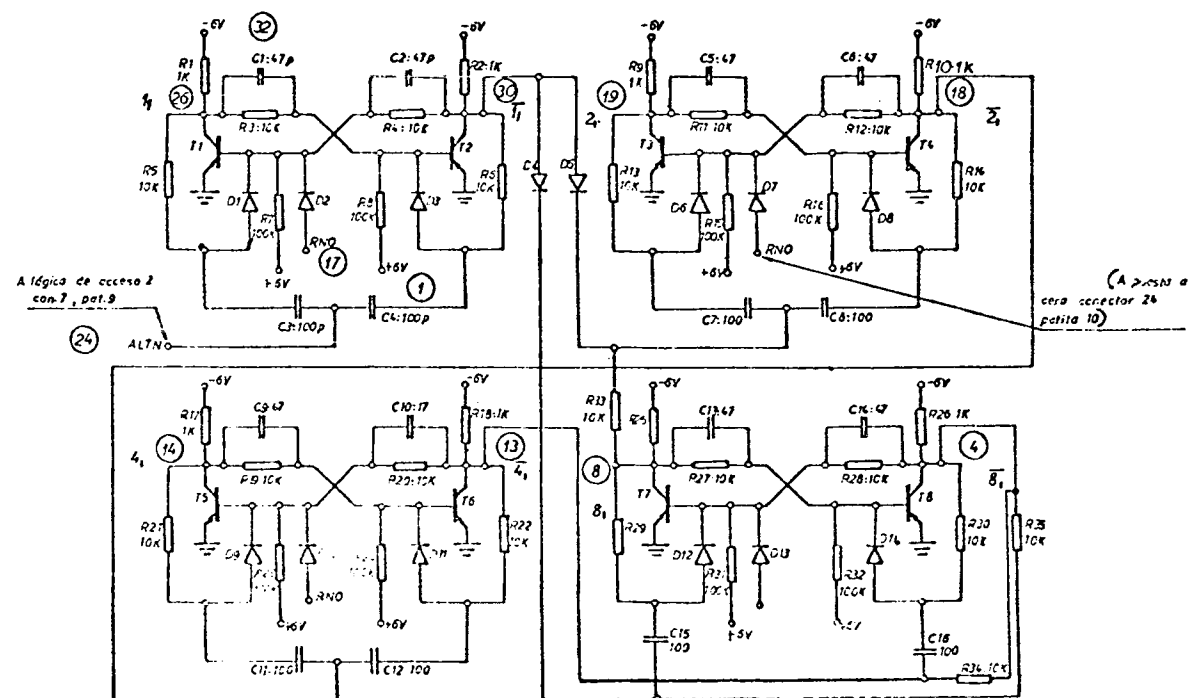
1	20
2	12
4	13
8	10
1	26
2	14
4	11
8	8

A los divisores
decimales del
escalimetro de
direcciones

ESQUEMA DE DECODIFICACION

1	2	4	8		0
1	2	4	8		1
1	2	4			2
1	2	4			3
1	2	4			4
1	2	4			5
1	2	4			6
1	2	4			7
1	8				8
1	8				9

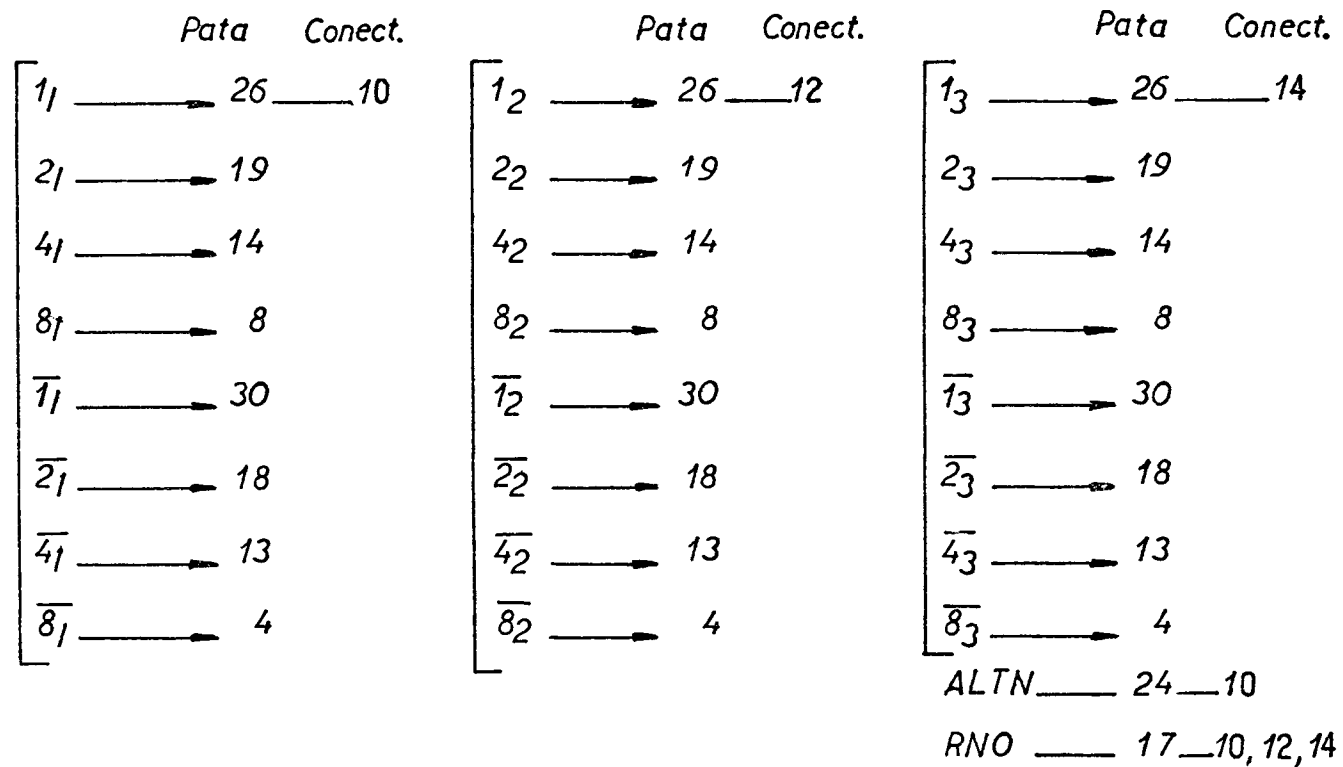
ESCALIMETRO DE DIRECCIONES (Decodificador - Cableado)



DIODOS 1N270
TRANS. 2N3702

ESCALIMETRO SUMA (DIVISOR DECIMAL)

CONECTORES 10 12 y 14



ESCALIMETRO SUMA (Divisor decimal - cableado)

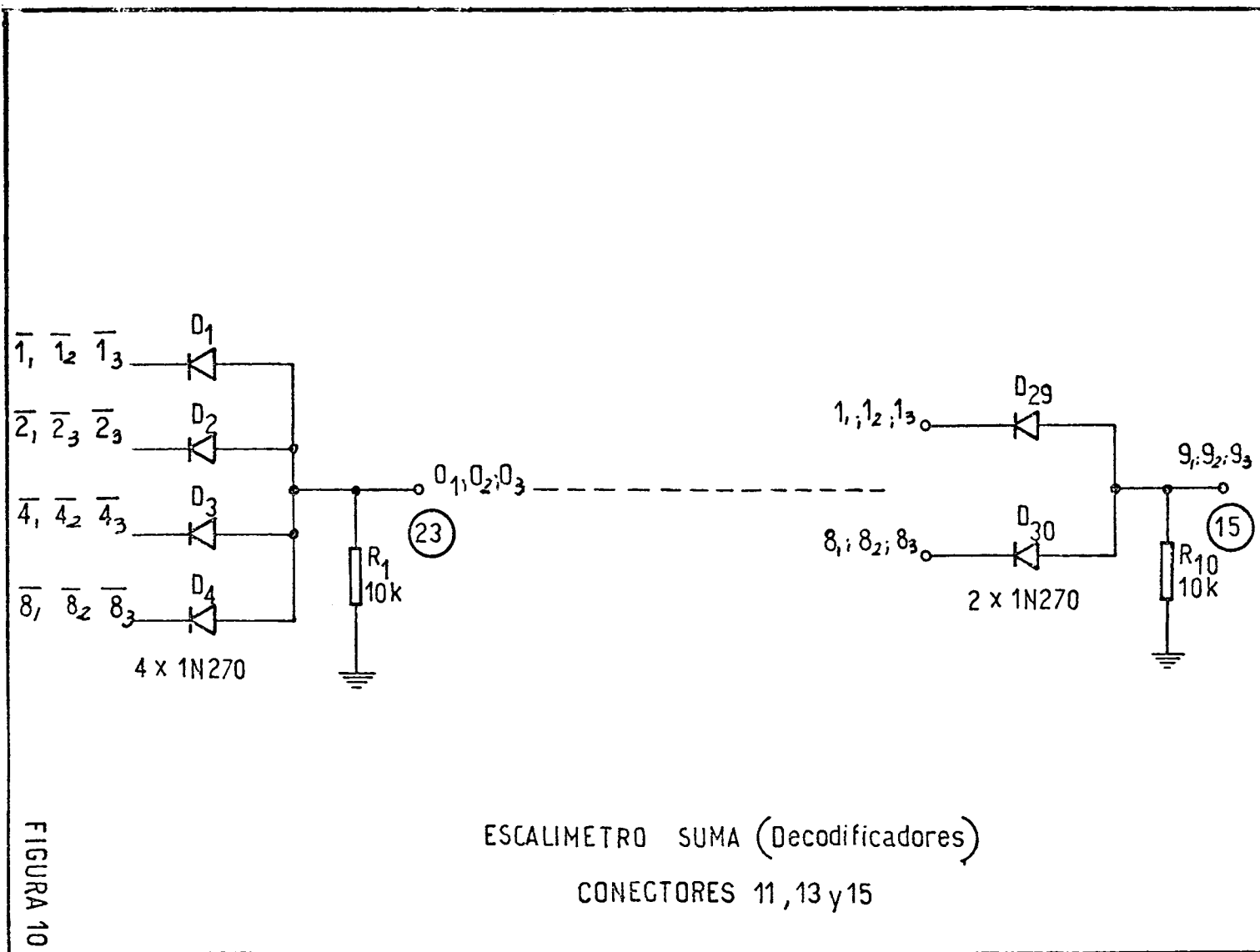


FIGURA 10

FUNCION

pata

0	23
1	17
2	22
3	16
4	25
5	19
6	24
7	18
8	21
9	15
1	20
2	12
4	13
8	10
1	26
2	14
4	11
8	8

A las llaves de
prefijación
de $(N_1 + N_2)$

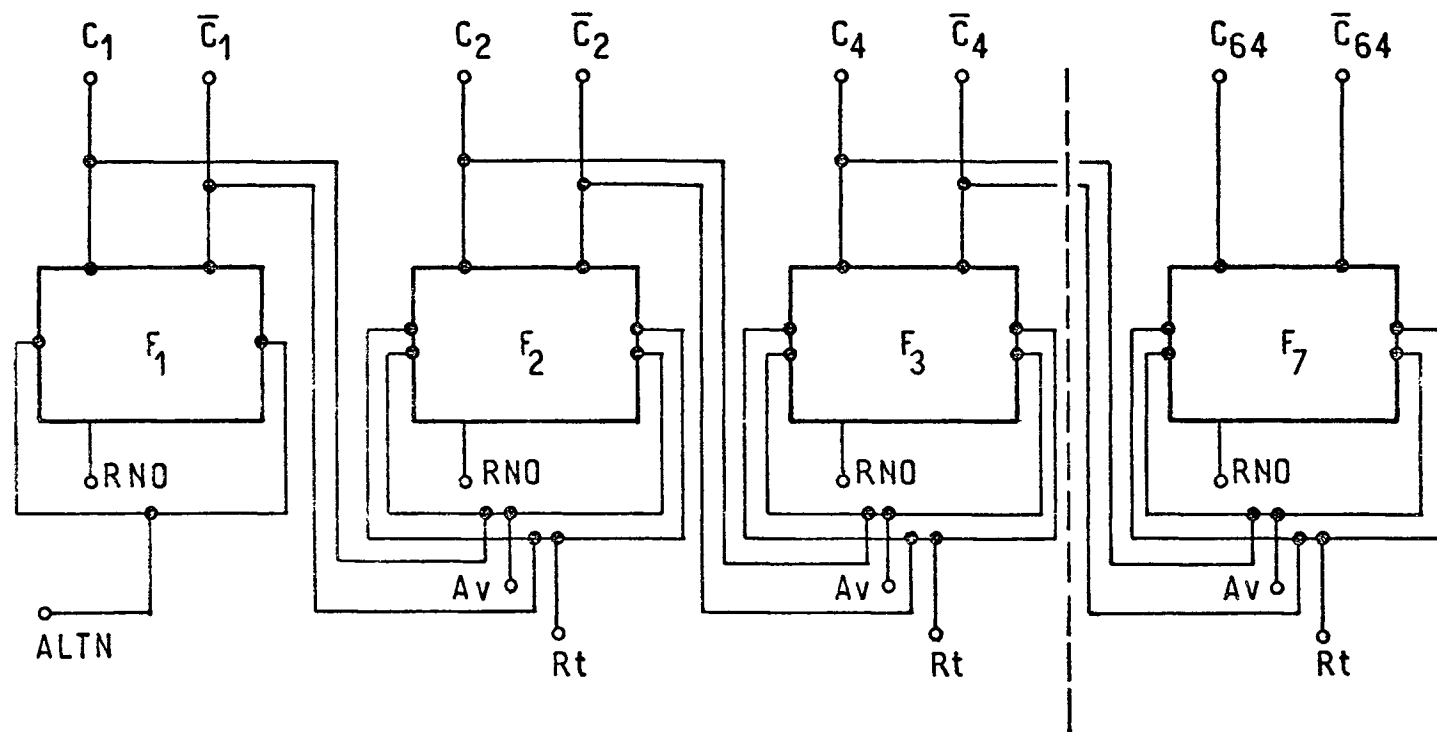
A los 3 divisores
decimales del
escalímetro de suma

ESQUEMA DE
DECODIFICACION

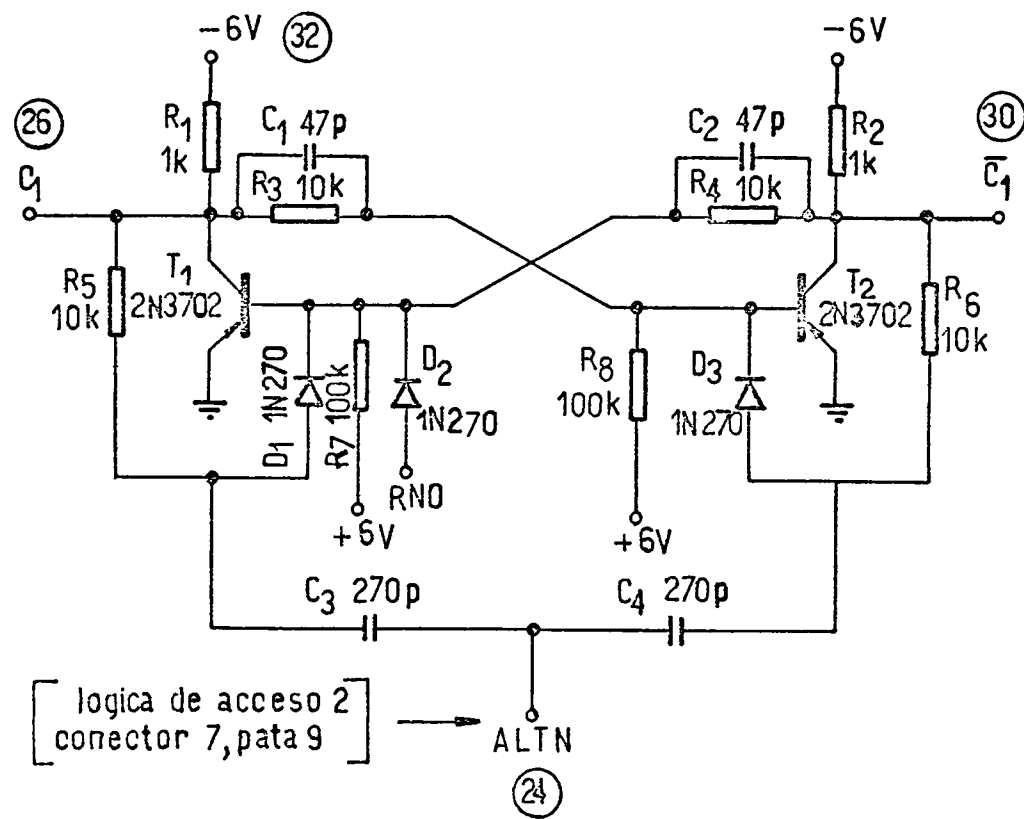
1	2	4	8	0
1	2	4	8	1
1	2	4		2
1	2	4		3
1	2	4		4
1	2	4		5
1	2	4		6
1	2	4		7
1	8			8
1	8			9

ESCALIMETRO SUMA
(DECODIFICADORES-CABLEADO)

FIGURA 11



ESCALIMETRO REVERSIBLE DIAGRAMA BLOCK



ESCALIMETRO REVERSIBLE BIESTABLE F₁
CONECTOR 16

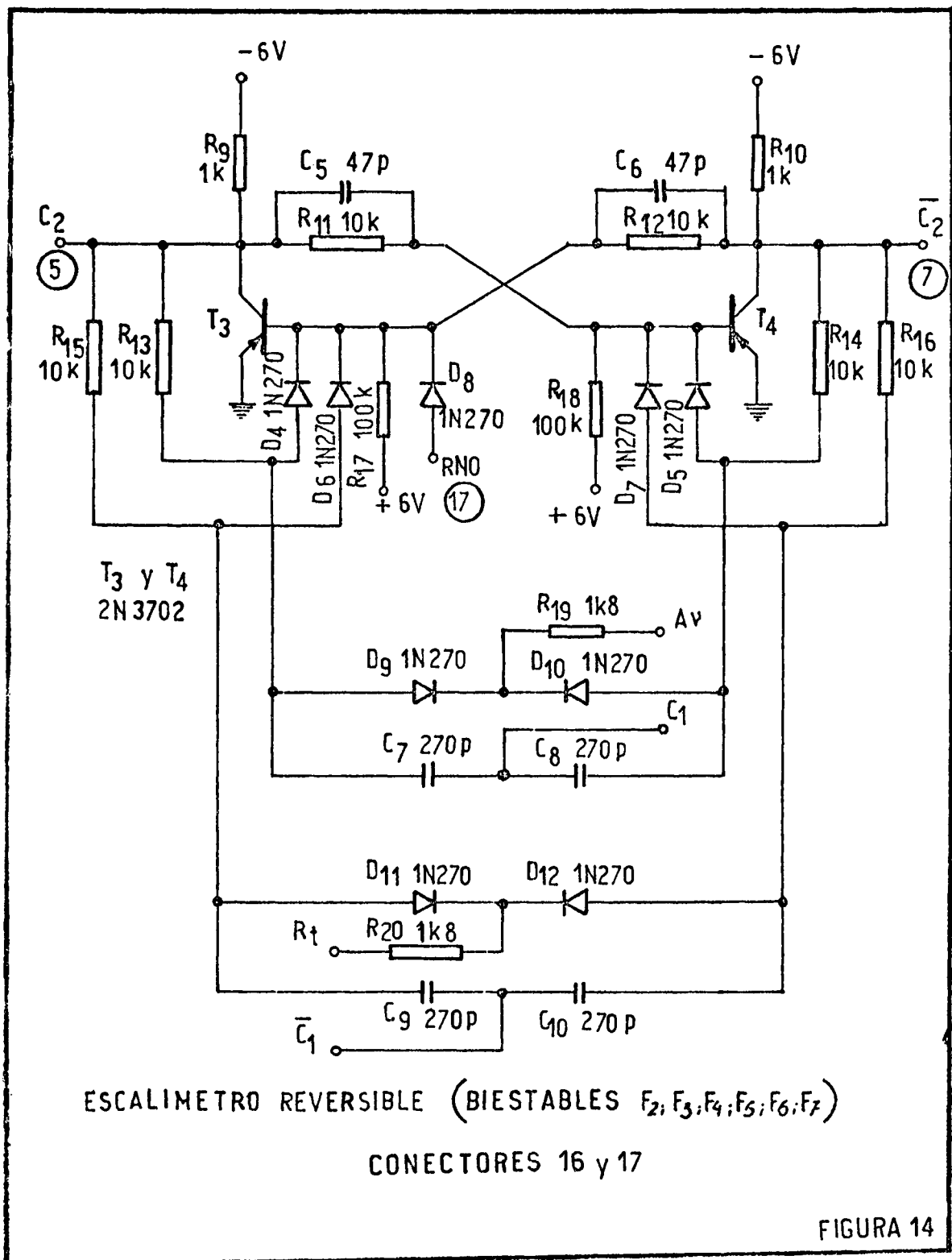
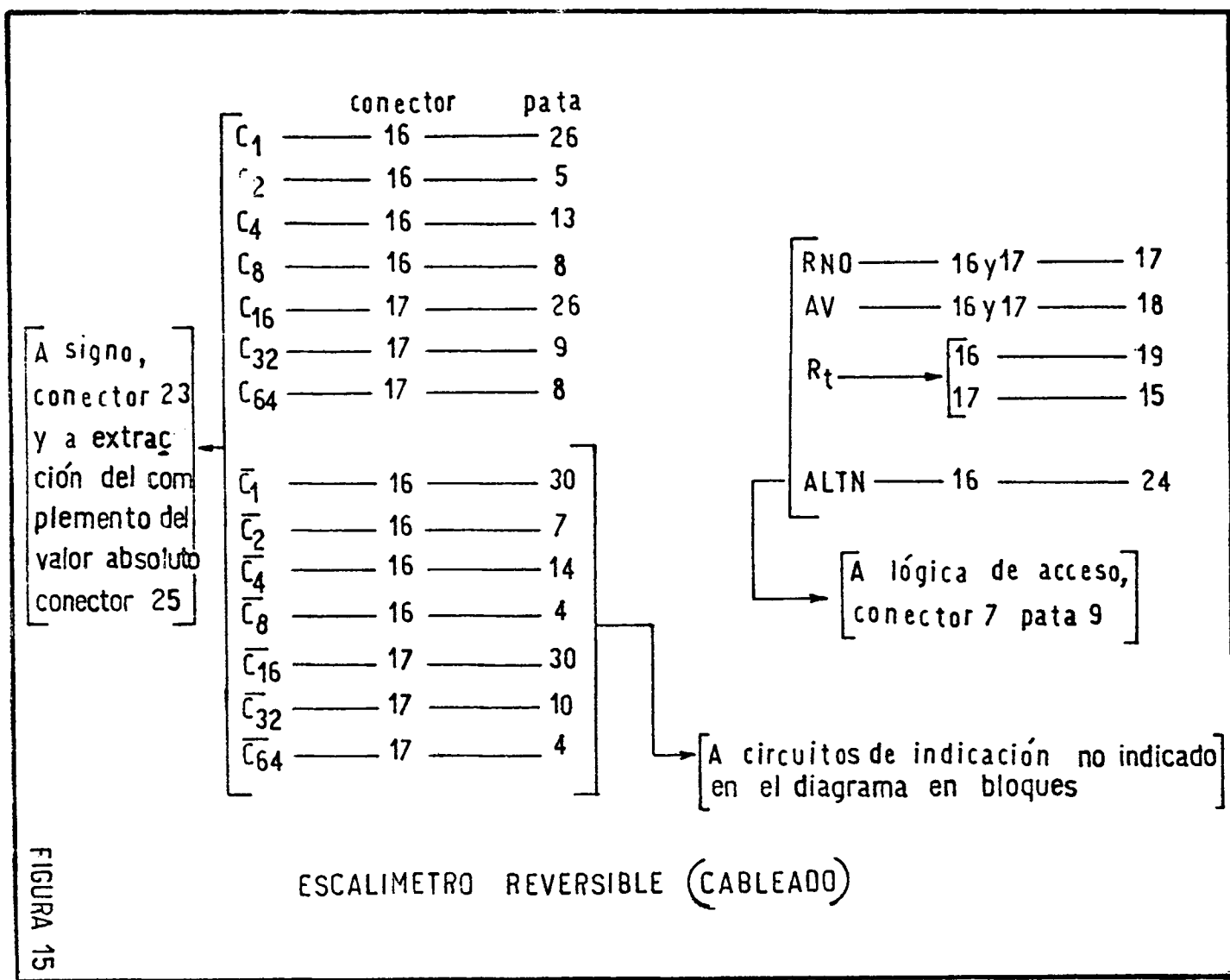


FIGURA 14



ESCALIMETRO REVERSIBLE (CABLEADO)

FIGURA 15

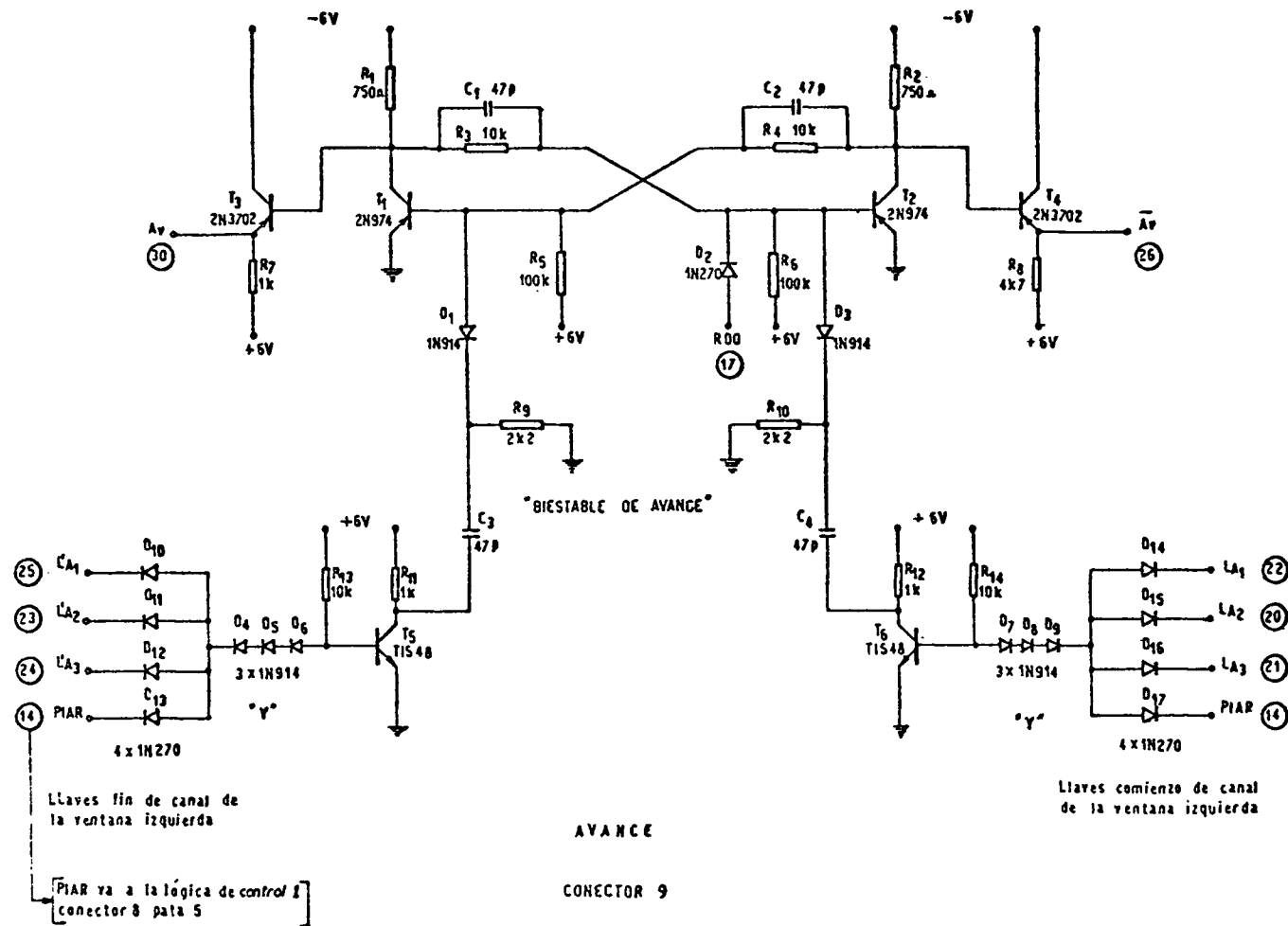


FIGURA 16



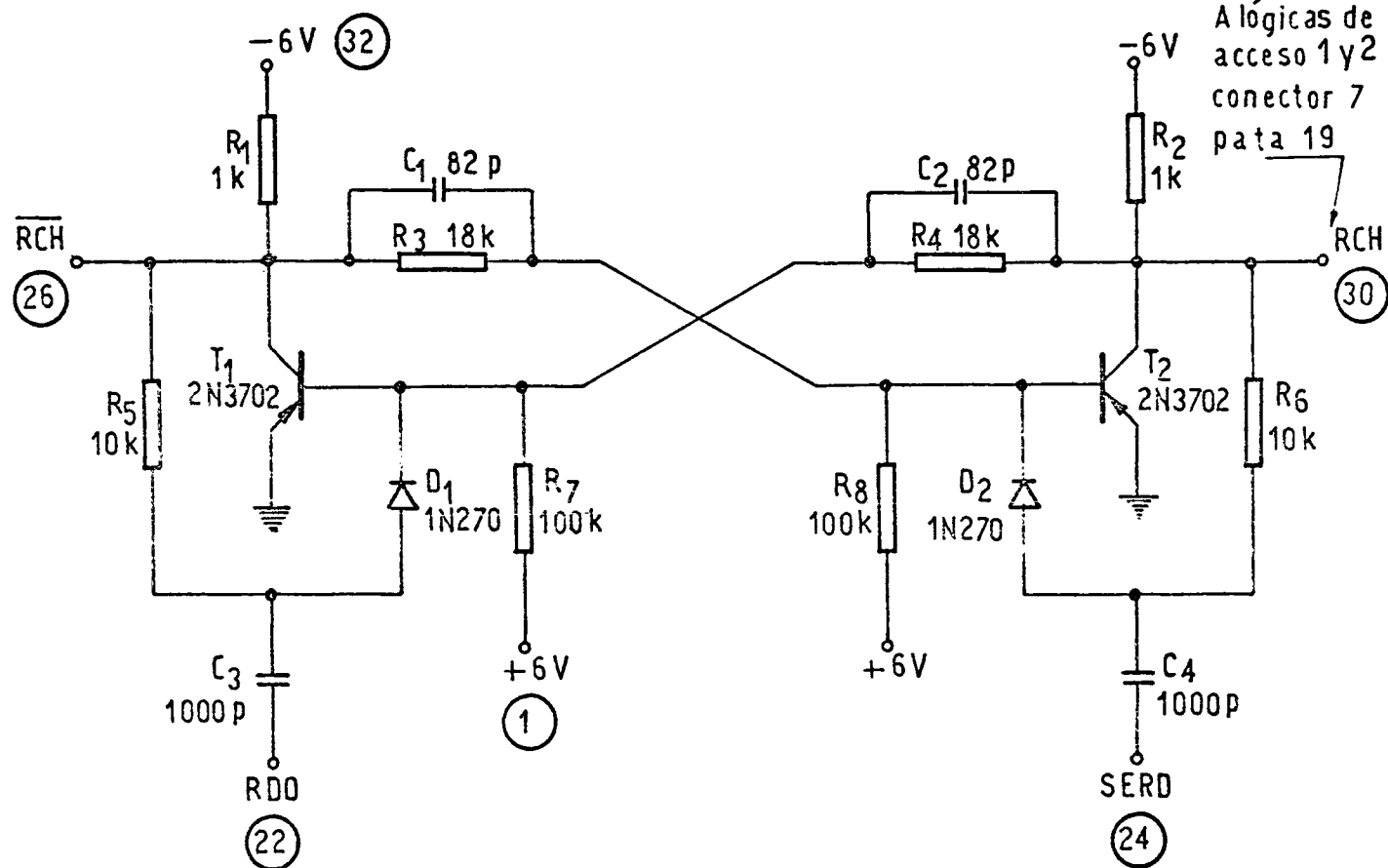


FIGURA 18

A puesta a cero
conector 24 pata 14

BIESTABLE DE RECHAZO
CONECTOR 8

Al escalímetro de
direcciones
conector 2 pata 4

A logicas de acceso 1 y 2
conector 7
pata 17

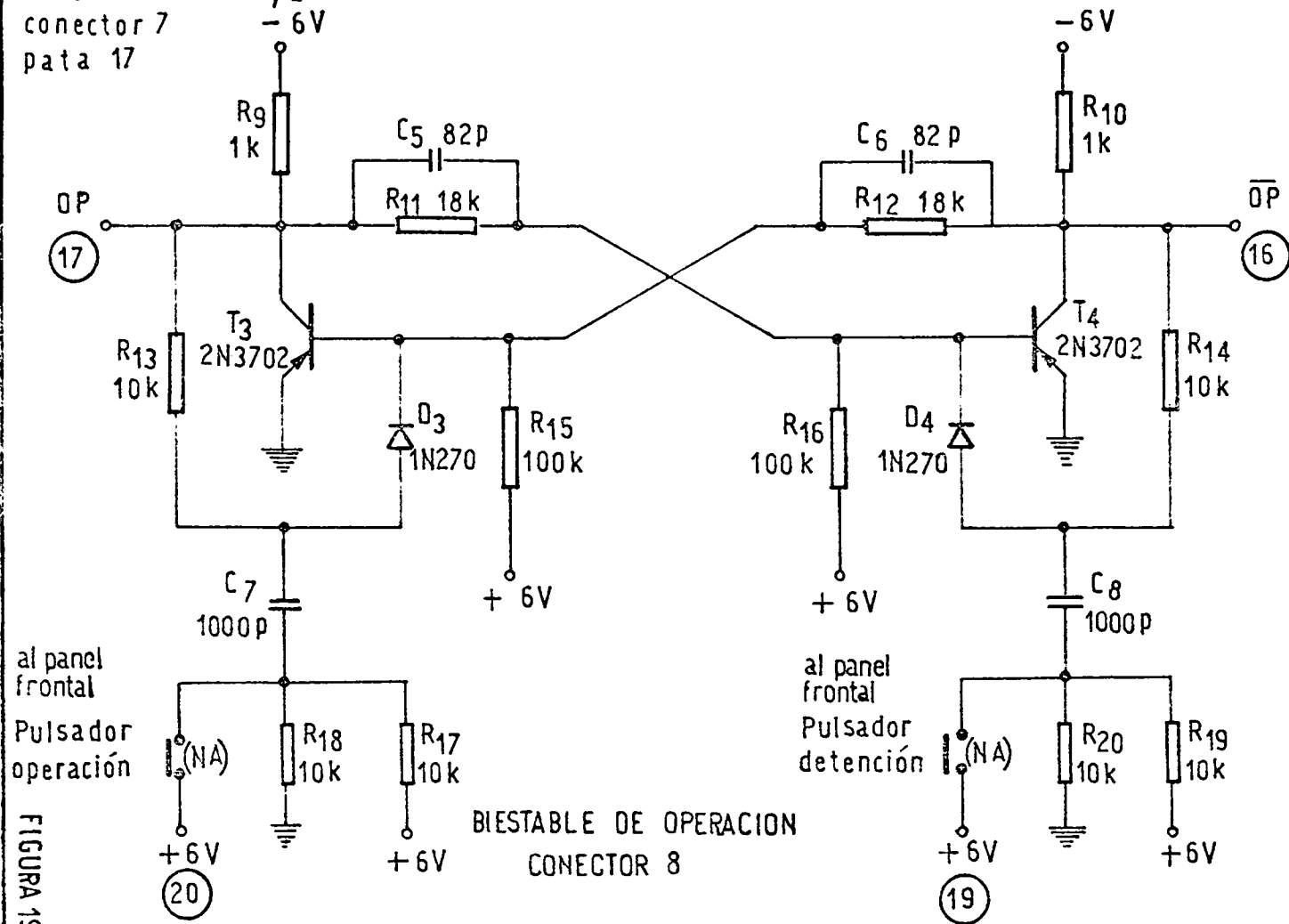
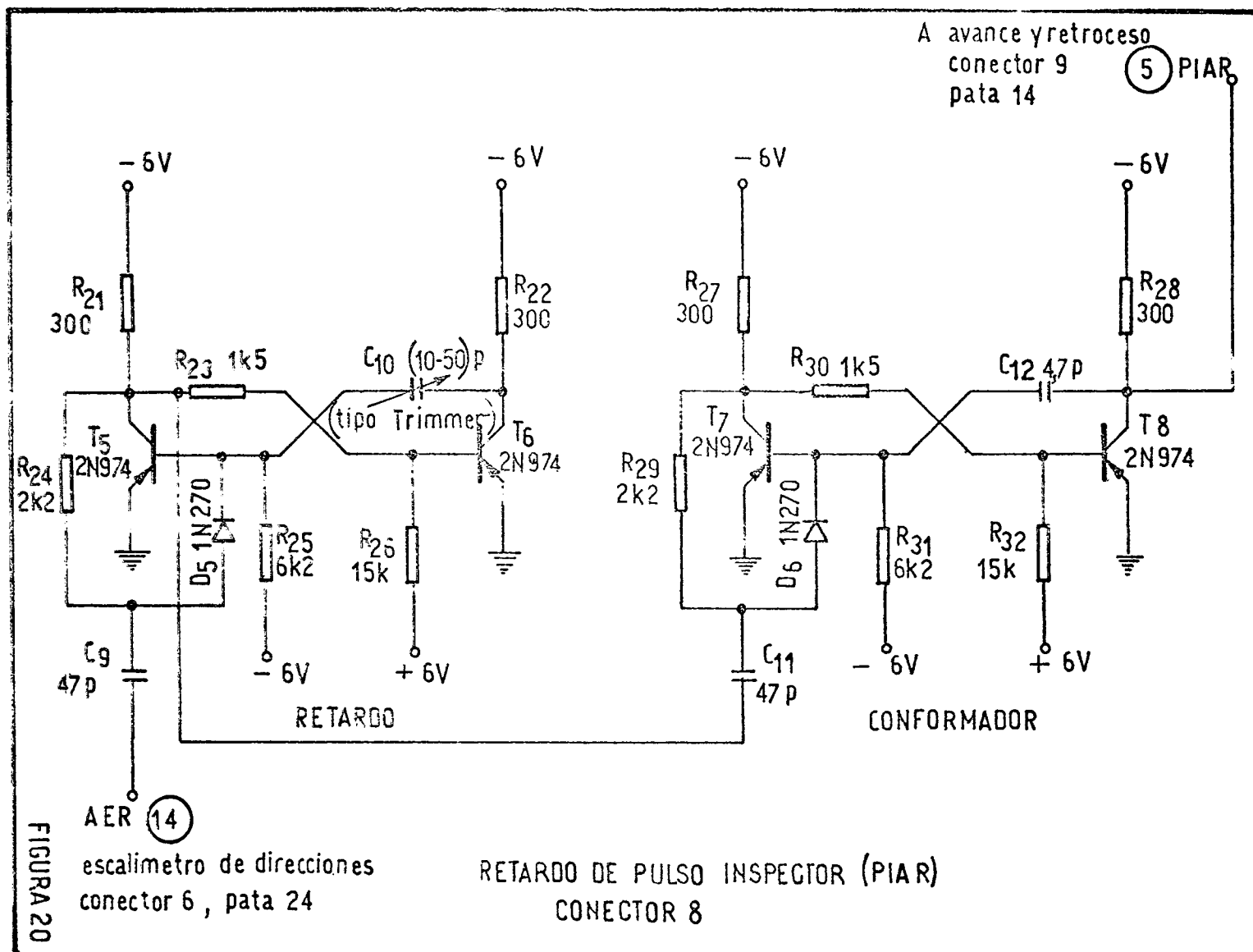
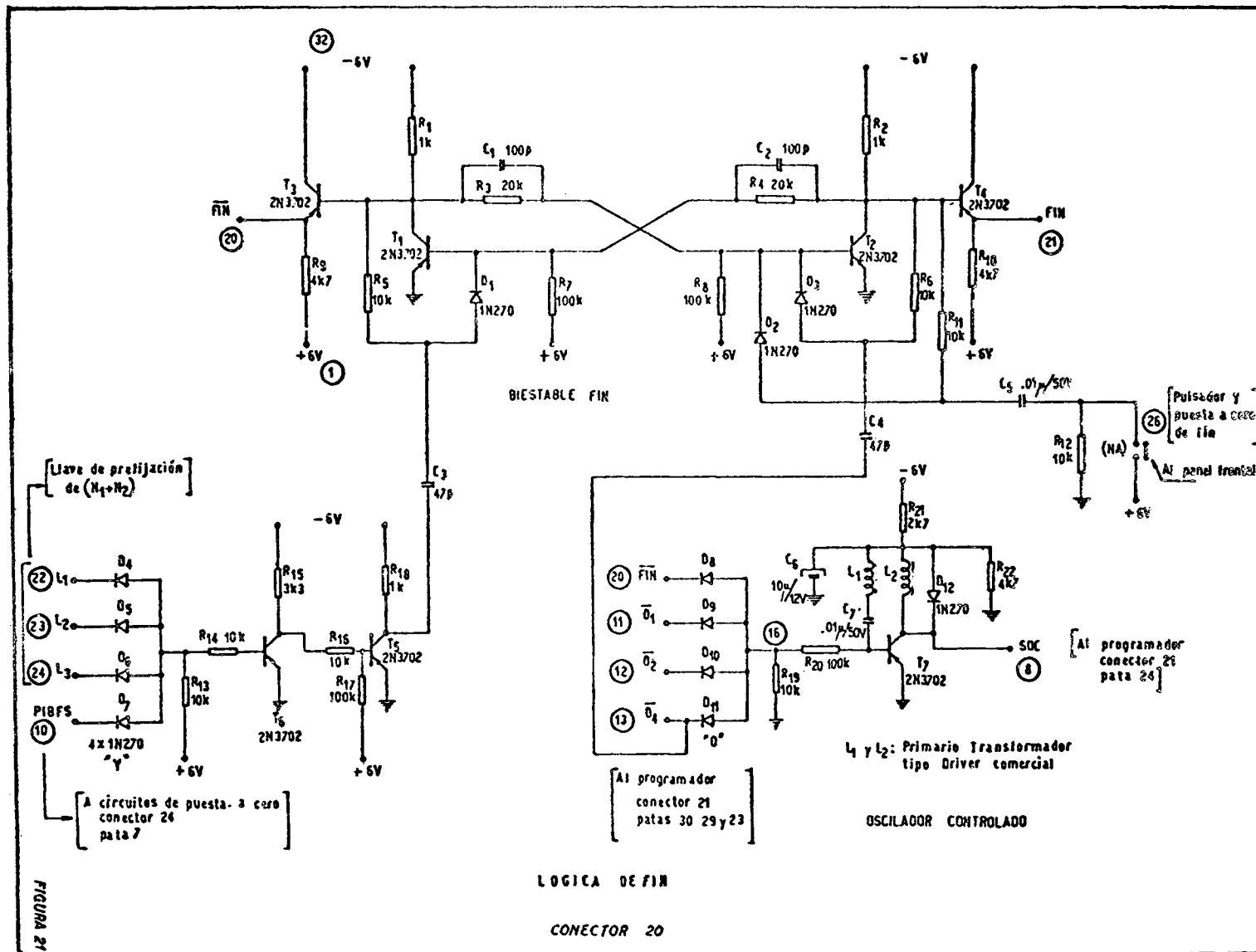
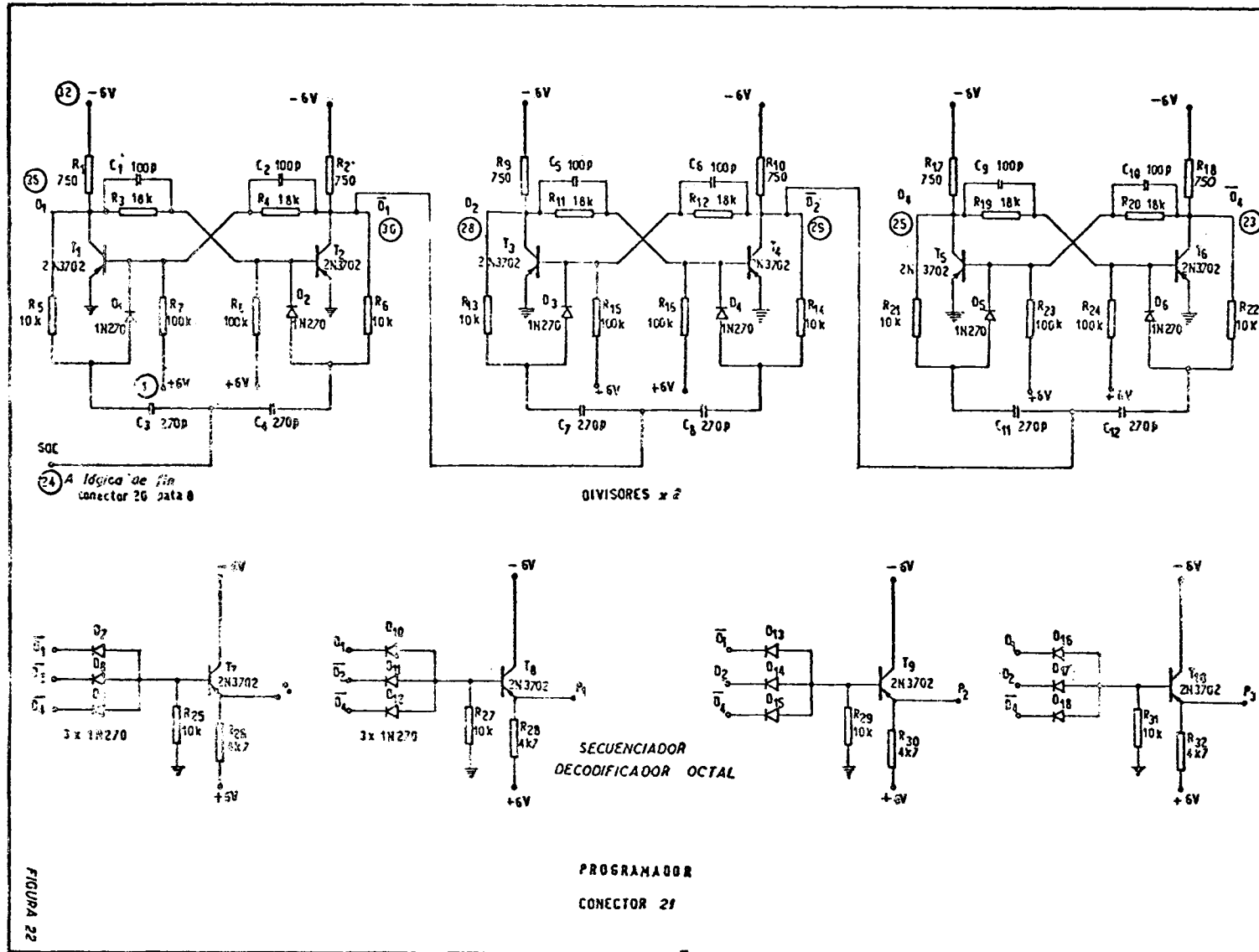
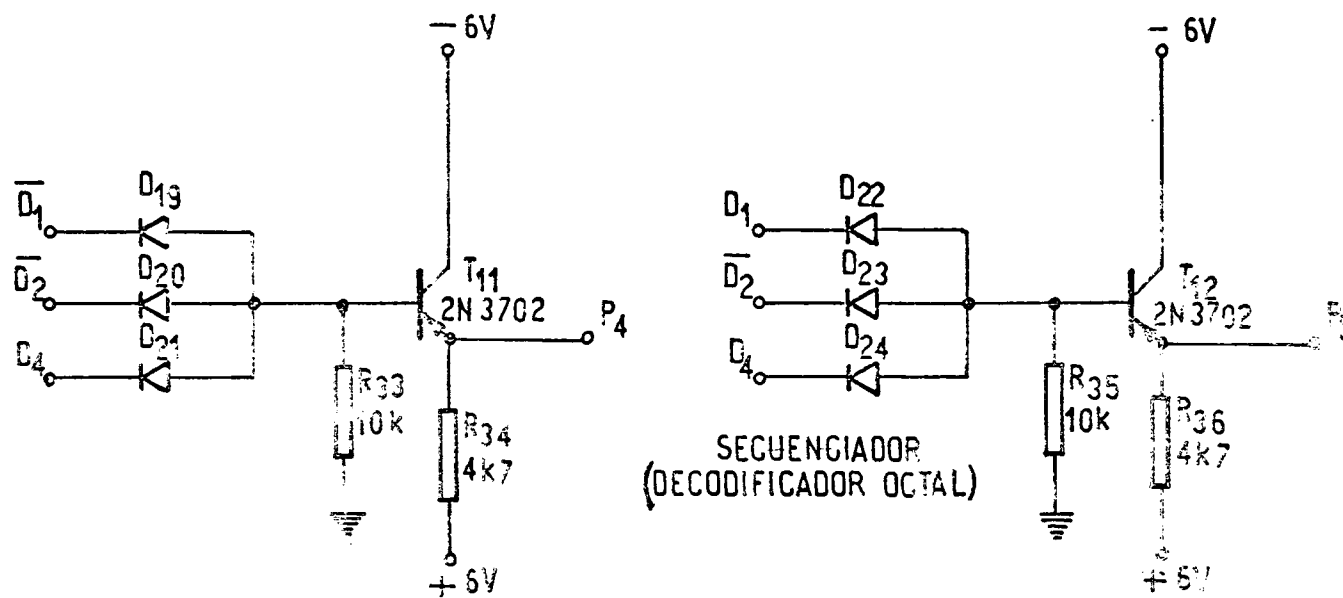


FIGURA 19





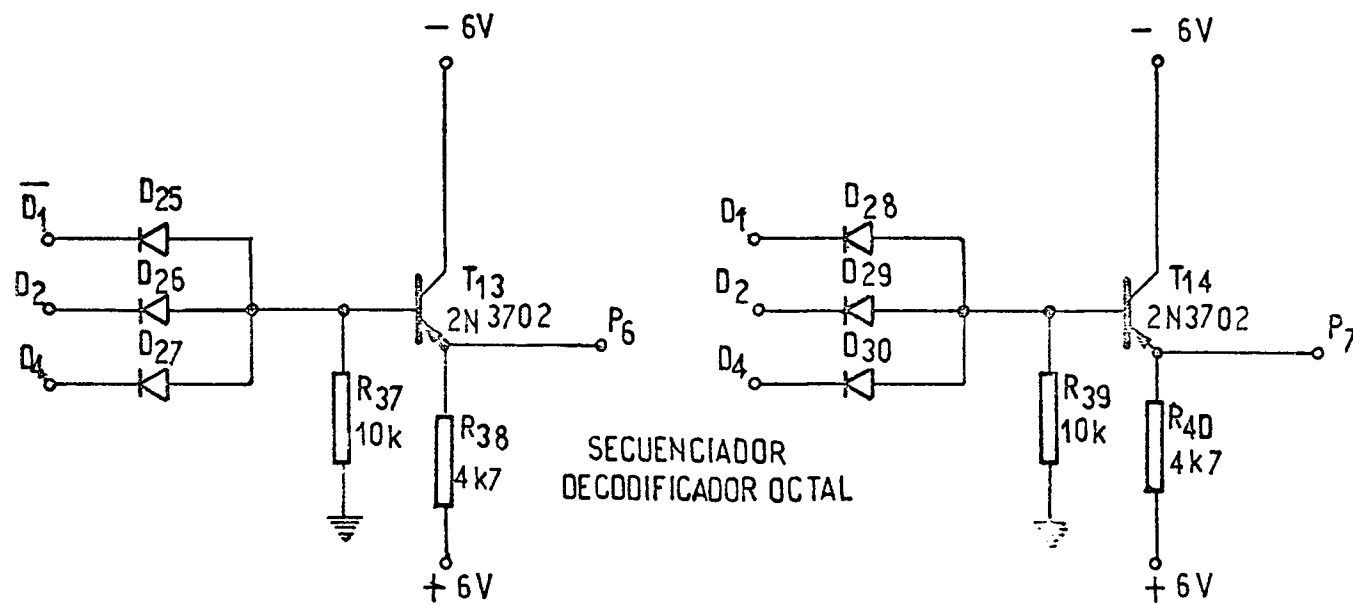




$\overline{D_1}$ $\overline{D_2}$ y $\overline{D_4}$ van a la logica de fin
conector 20, patas 11, 12 y 13
[P_6 va a puesta a cero, conector 24, pata 21]

FIGURA 23

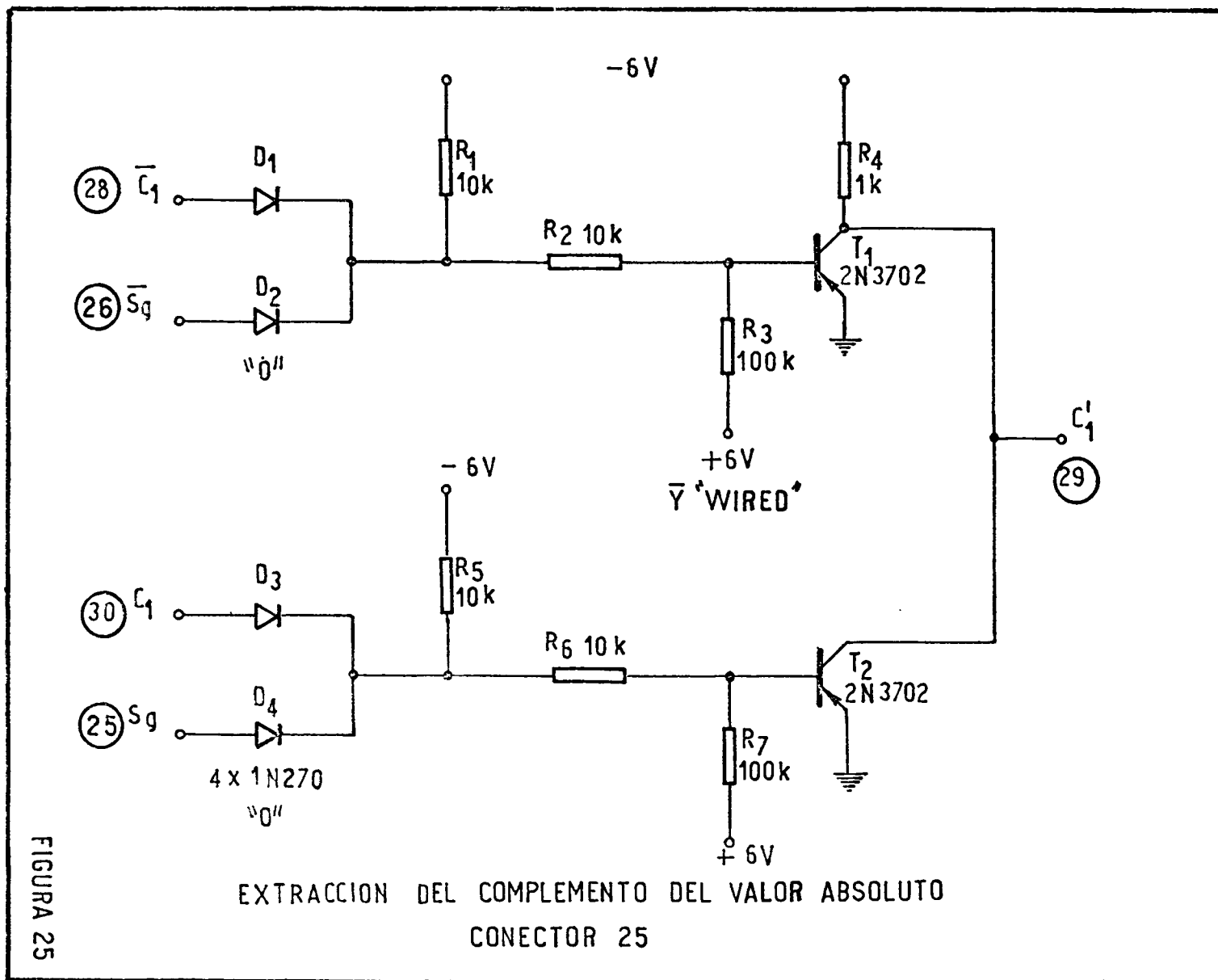
PROGRAMADOR
CONECTOR 21

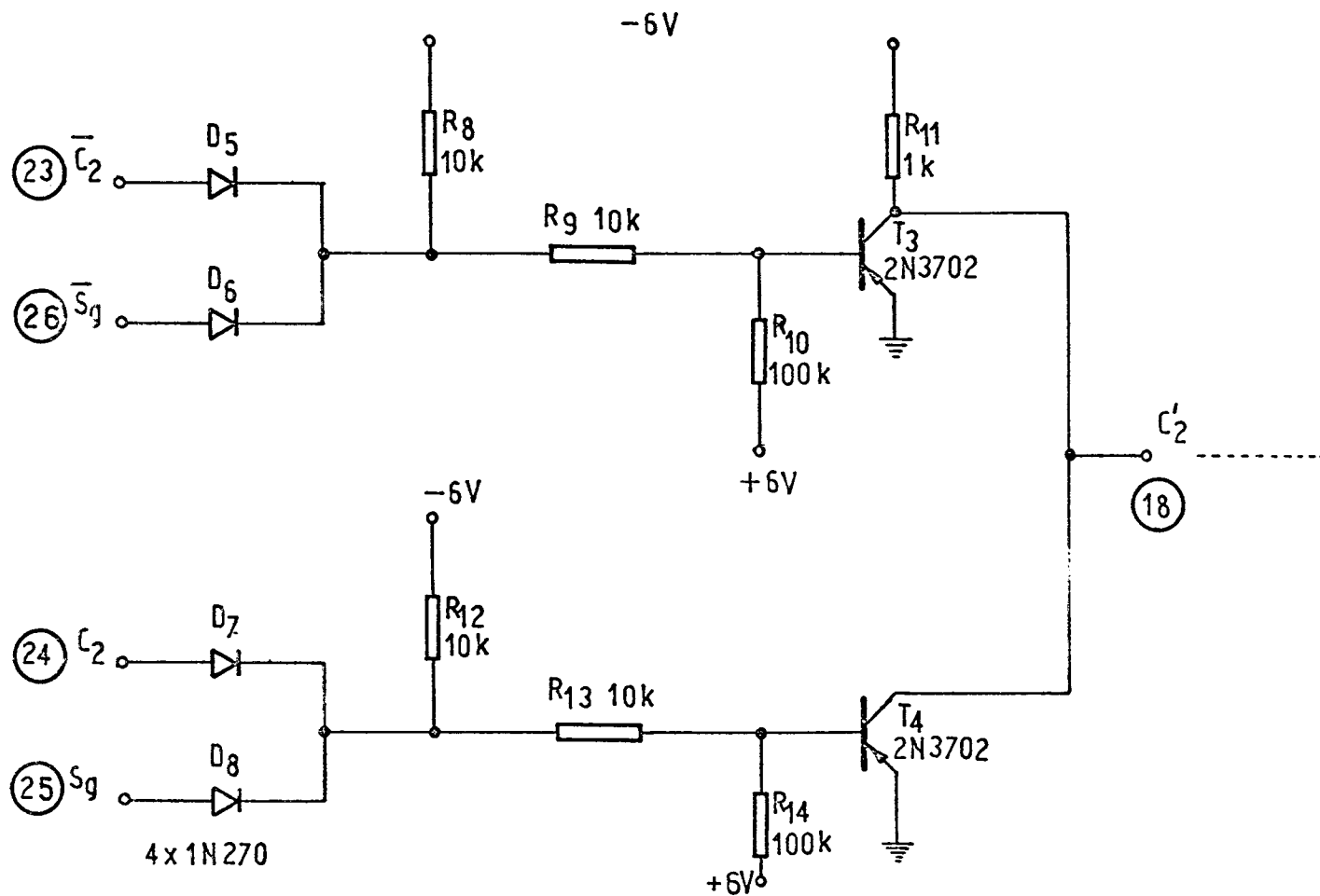


PPROGRAMADOR
CONECTOR 21

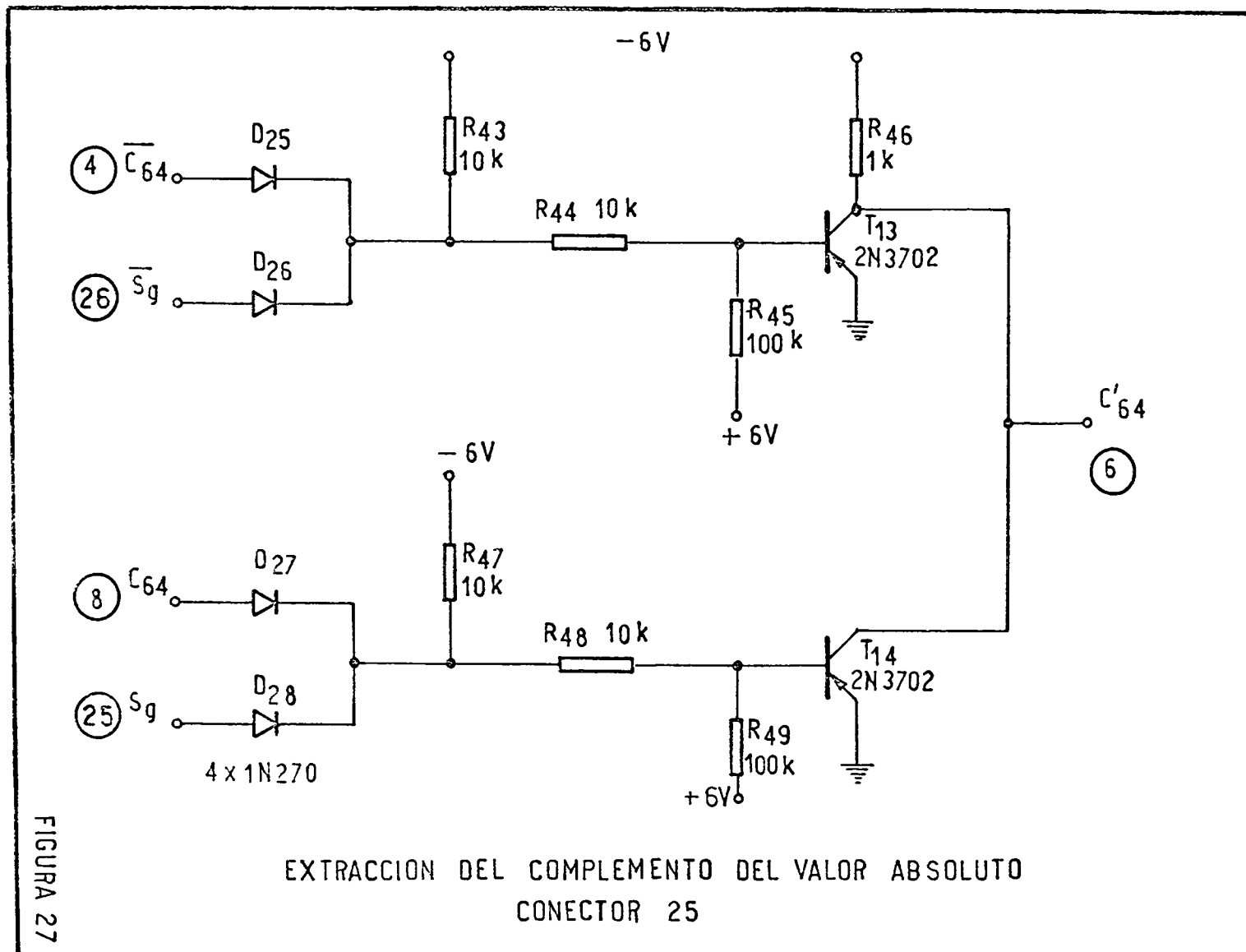
	pata
P ₀	15
P ₁	10
P ₂	14
P ₃	9
P ₄	17
P ₅	12
P ₆	16
P ₇	11

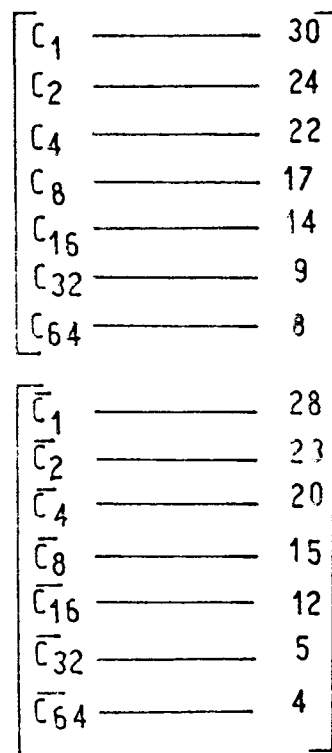
FIGURA 24



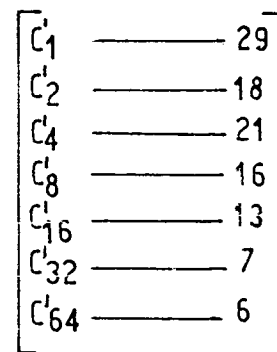


EXTRACCION DEL COMPLEMENTO DEL VALOR ABSOLUTO
 CONECTOR 25





Al escalímetro
reversible
conectores 16 y 17



Al comparador de
valor absoluto
conector 22

ecuación
de
funcionamiento

$$\overline{(C_i + S_q) \cdot (\bar{C}_i + \bar{S}_q)} = C'_i$$

Aplicando De Morgan

$$(\bar{C}_i + \bar{S}_q) \cdot \overline{(C_i + S_q)} = (C_i \cdot S_q) \cdot (\bar{C}_i \cdot \bar{S}_q) = C'_i$$

FIGURA 28

EXTRACCION DEL COMPLEMENTO DEL VALOR ABSOLUTO
CABLEADO

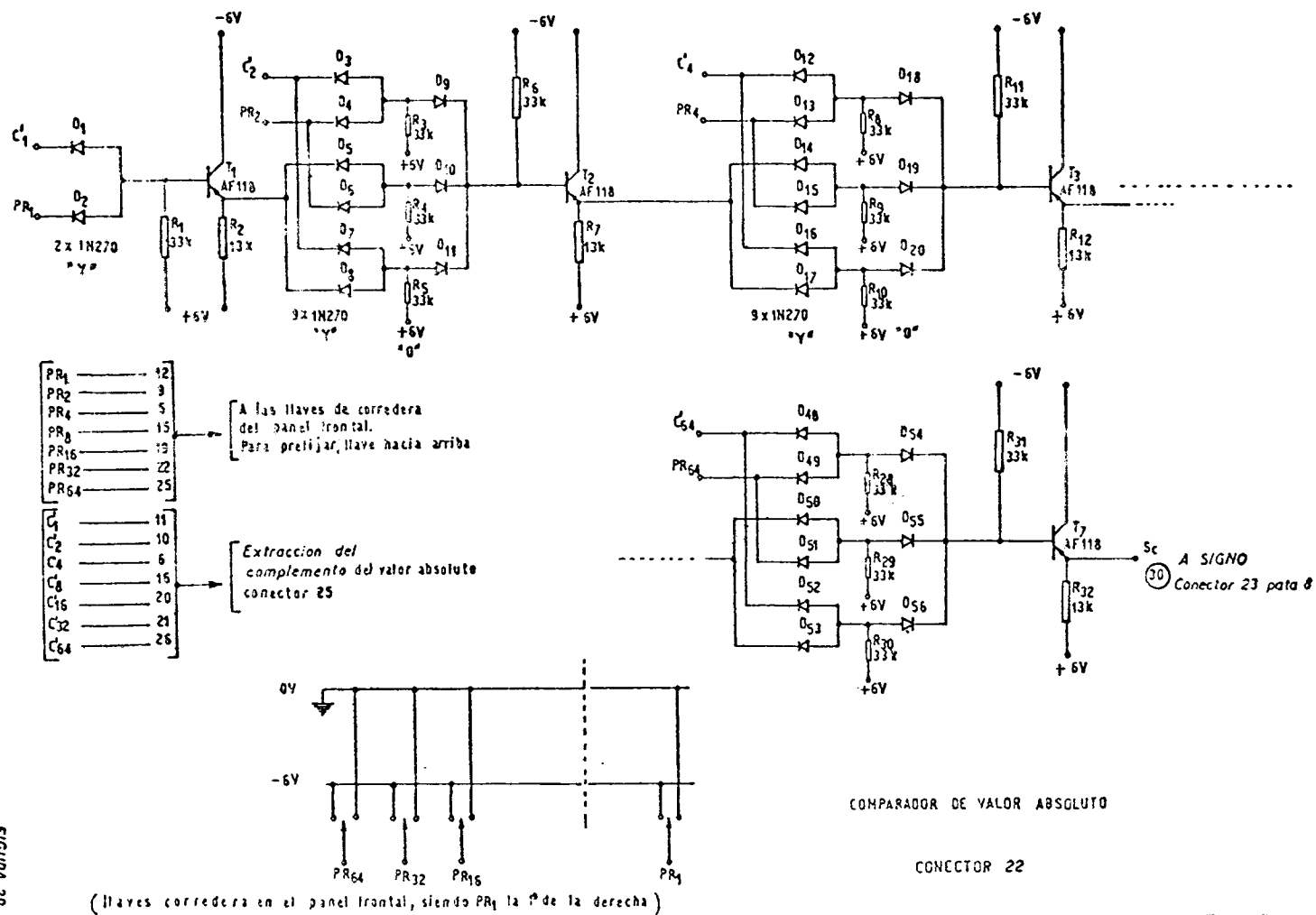
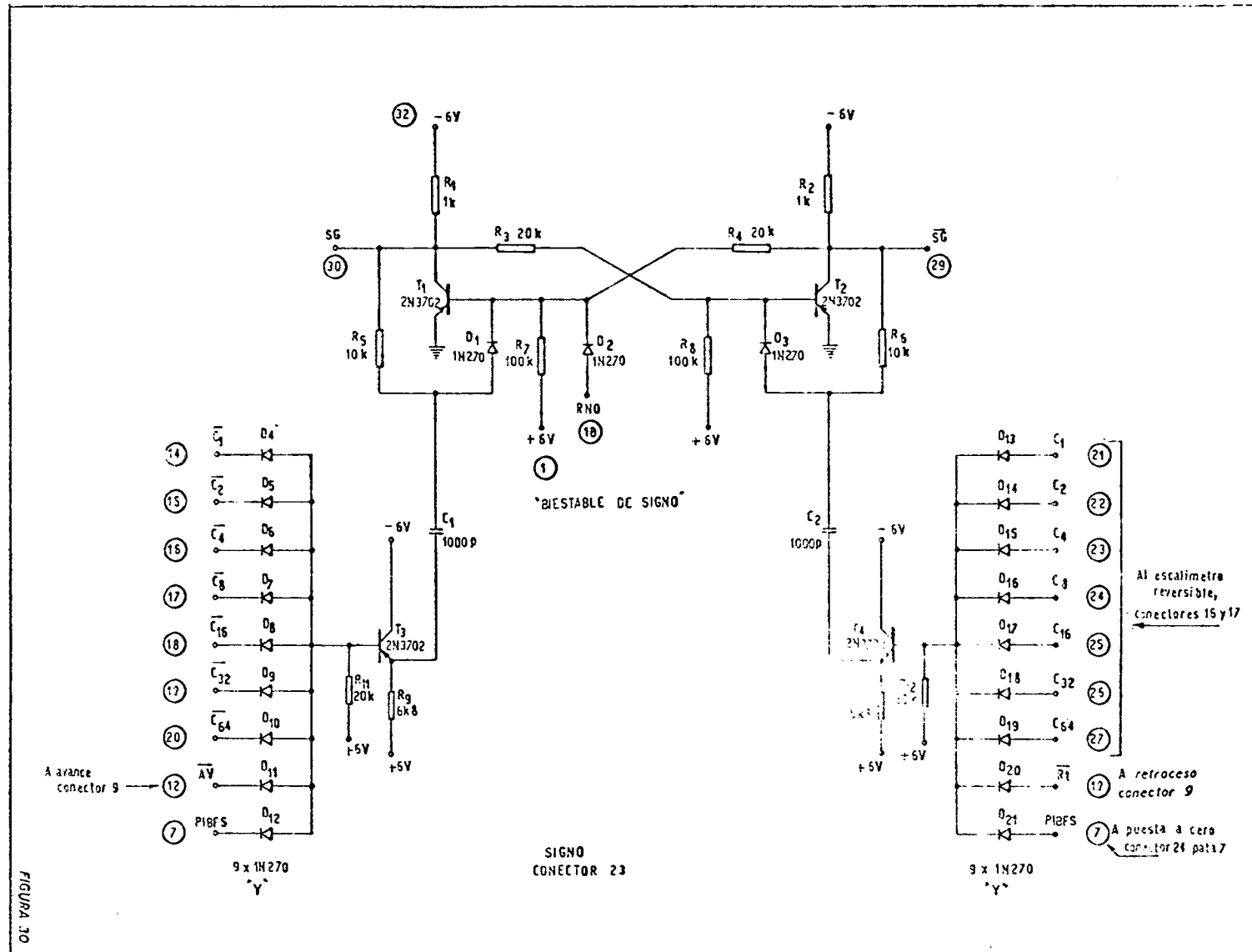
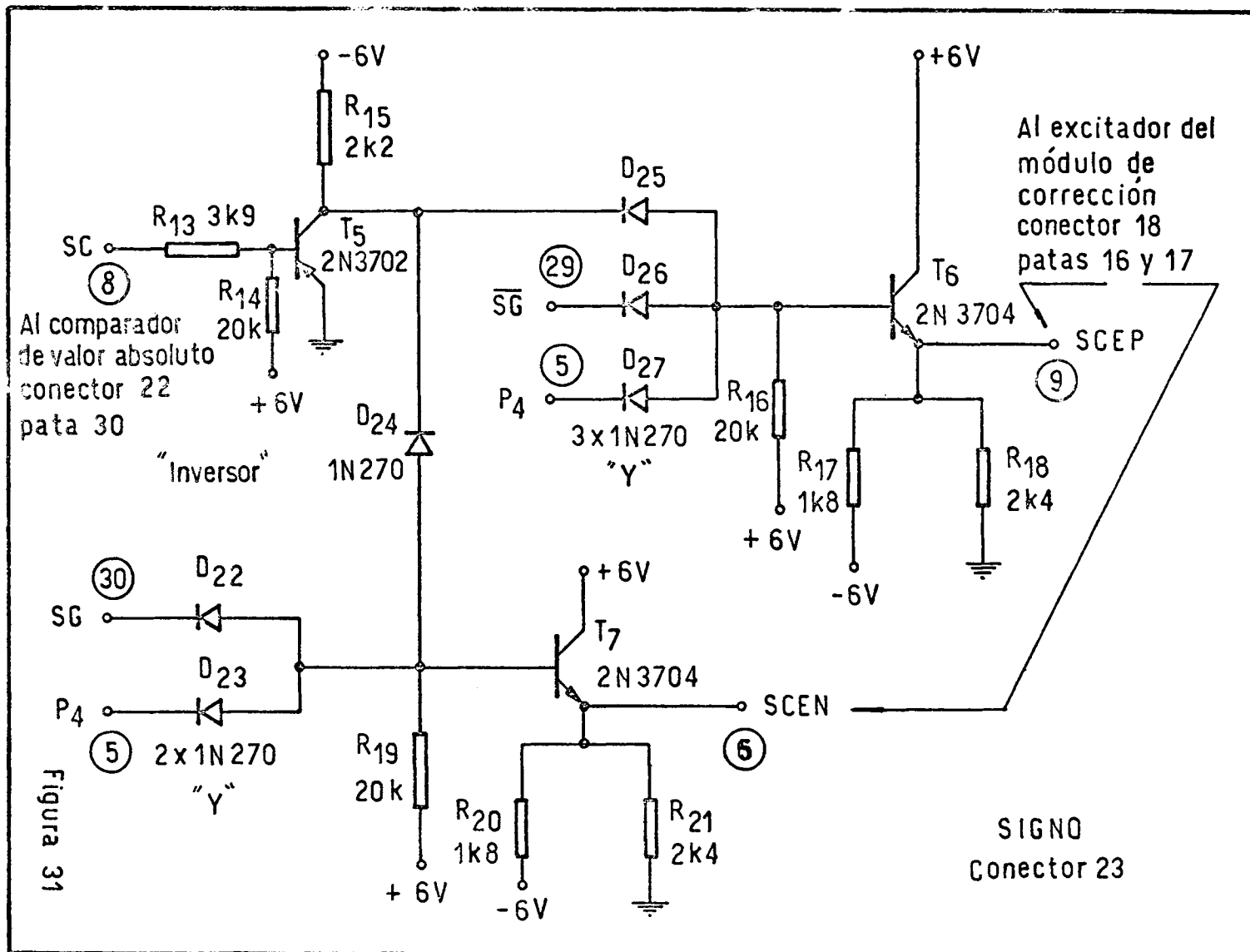


FIGURA 29





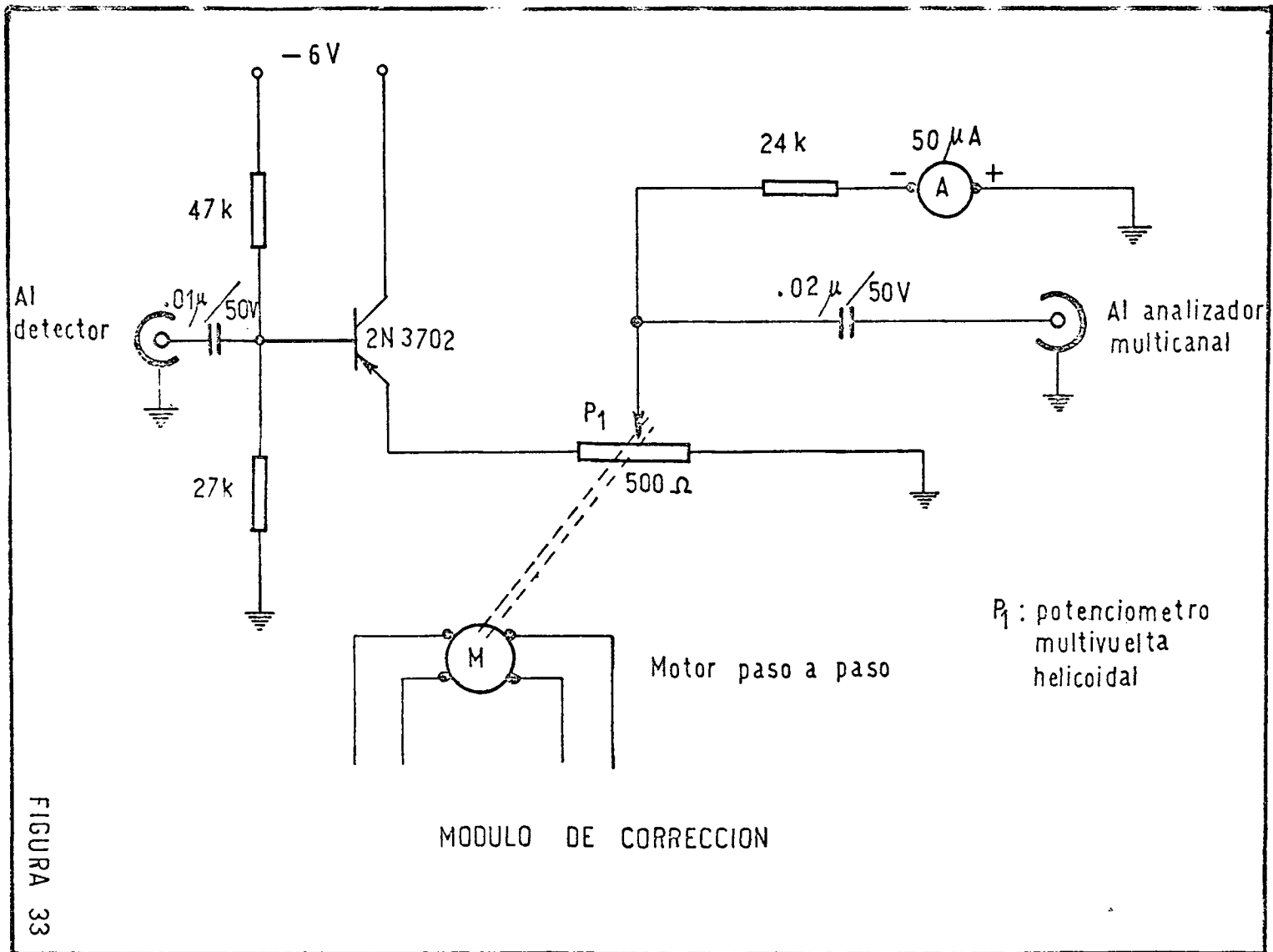


FIGURA 33

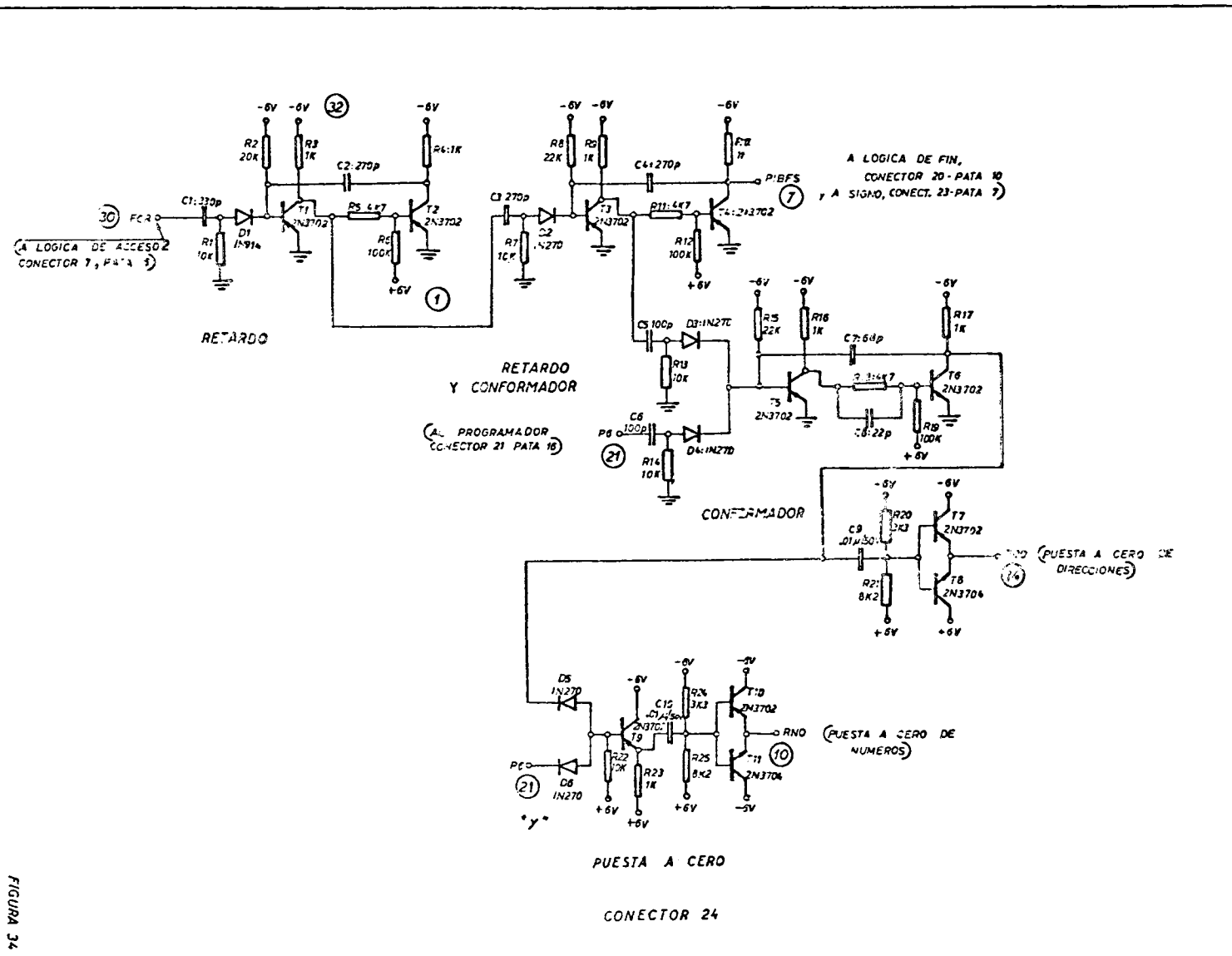
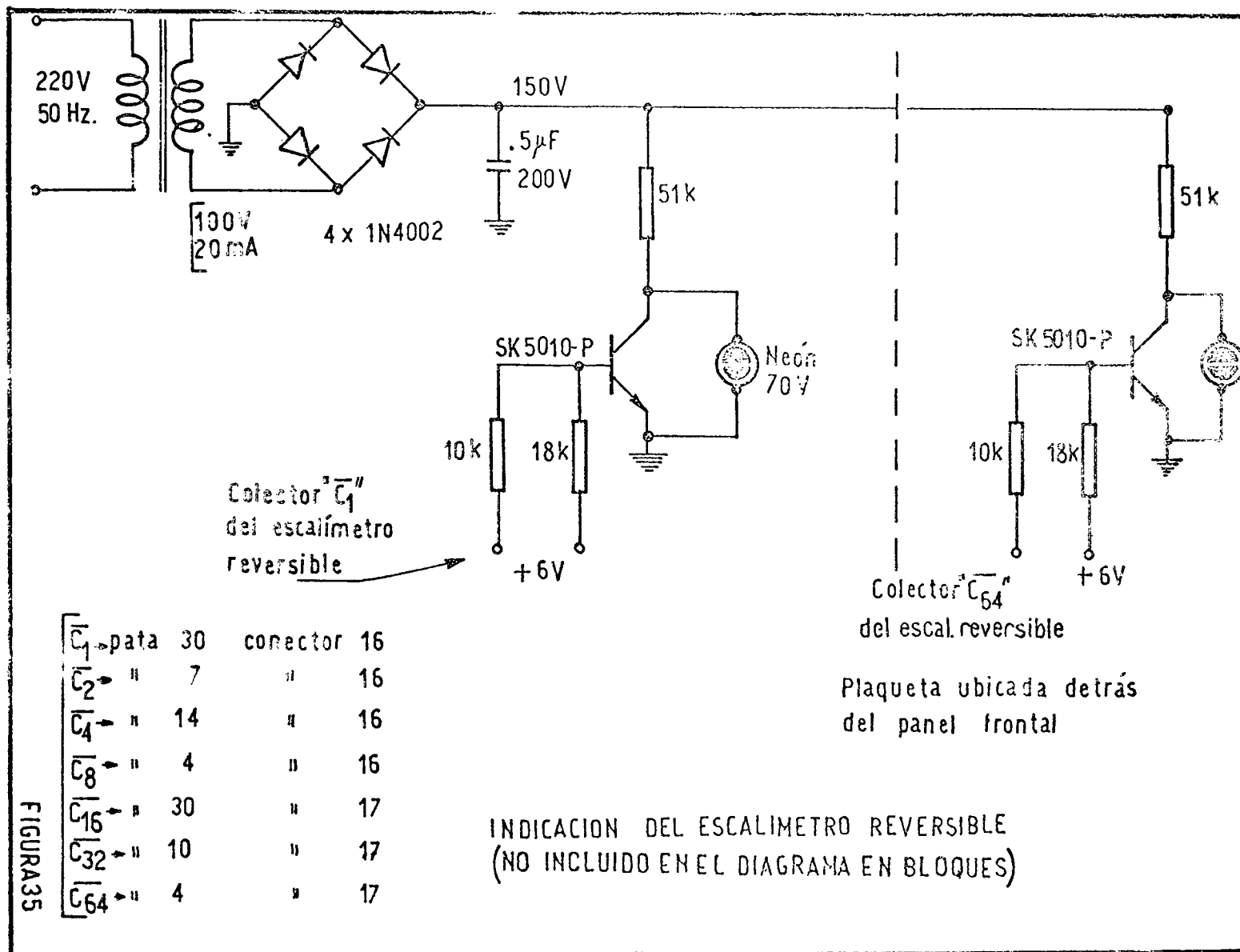
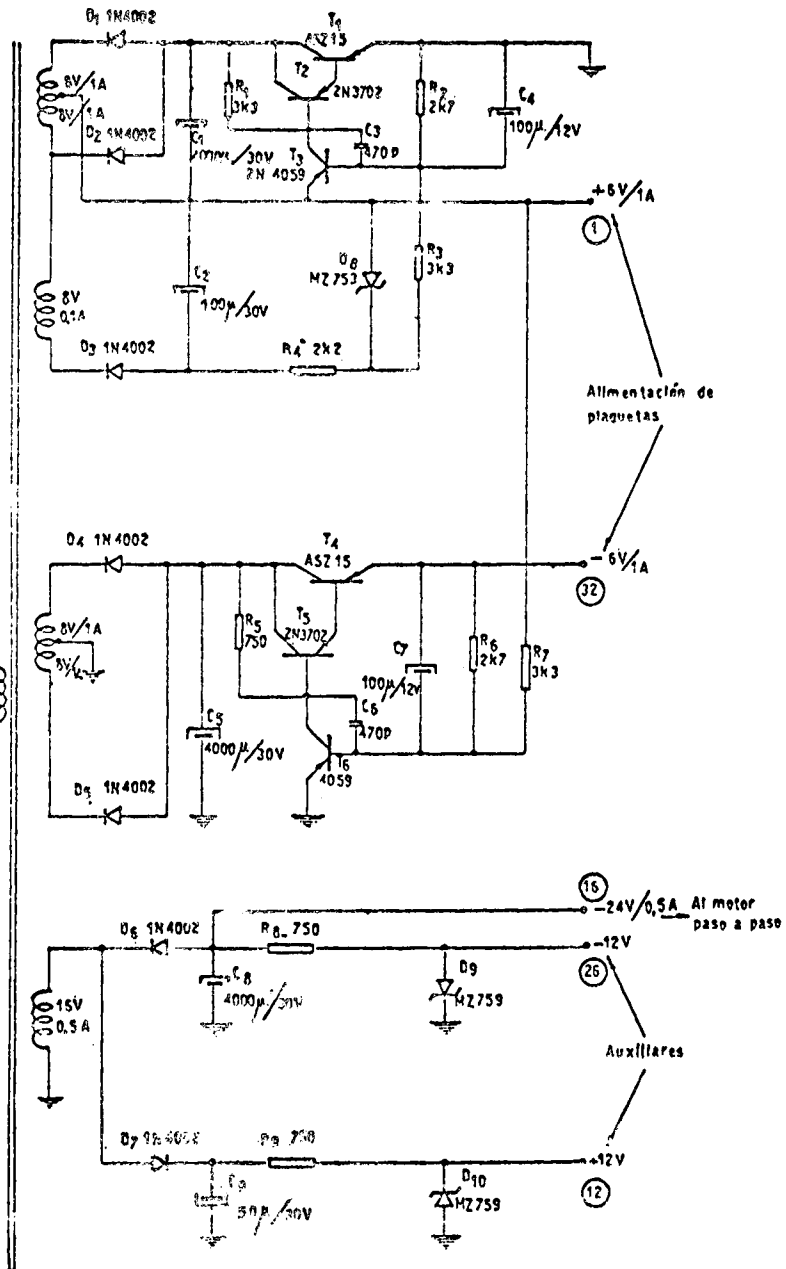
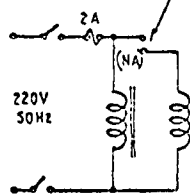


FIGURA 34



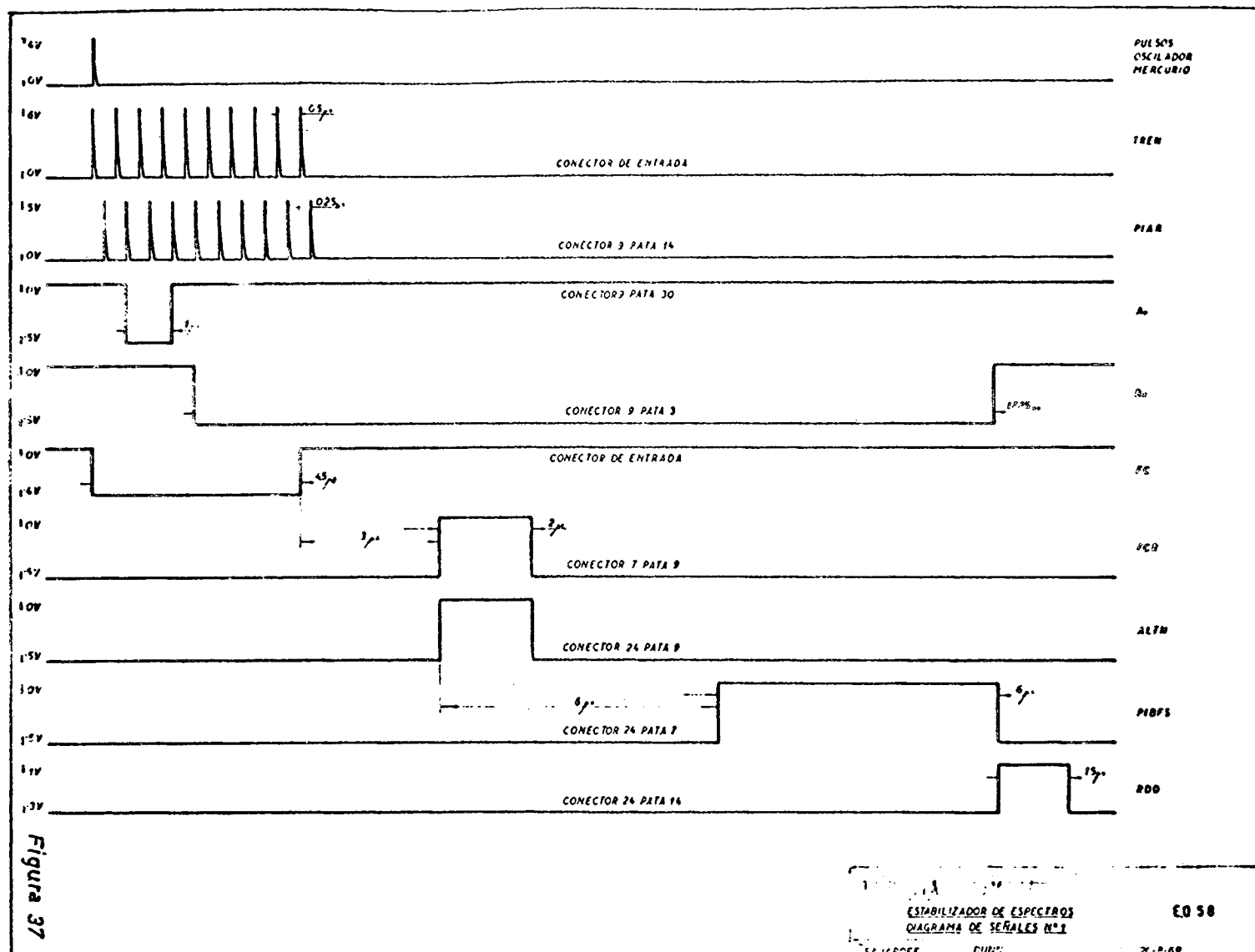
Relay de protección
para 220 CA
Tipo Mónico 37315-557



FUENTE DE ALIMENTACION
CONECTOR 19

(No incluido en el diagrama en block)

FIGURA 36



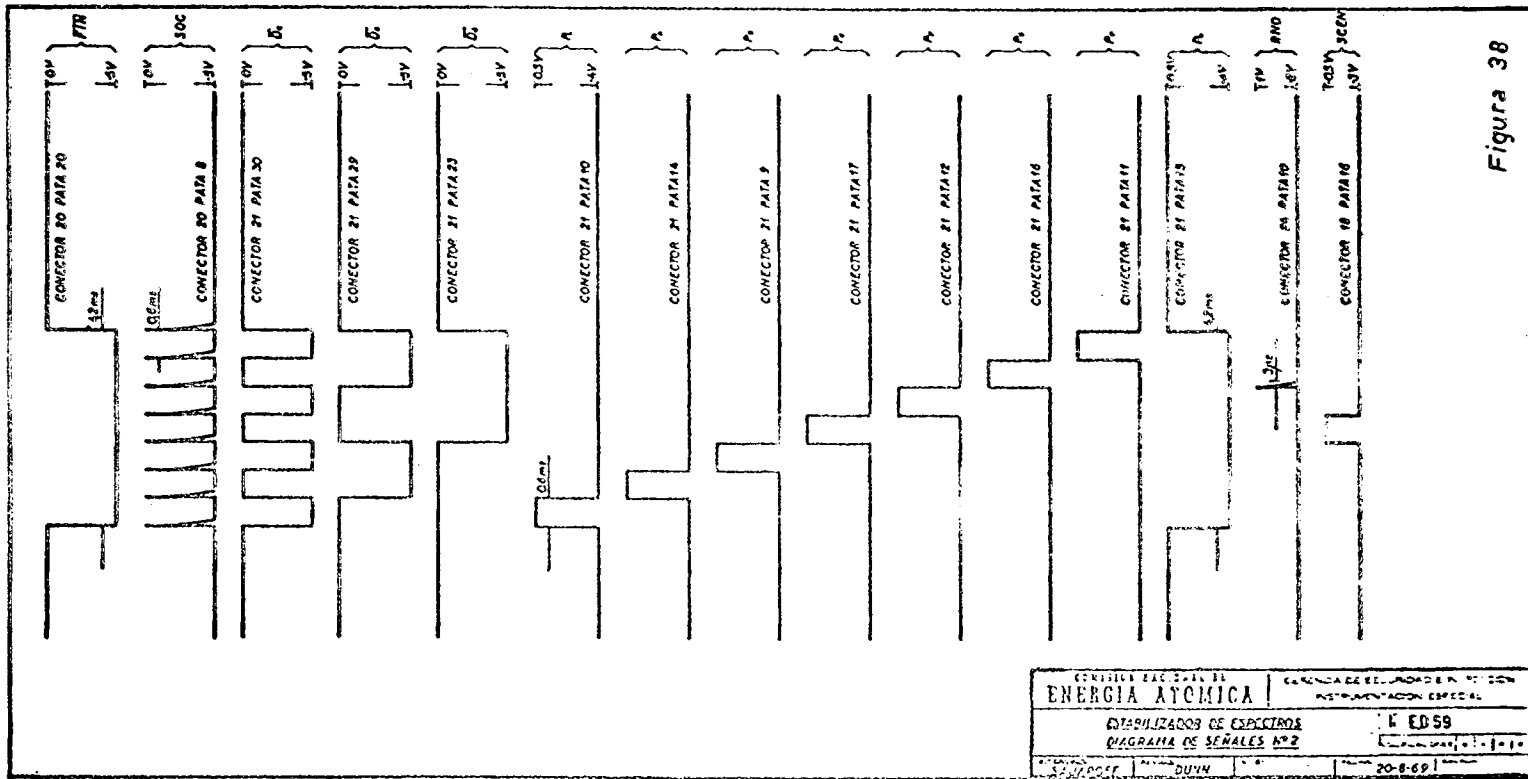
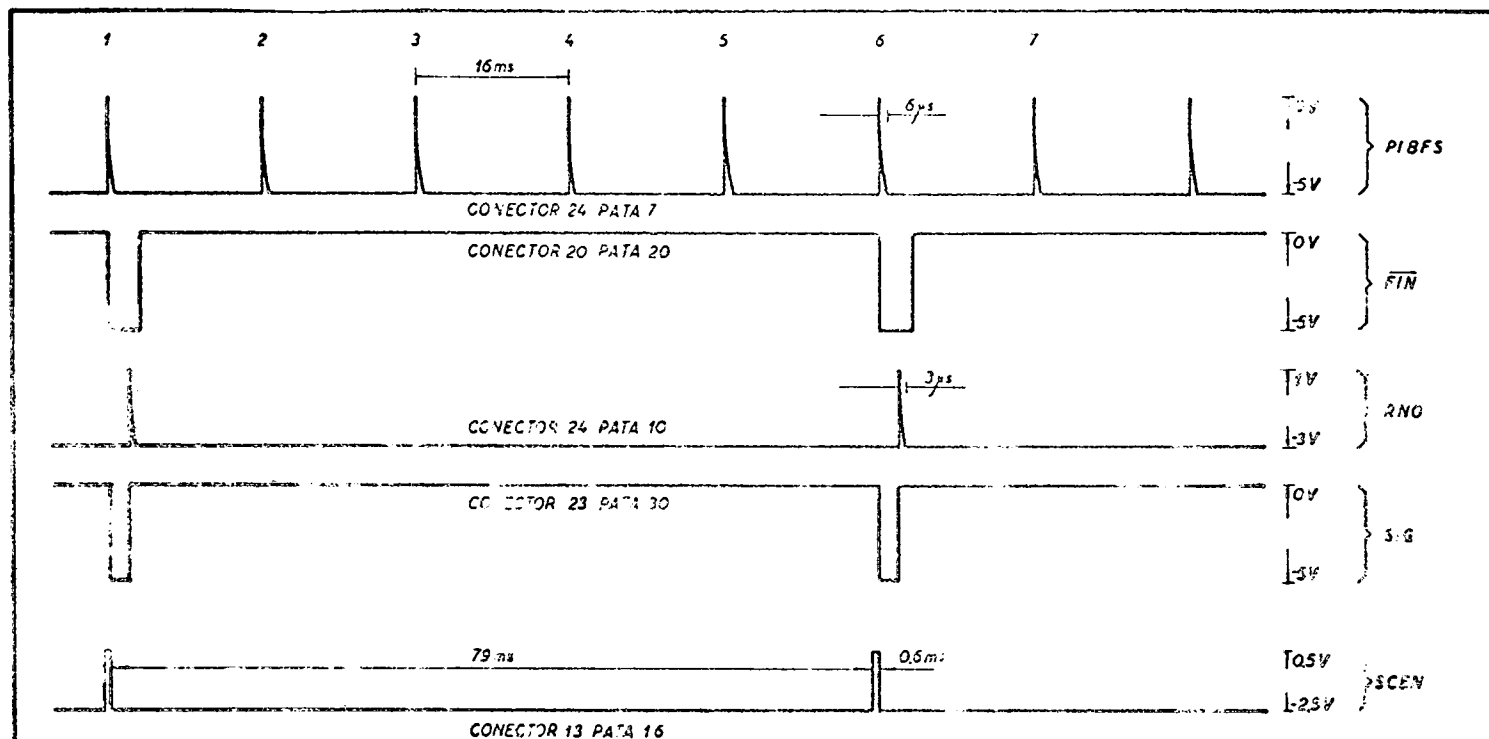


Figura 38

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ENERGIA ATOMICA		COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA ARGENTINA	
ESTACIONES DE EXPERIMENTOS		INSTRUMENTACION ESPECIAL	
DIAGRAMA DE SEÑALES N°2		E ED59	
FECHA	ELABORADO	REVISADO	20-8-69



NOTA:

EN LOS IMPULSOS 1 Y 6 SE DA COMO CONDICION
ADICIONAL ($L_1 - L_2 - L_3$)

Figura 39

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA		GERENCIA DE SEGURIDAD E INSPECCION INSTRUMENTACION ESPECIAL	
ESTABILIZADOR DE ESPECTROS DIAGRAMA DE SEÑALES Nº 3		Nº E060	
INTERVINO SAJAROFF	REVISOR DUNN	VERIFICADOR PENA	FECHA 20-8-69

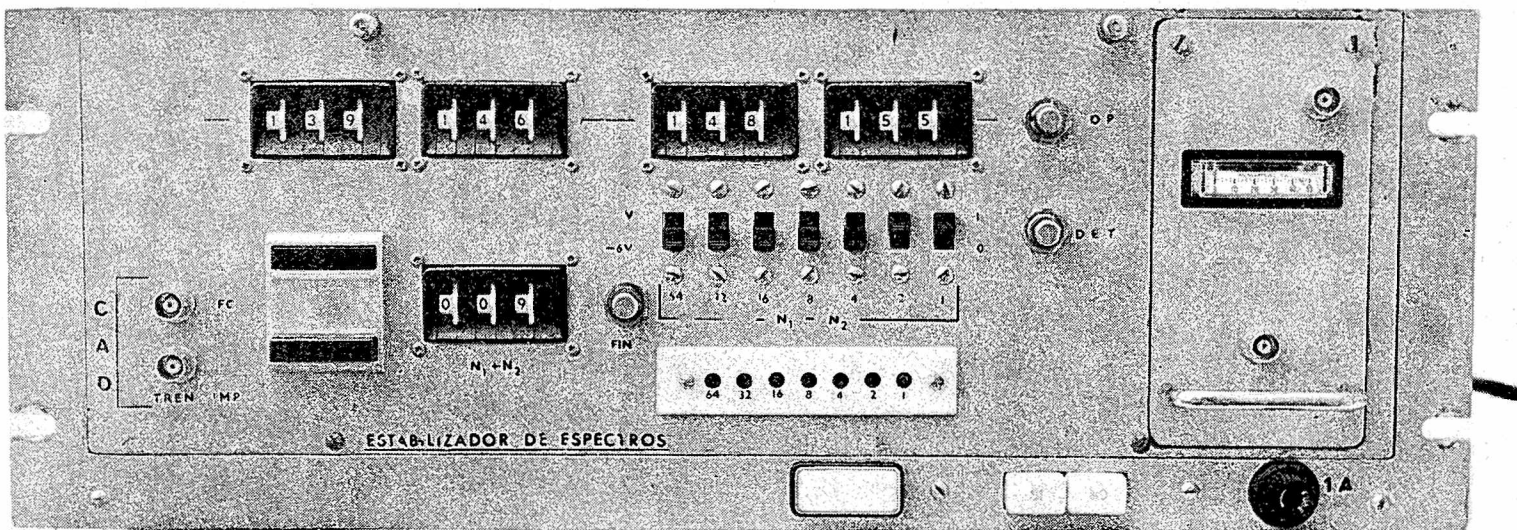


Figura 40

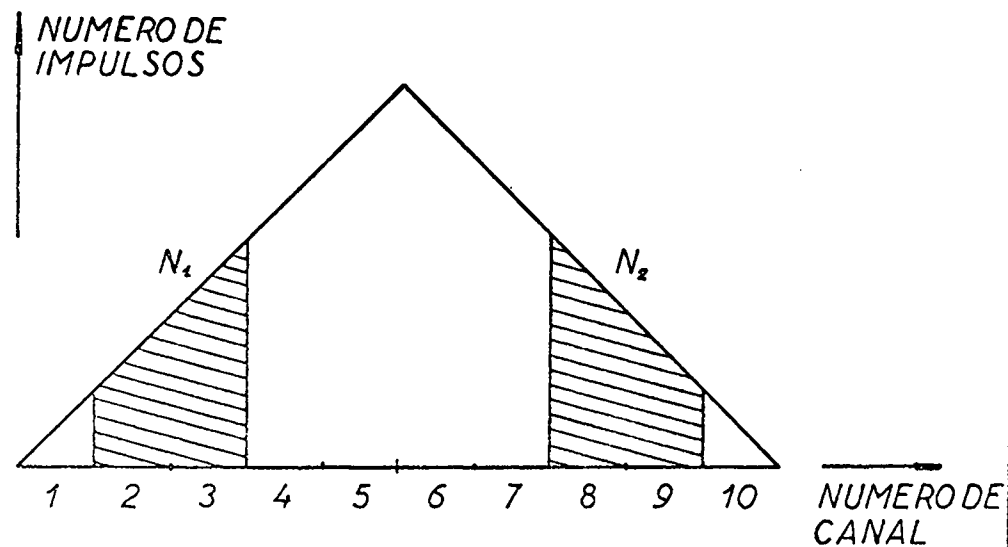


FIGURA N°41

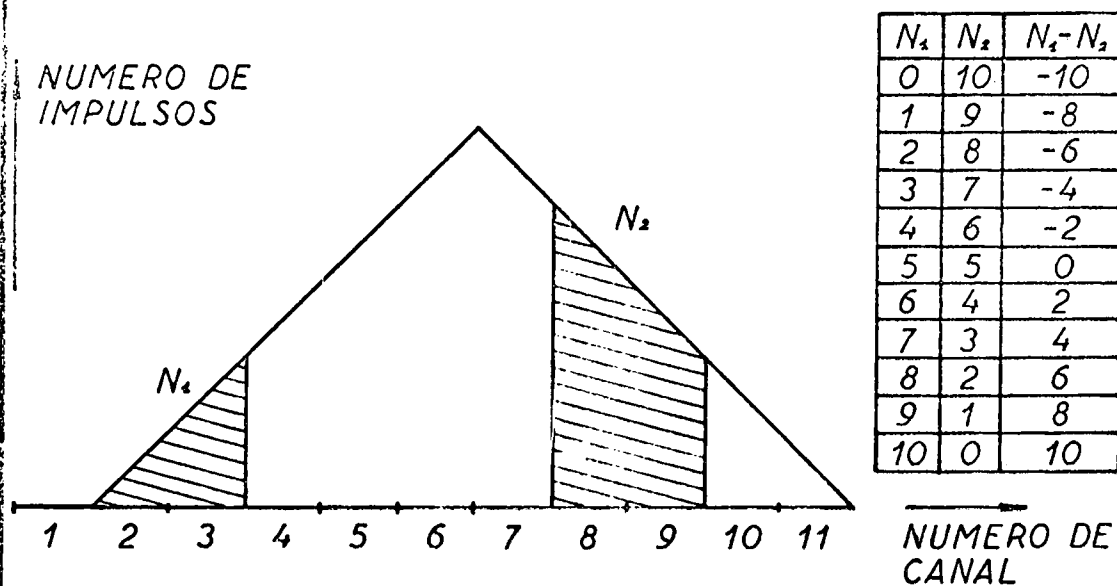


FIGURA N°42

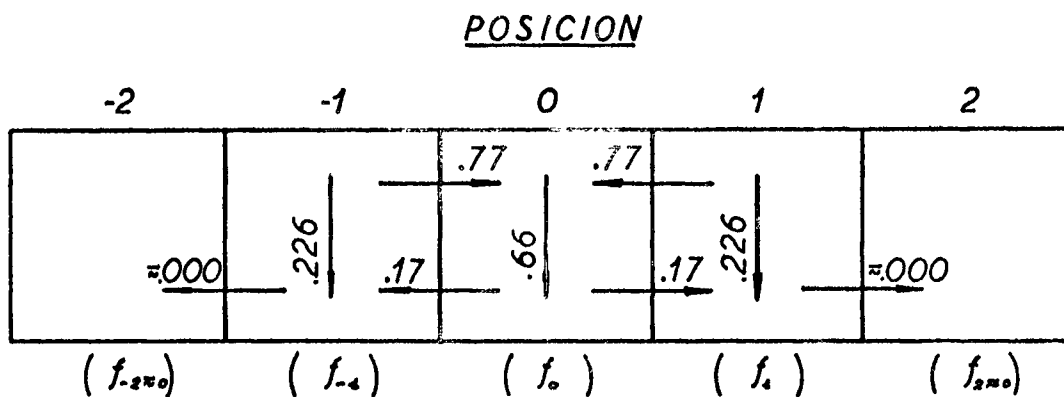


FIGURA N°43

HISTOGRAMA DE TIEMPOS
DE RESIDENCIA

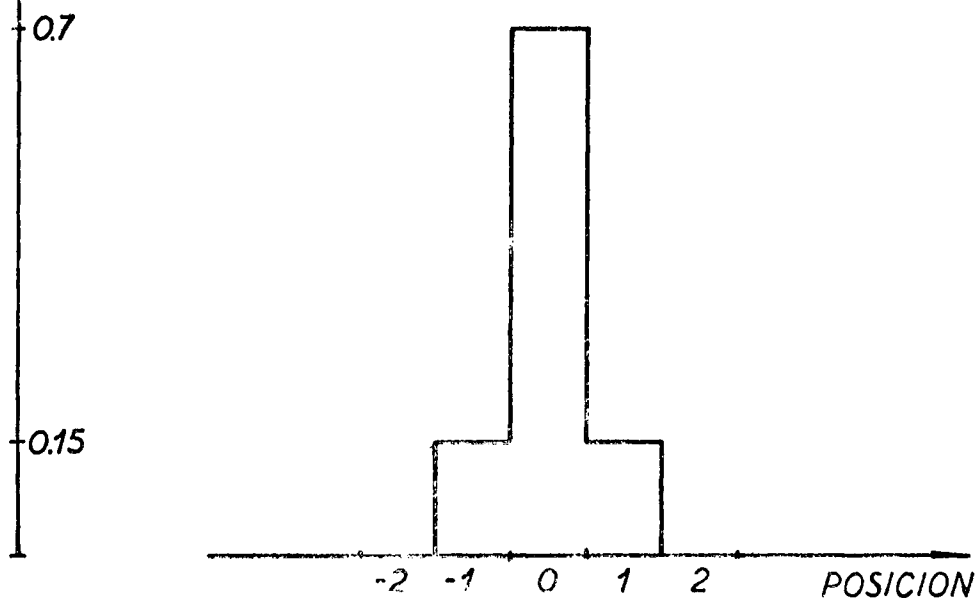
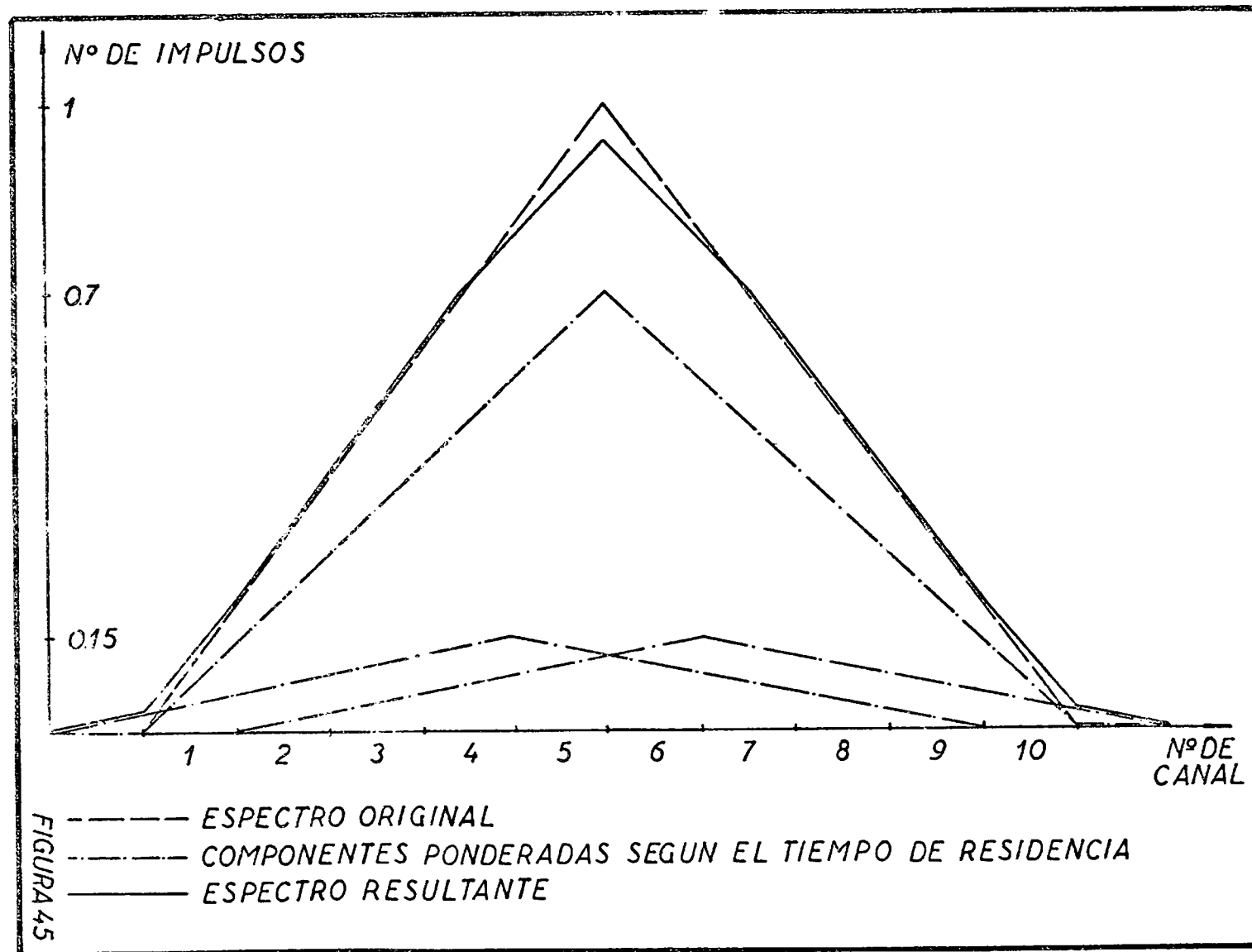


FIGURA N°44



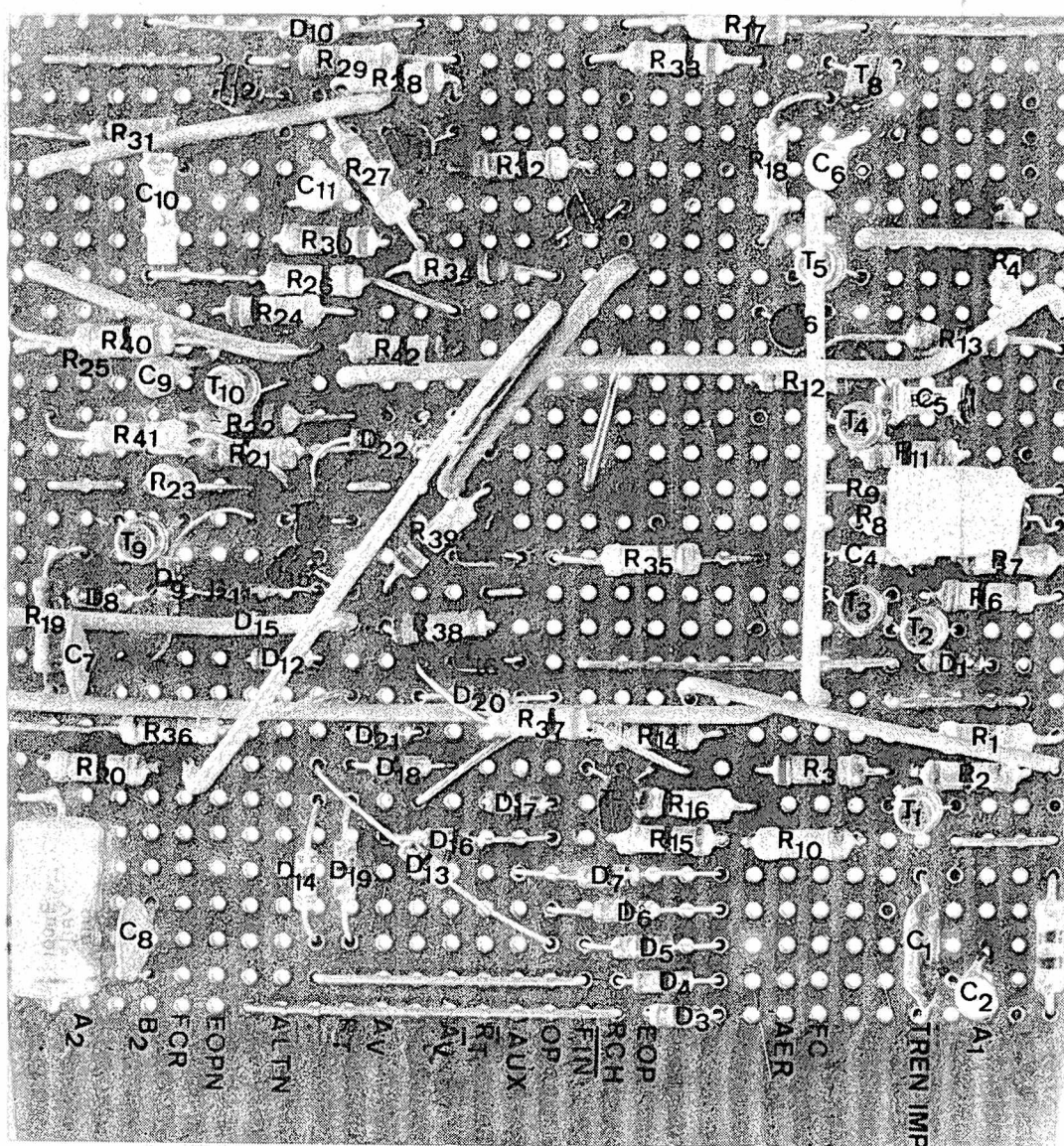


Figura 46

ESCALIMETRO DE DIRECCIONES
DIVISOR DECIMAL

CONECTORES 2,4 Y 6

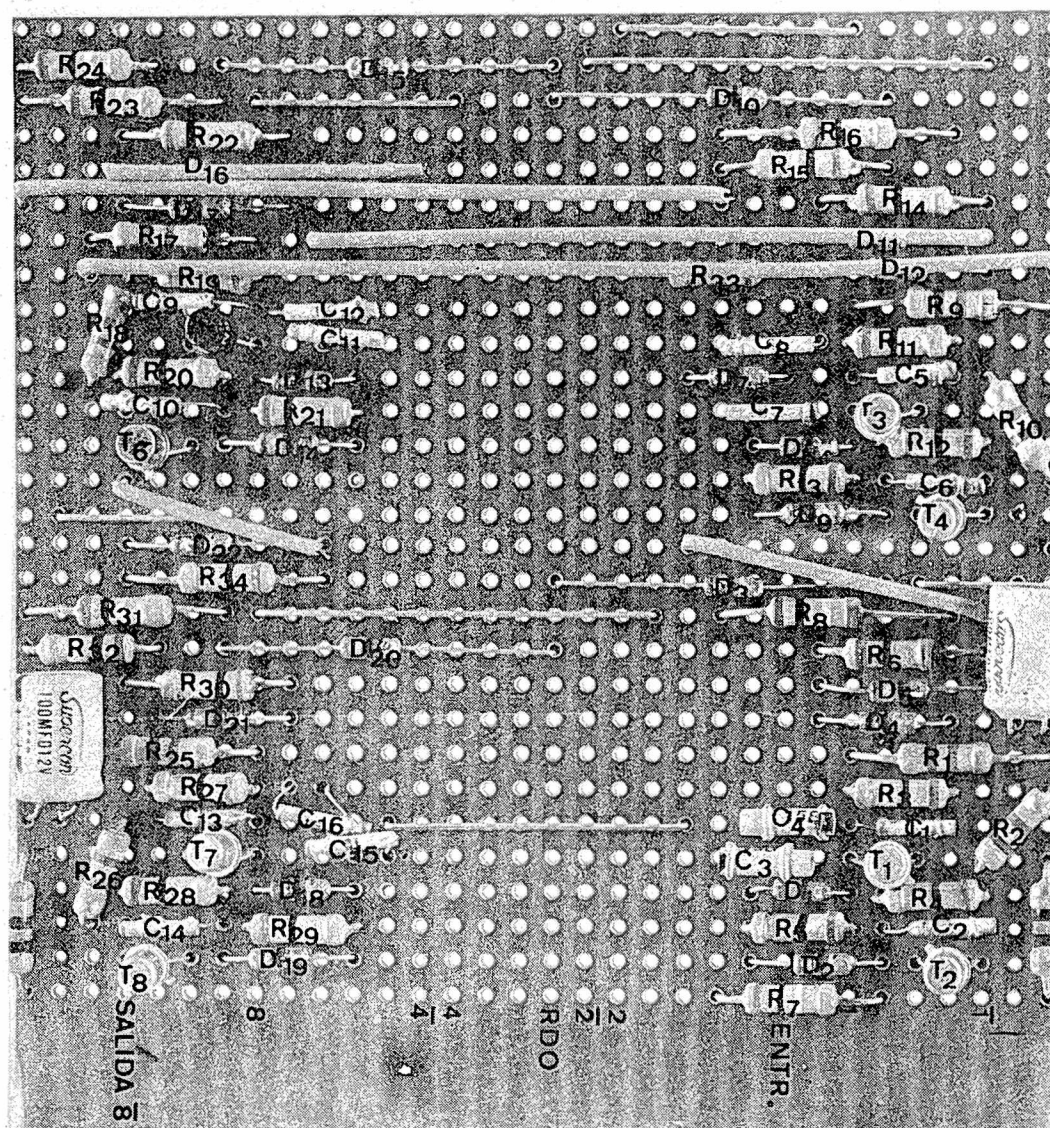


Figura 47

ESCALIMETRO DE DIRECCIONES
DECODIFICADOR

CONECTORES 1,3y5

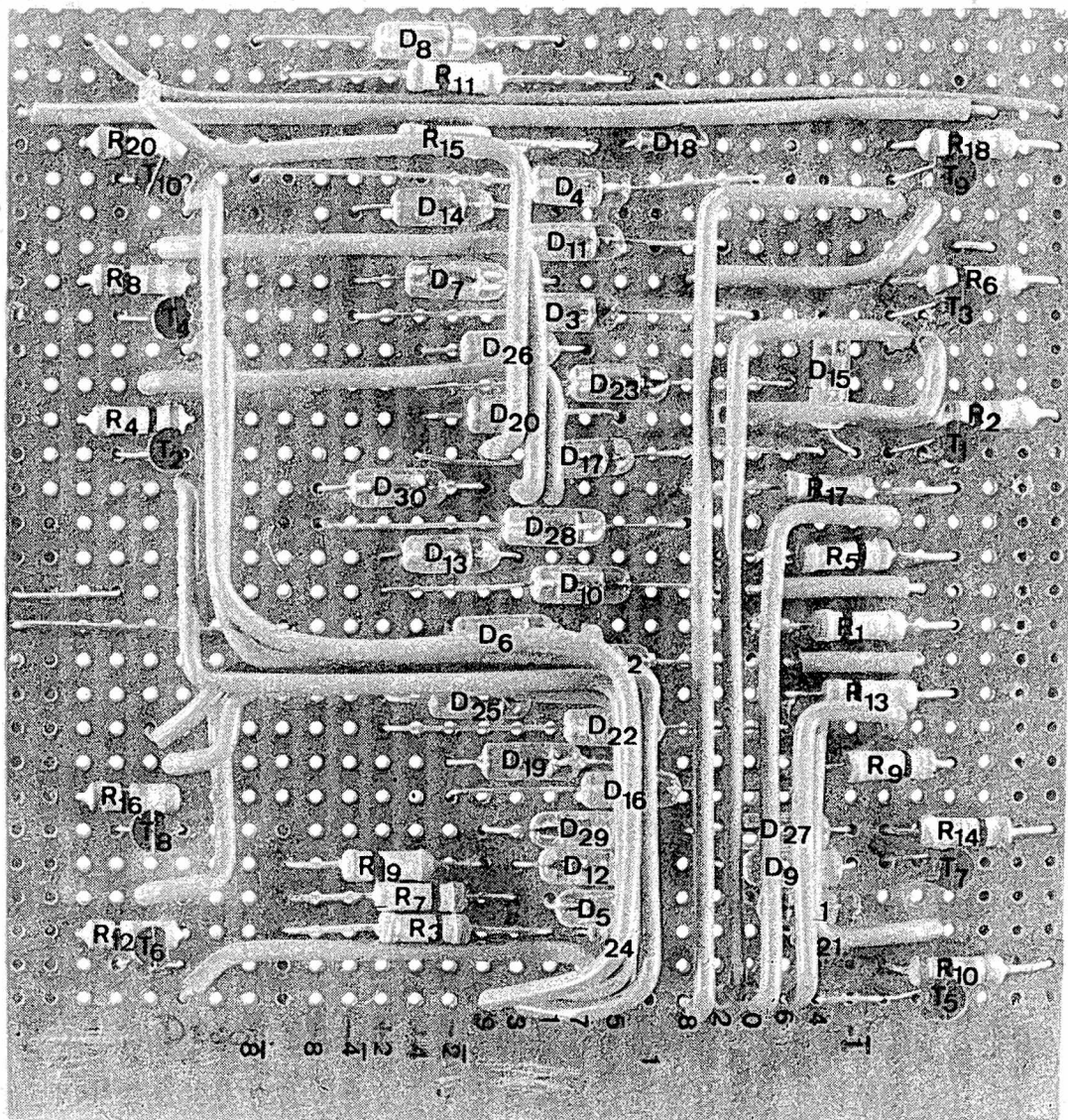


Figura 48

ESCALIMETRO SUMA
DIVISOR DECIMAL

CONECTORES 10,12 Y 14

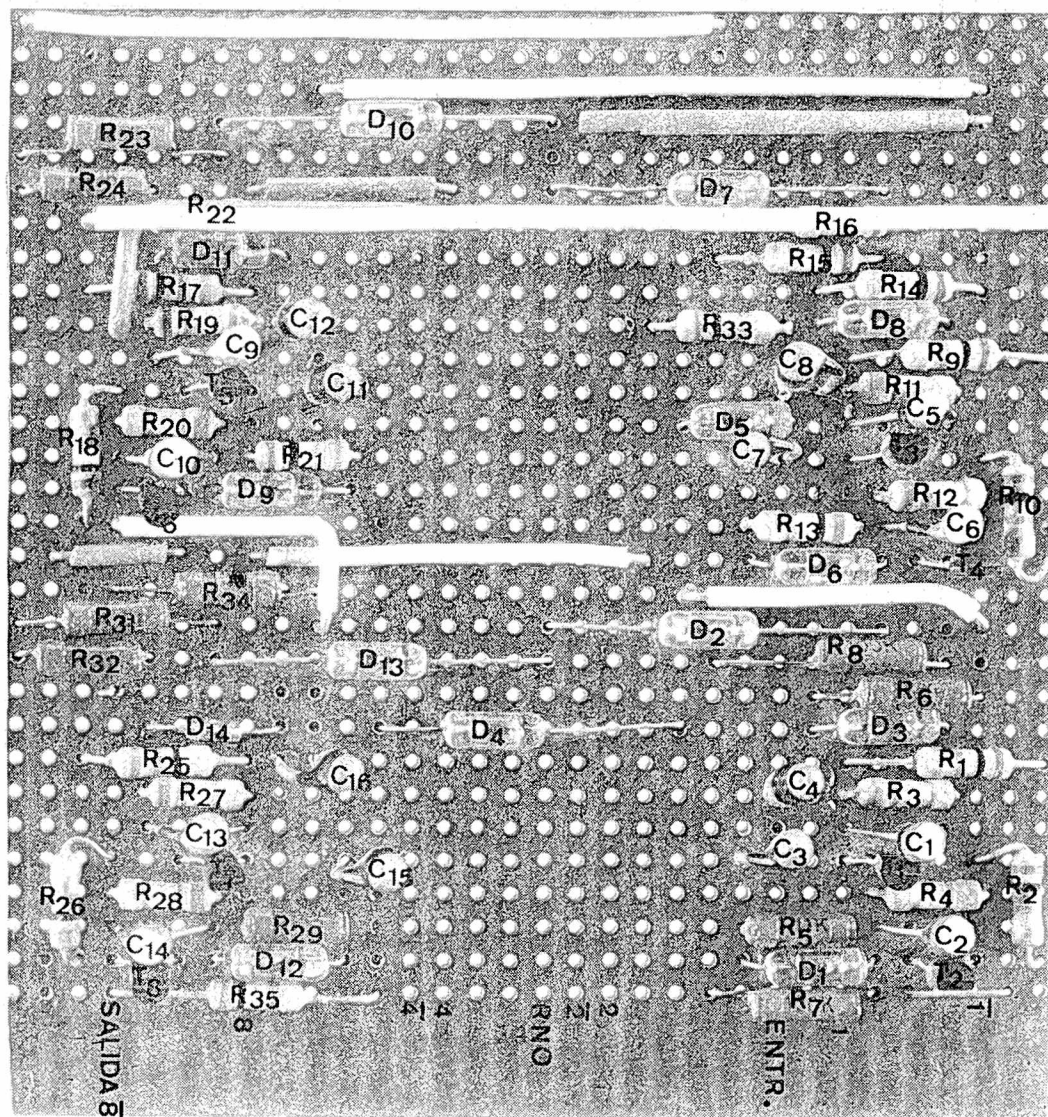


Figura 49

ESCALIMETRO SUMA
DECODIFICADORES

CONECTORES 11, 13 Y 15

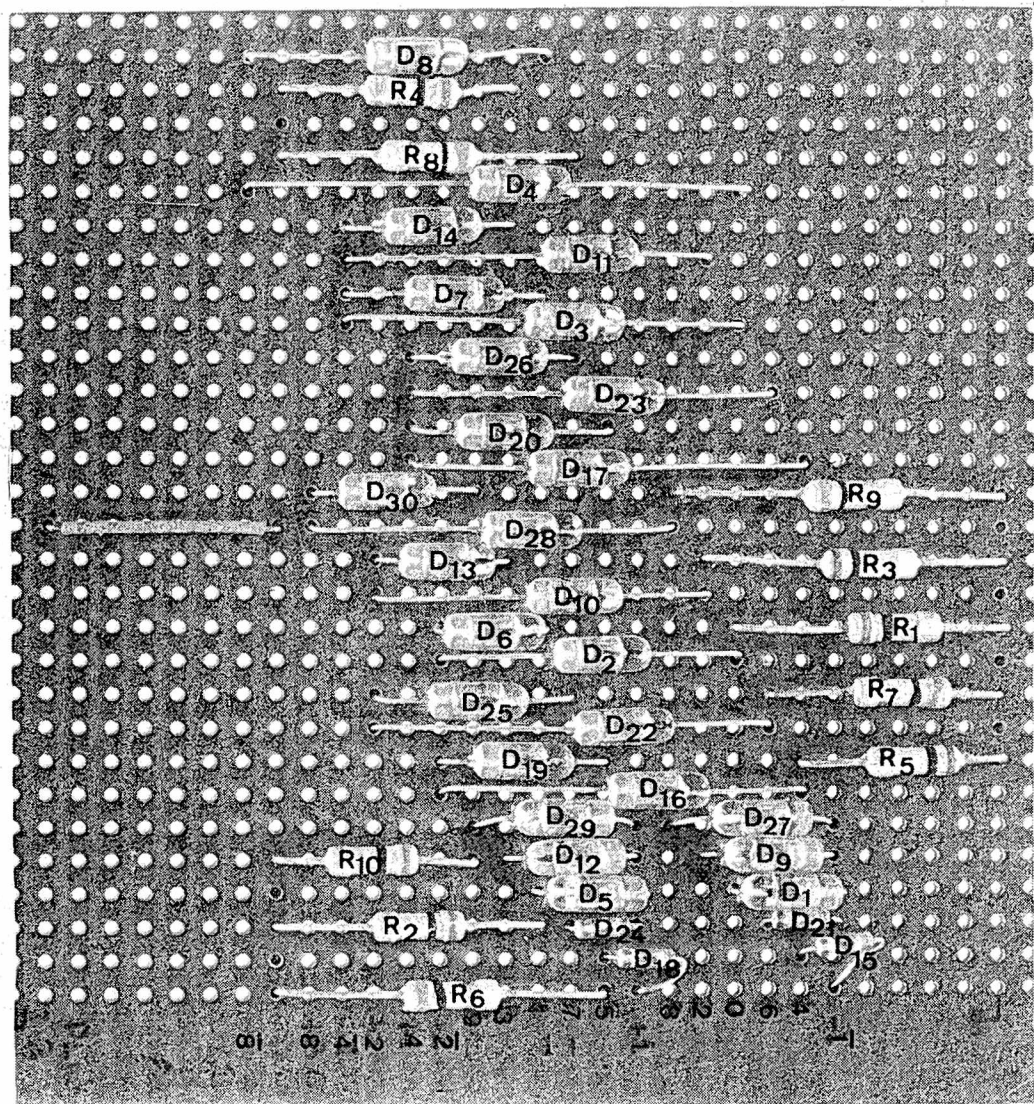


Figura 50

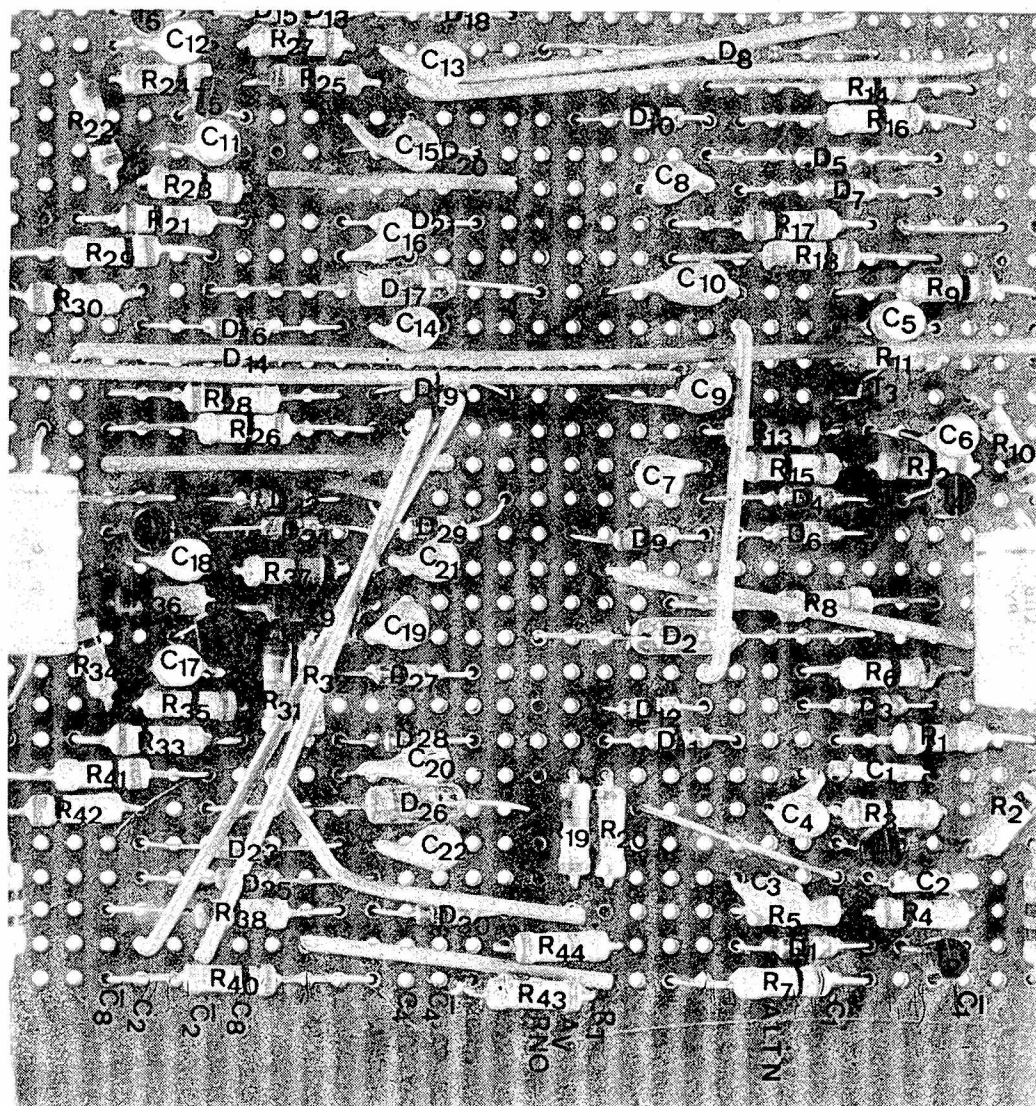


Figura 51

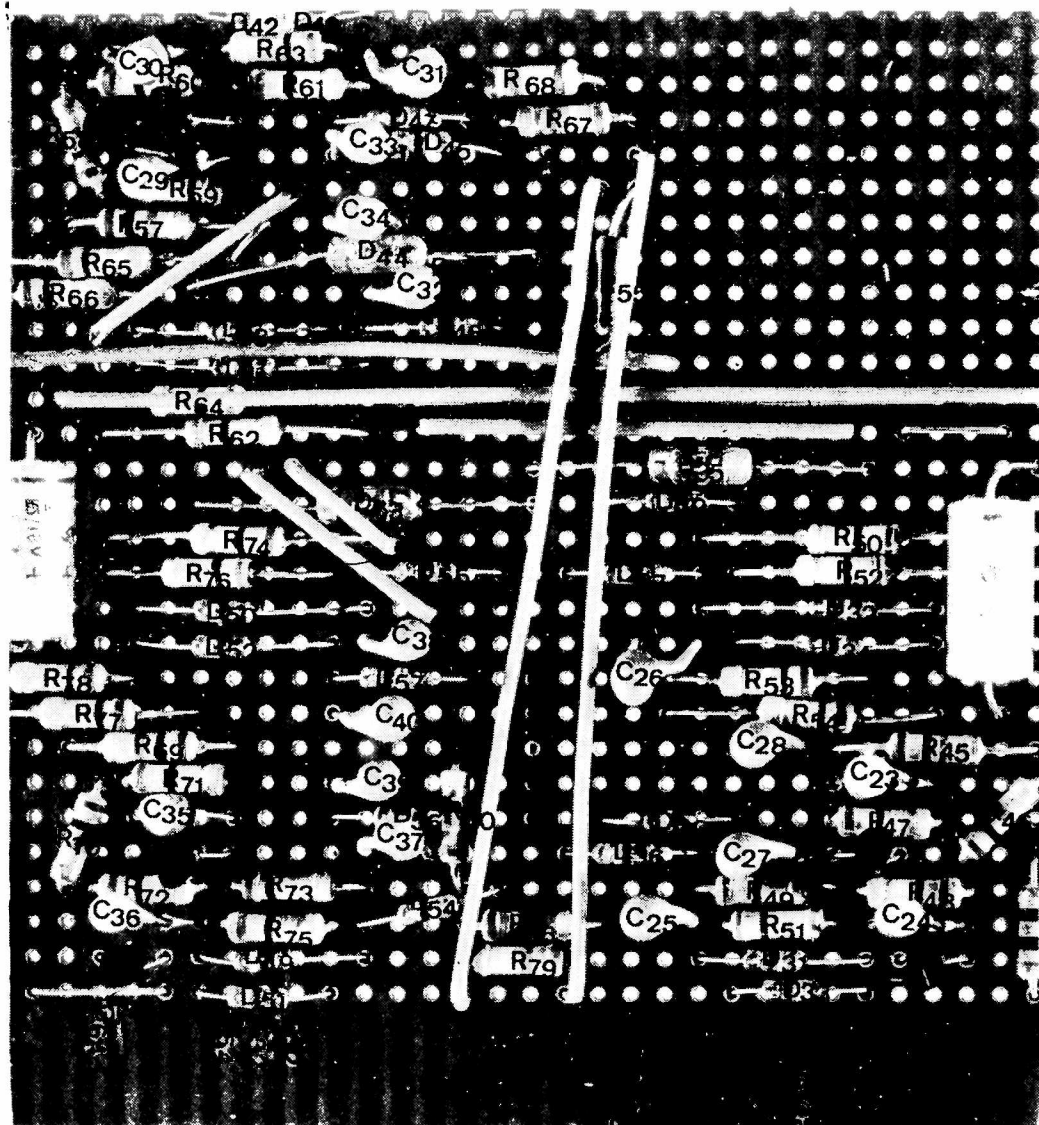


Figura 52

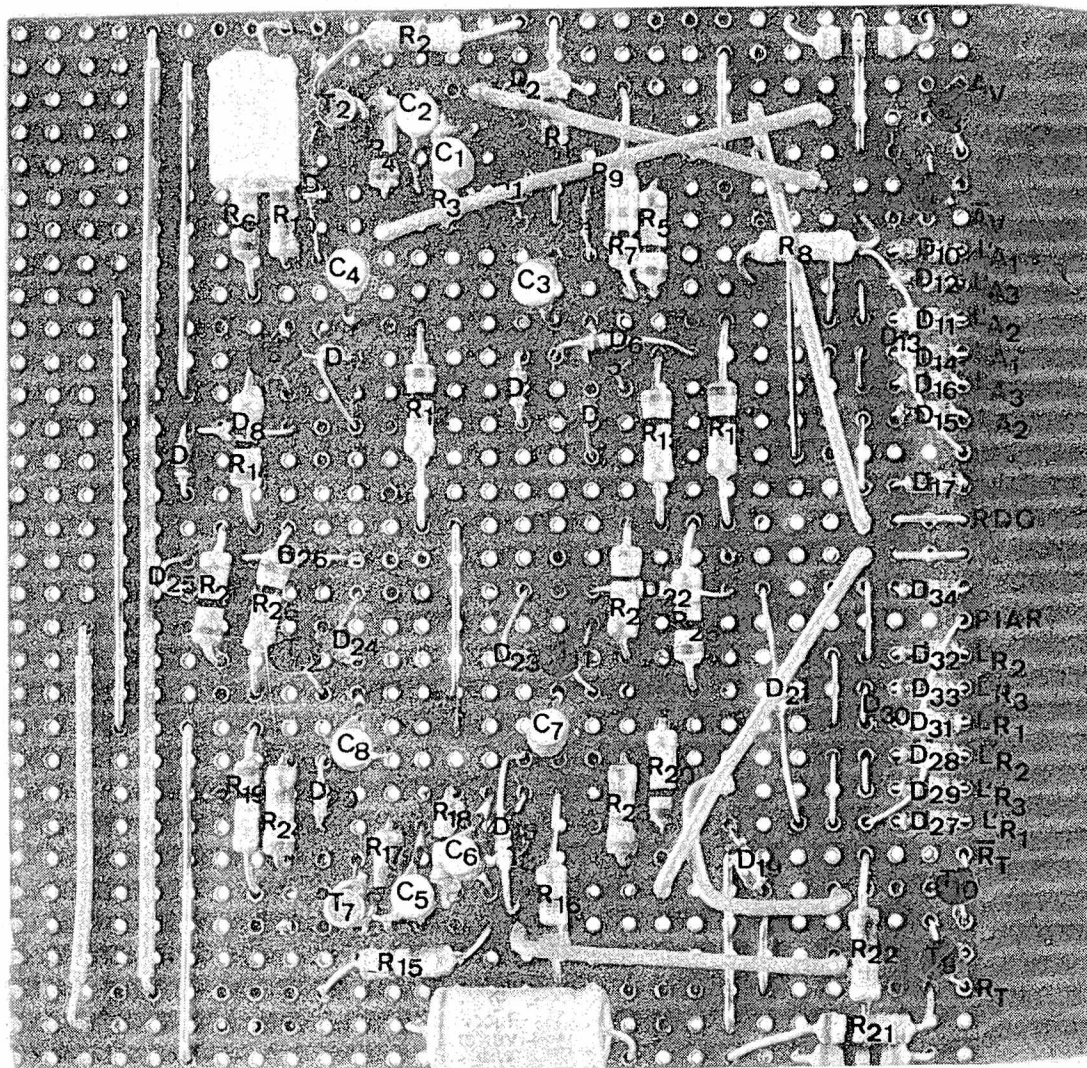


Figura 53

CONNECTOR 8

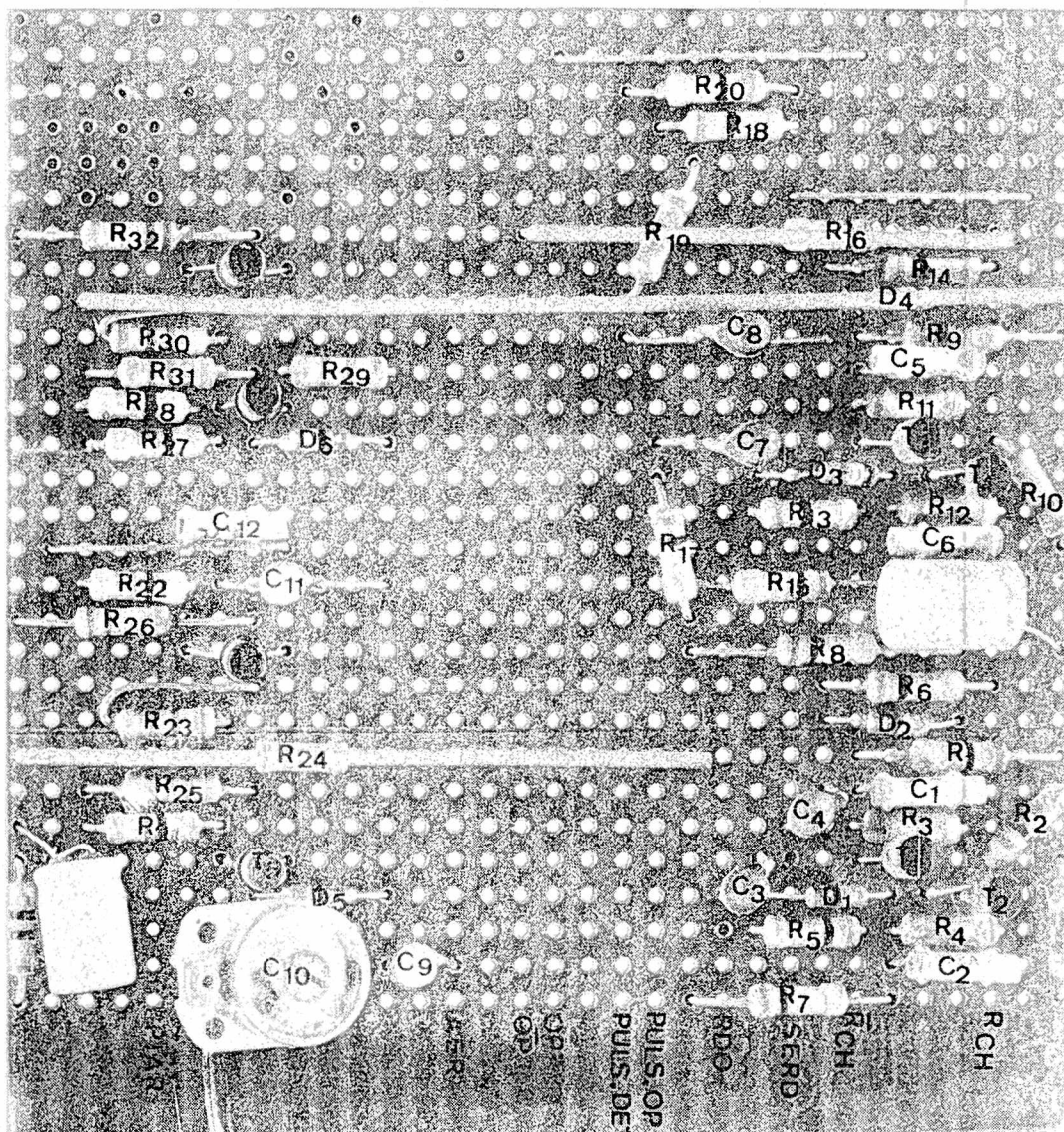


Figura 54

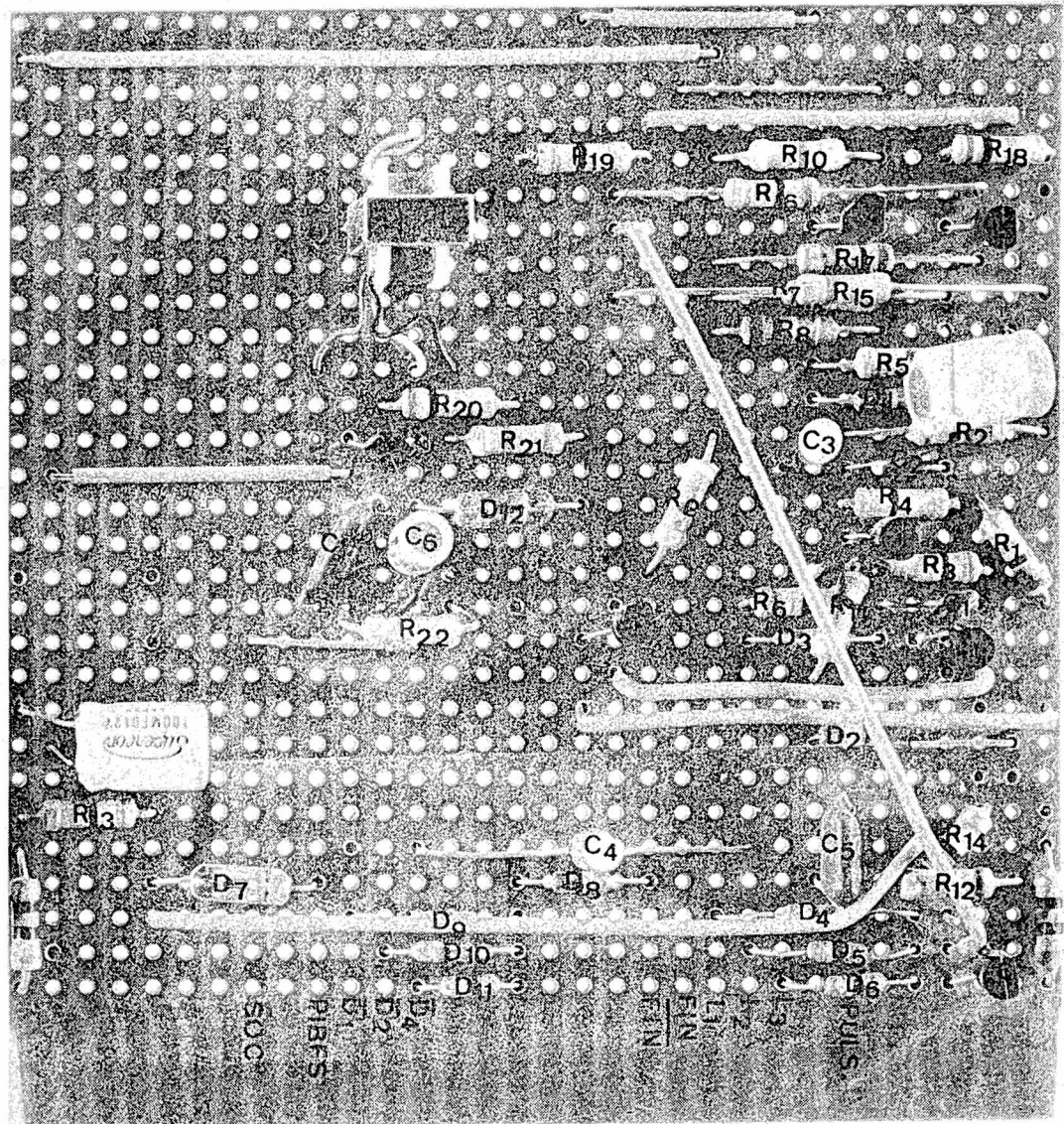


Figura 55

PROGRAMADOR
(SECUENCIADOR Y DIVISORES POR 2)

CONECTOR 21

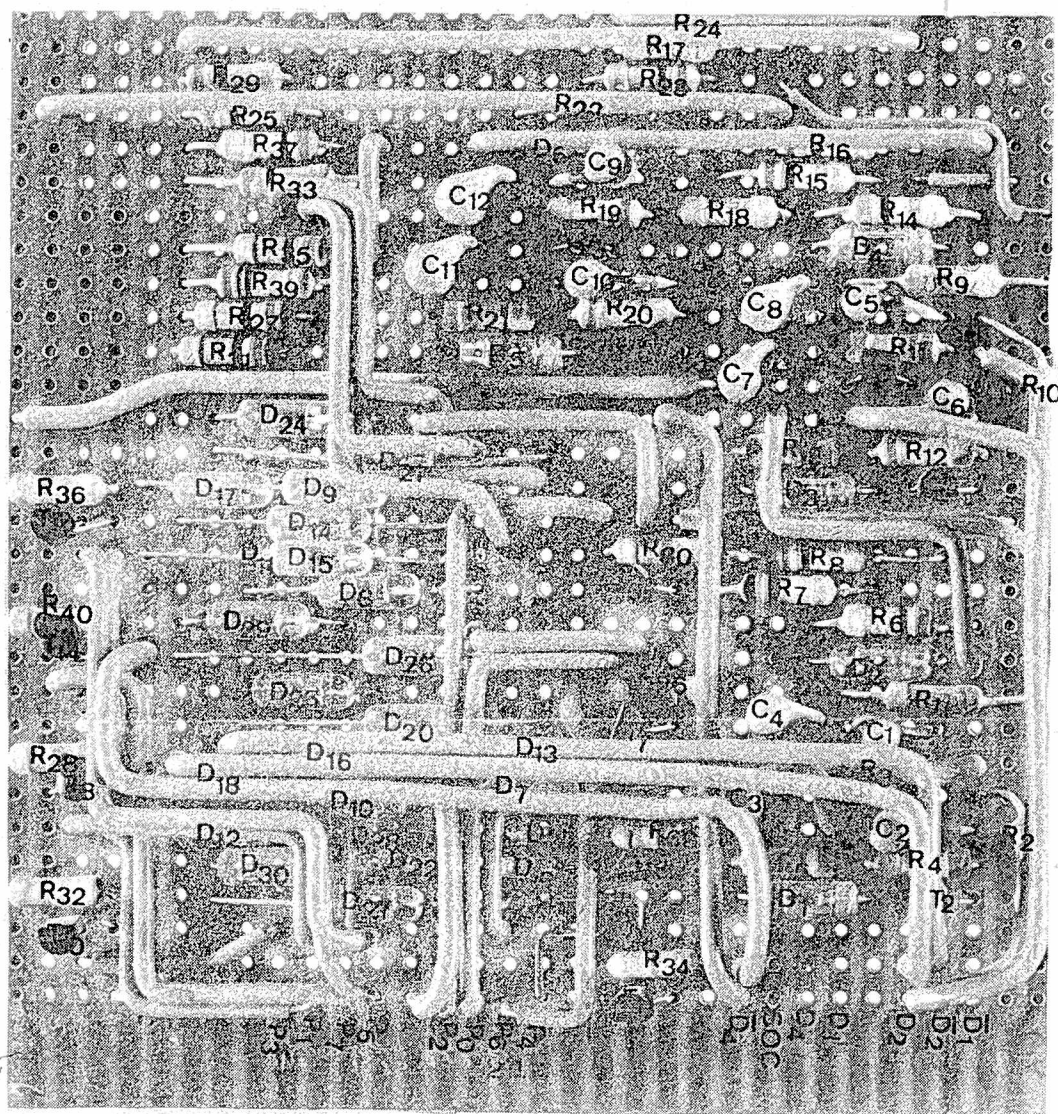


Figura 56

EXTRACCION DEL COMPLEMENTO
DEL VALOR ABSOLUTO

CONECTOR 25

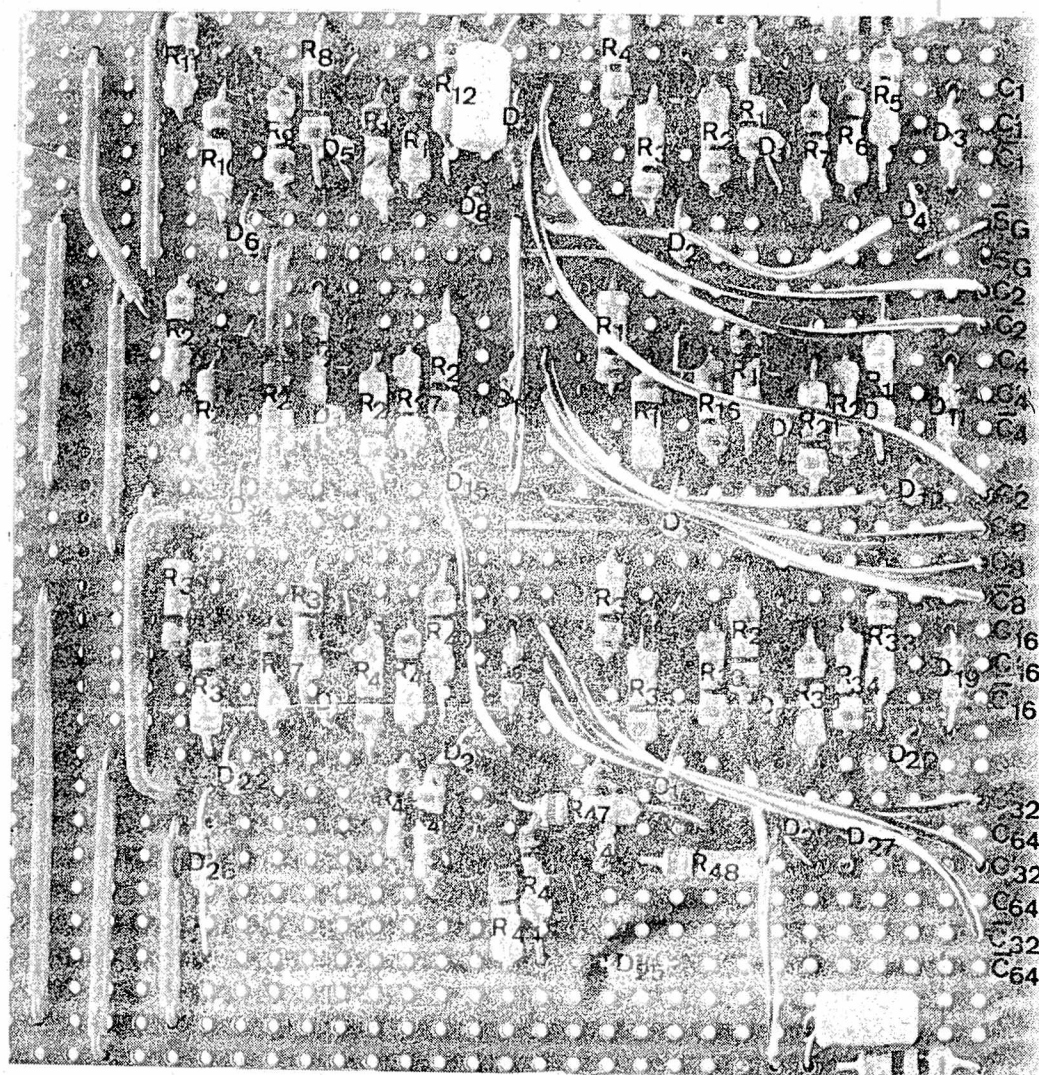


Figura 57

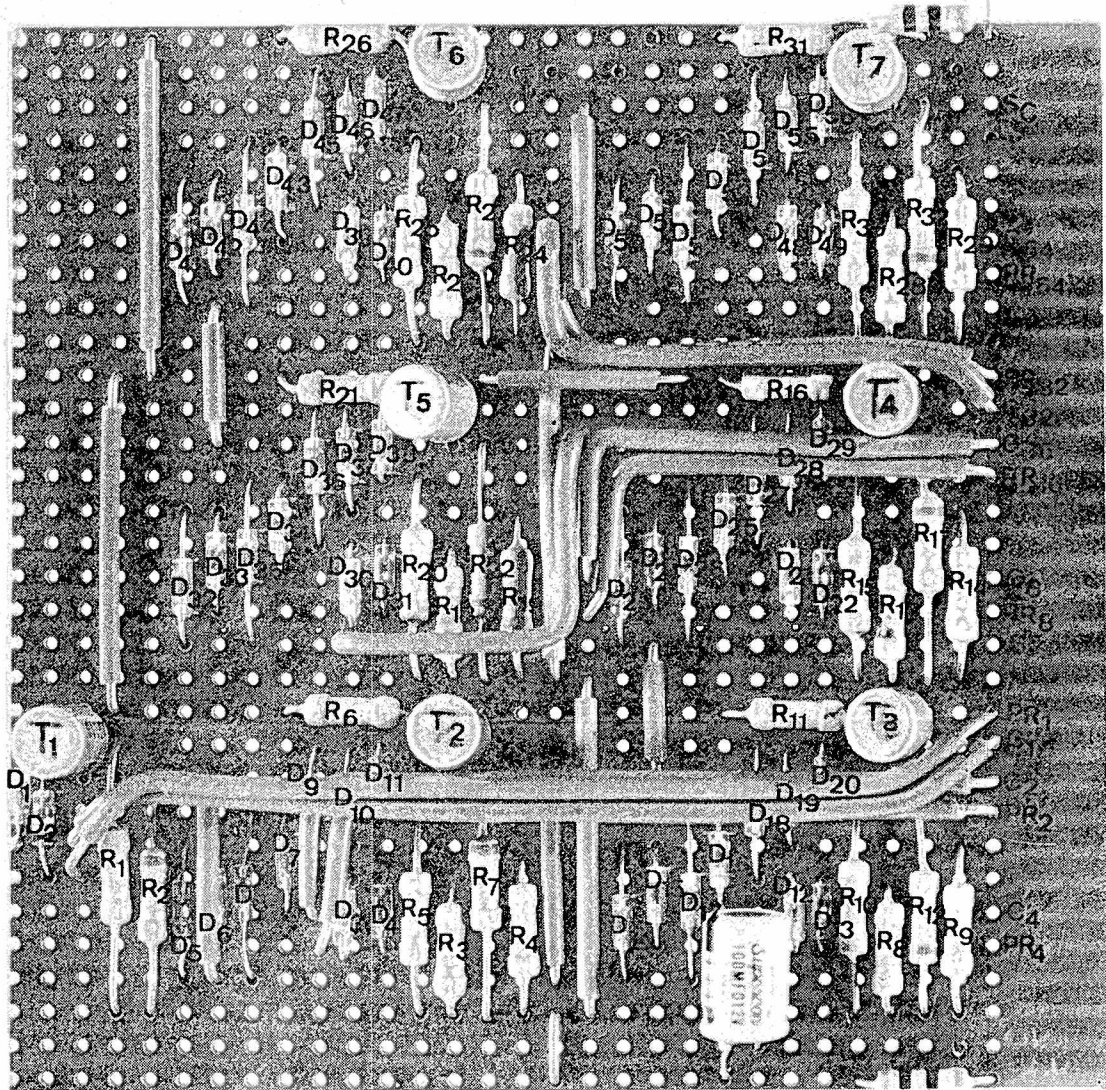


Figura 58

SIGNO

CONECTOR 23

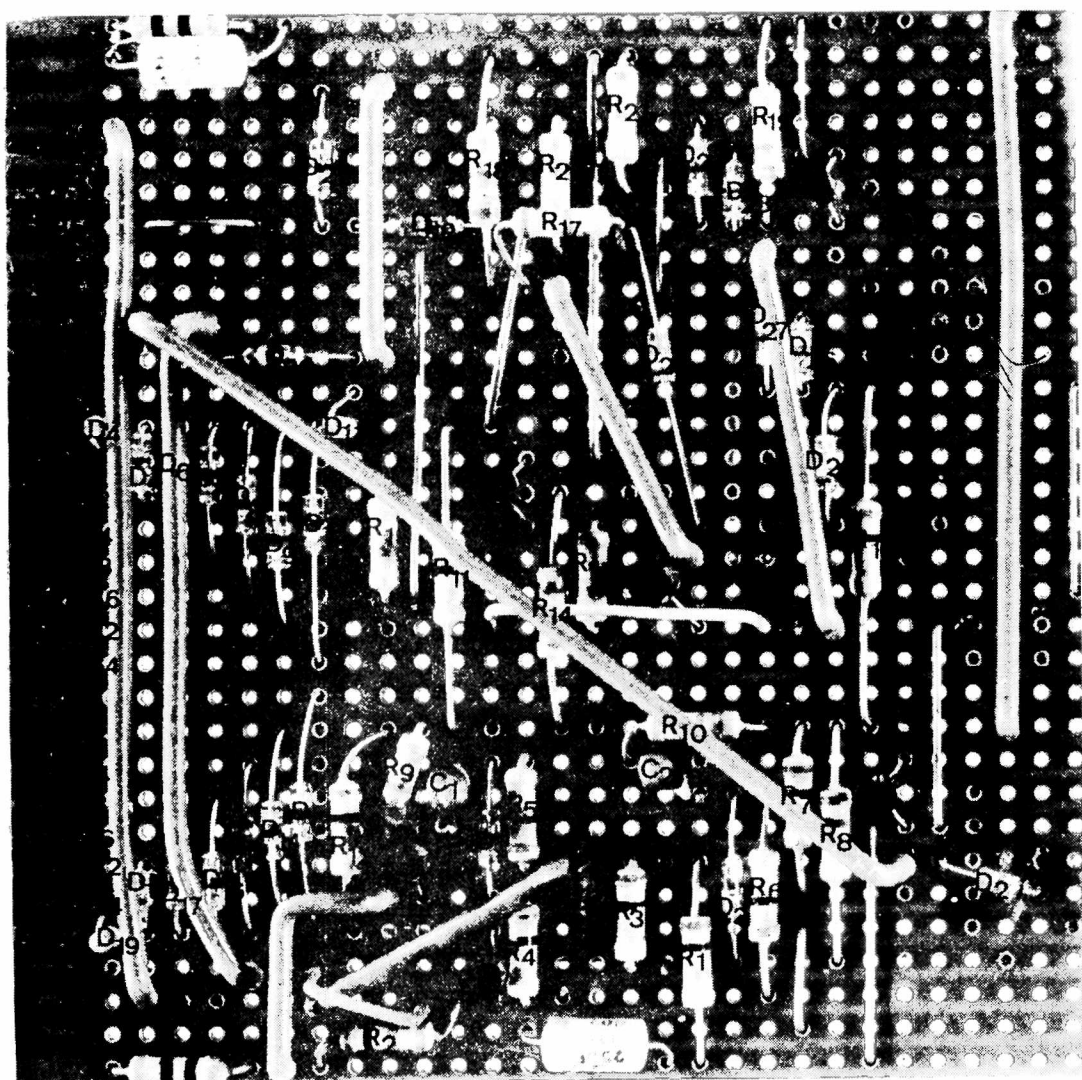


Figura 59

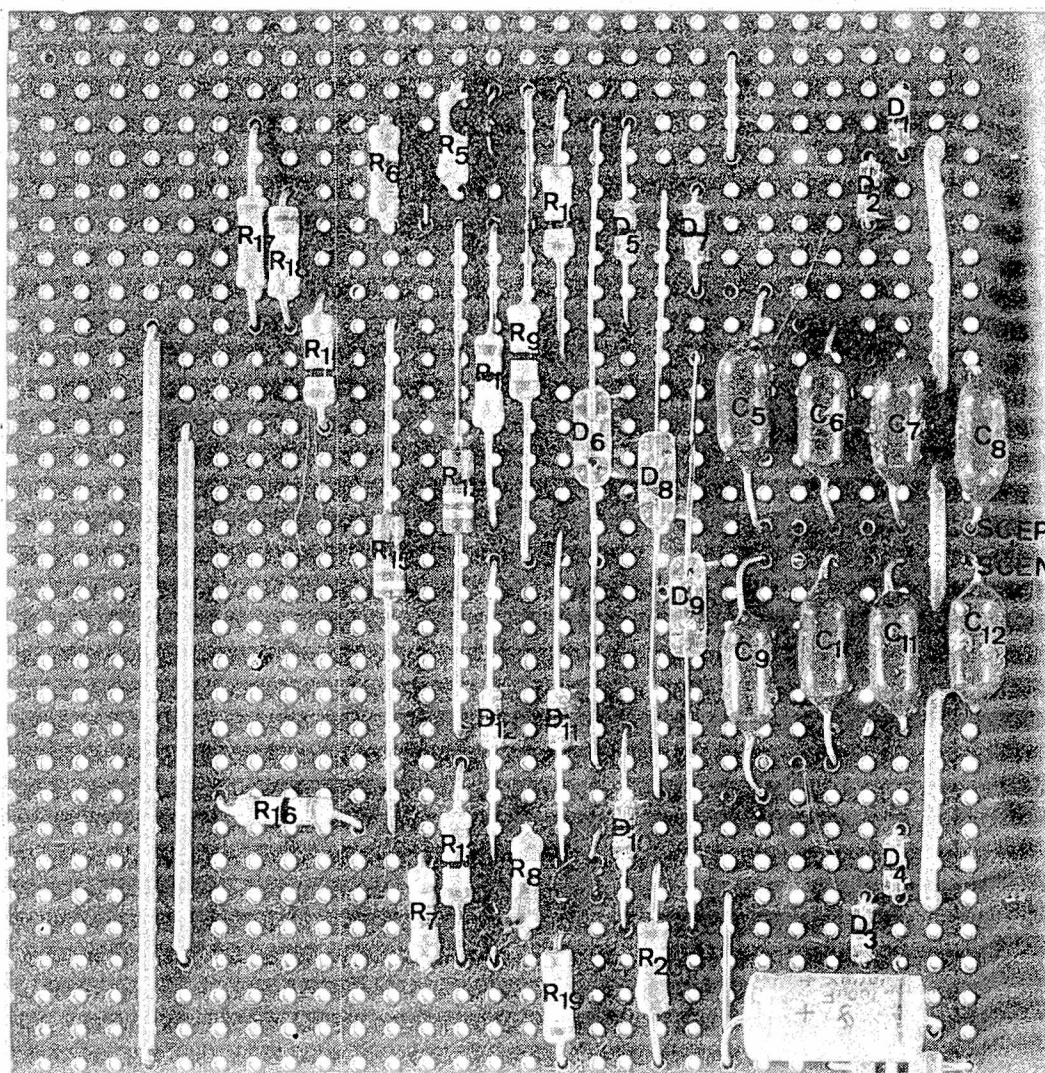


Figura 60

MODULO DE CORRECCION

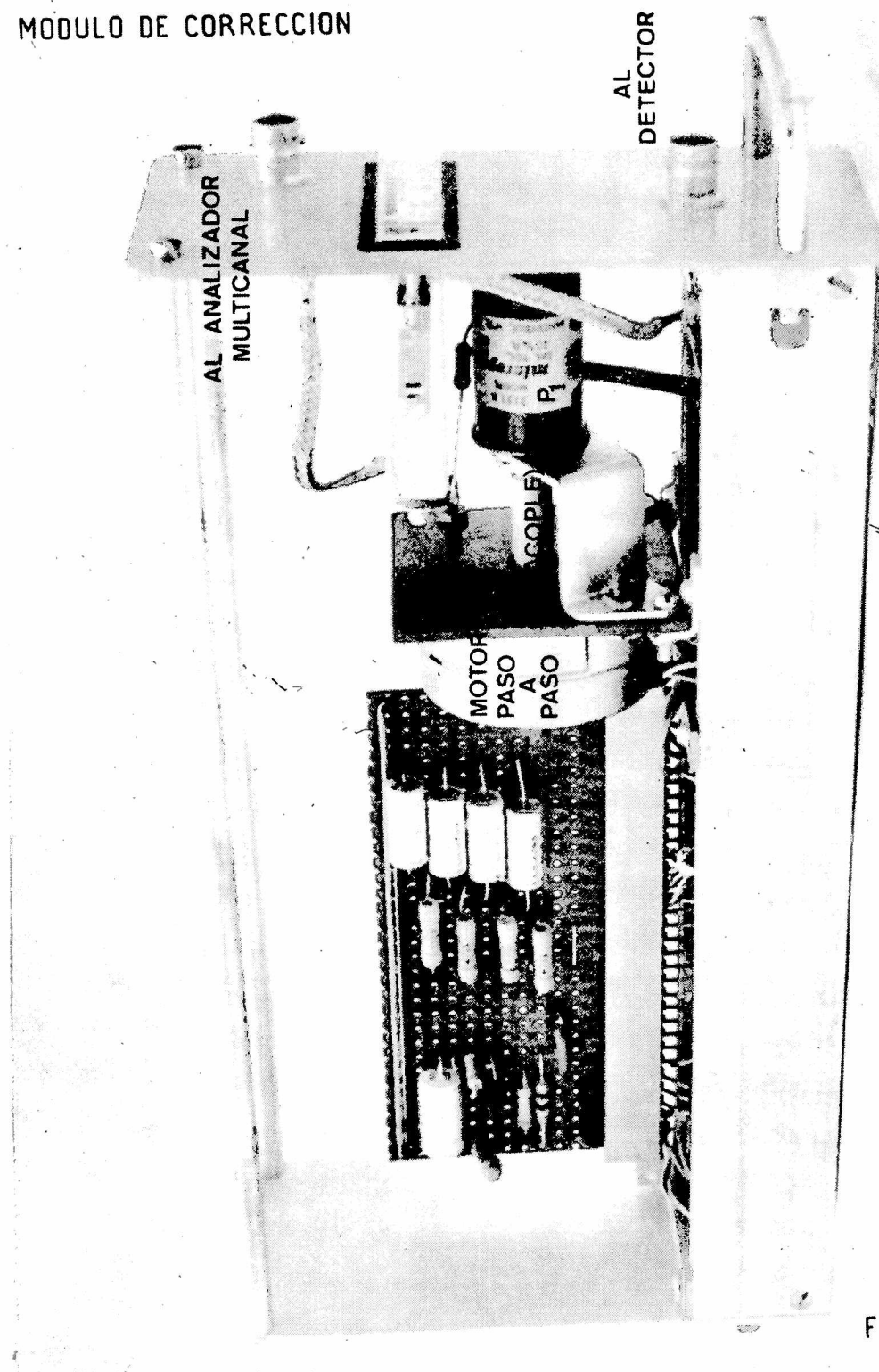


Figura 61

PUESTA A CERO

CONECTOR 24

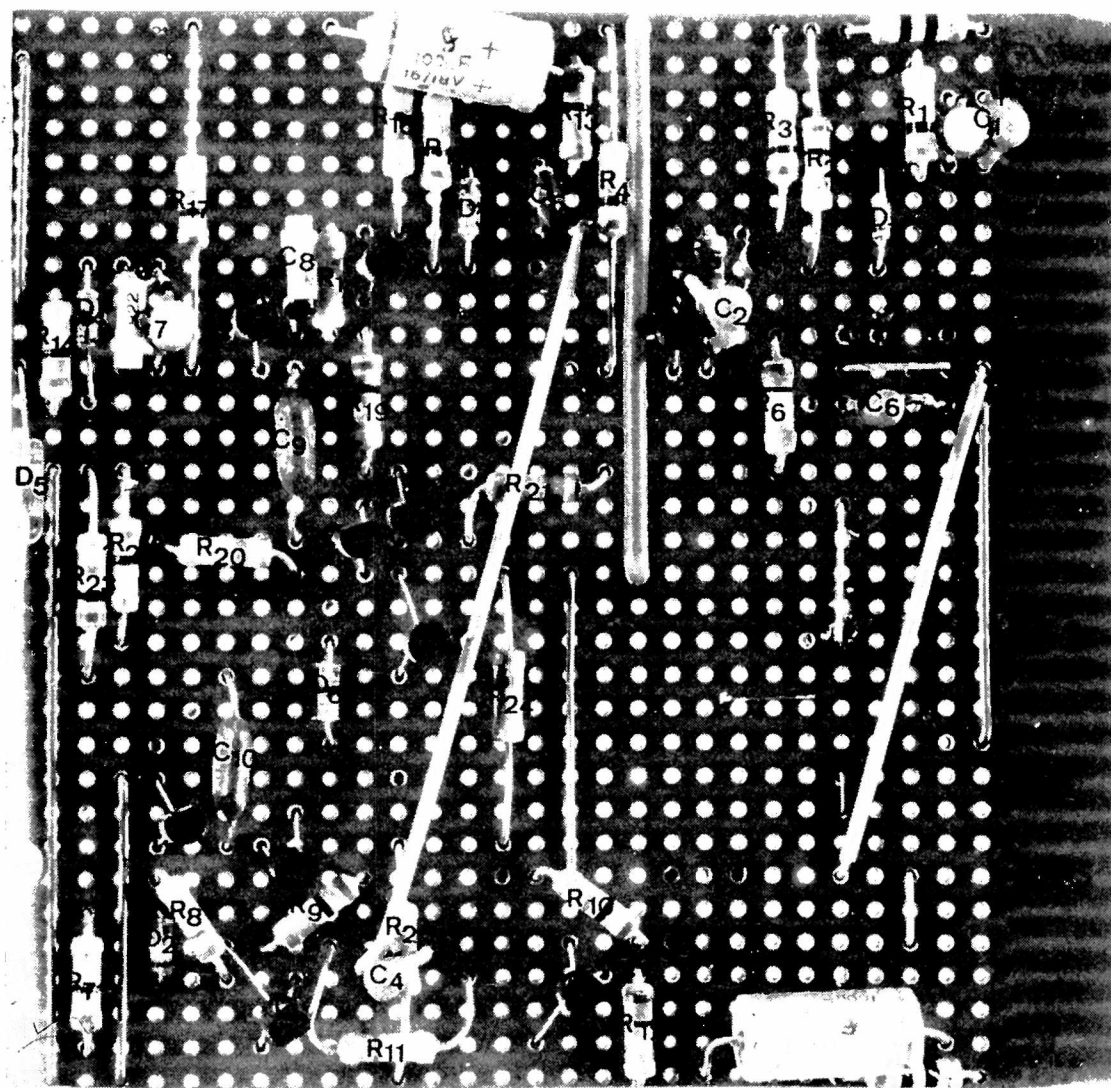


Figura 62

FUENTE DE ALIMENTACION
(NO INCLUIDA EN EL DIAGRAMA BLOCK)

CONECTOR 19

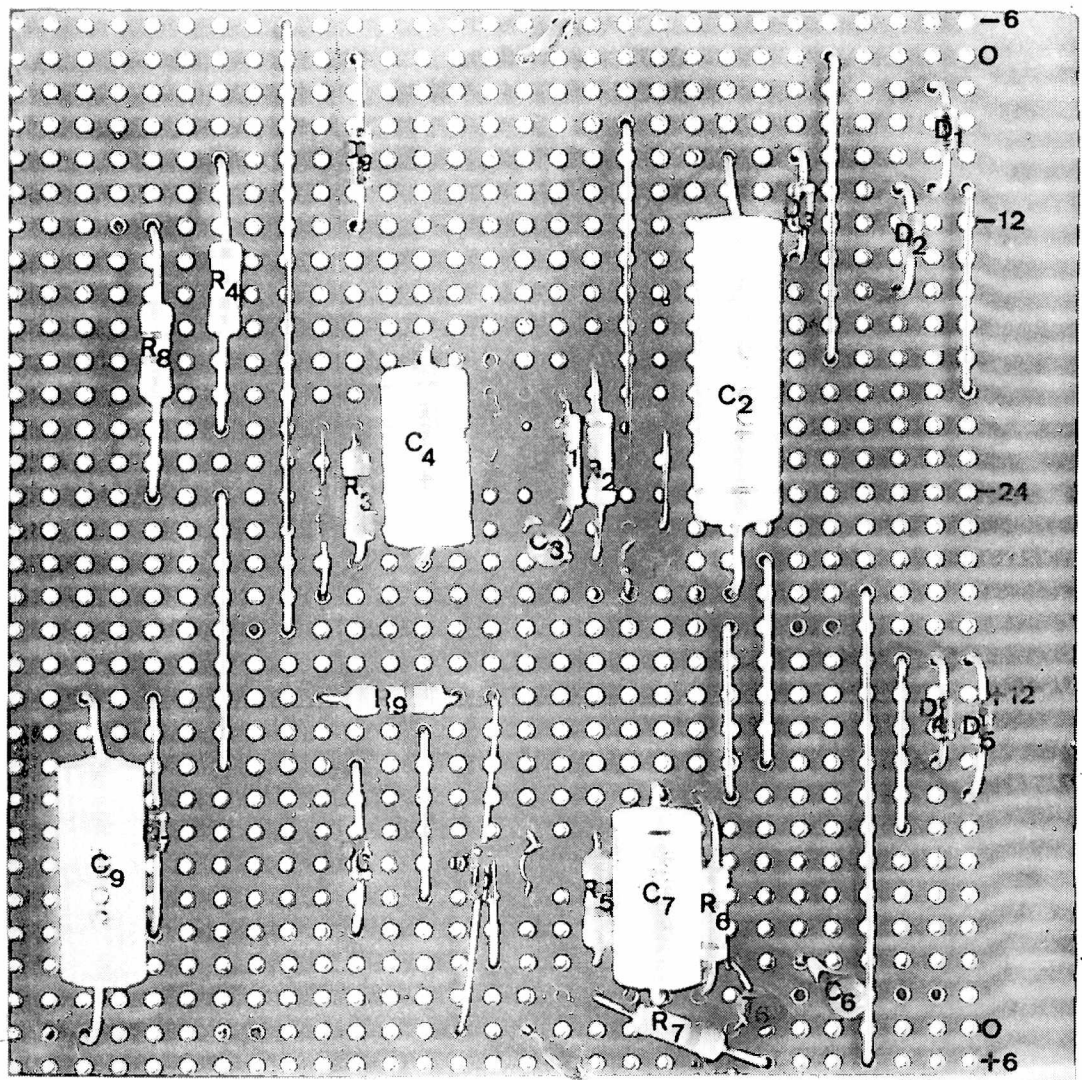


Figura 63

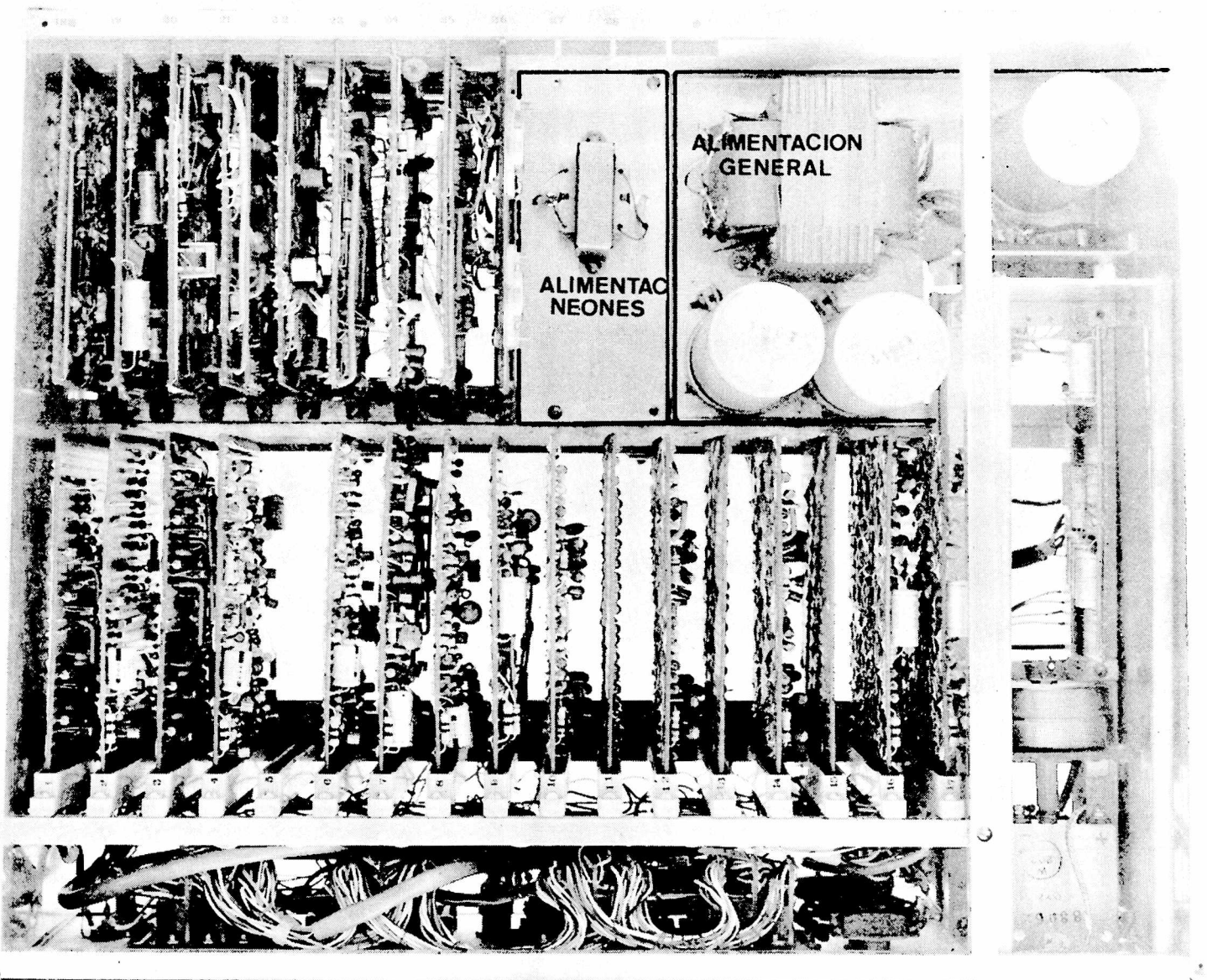


Figura 64

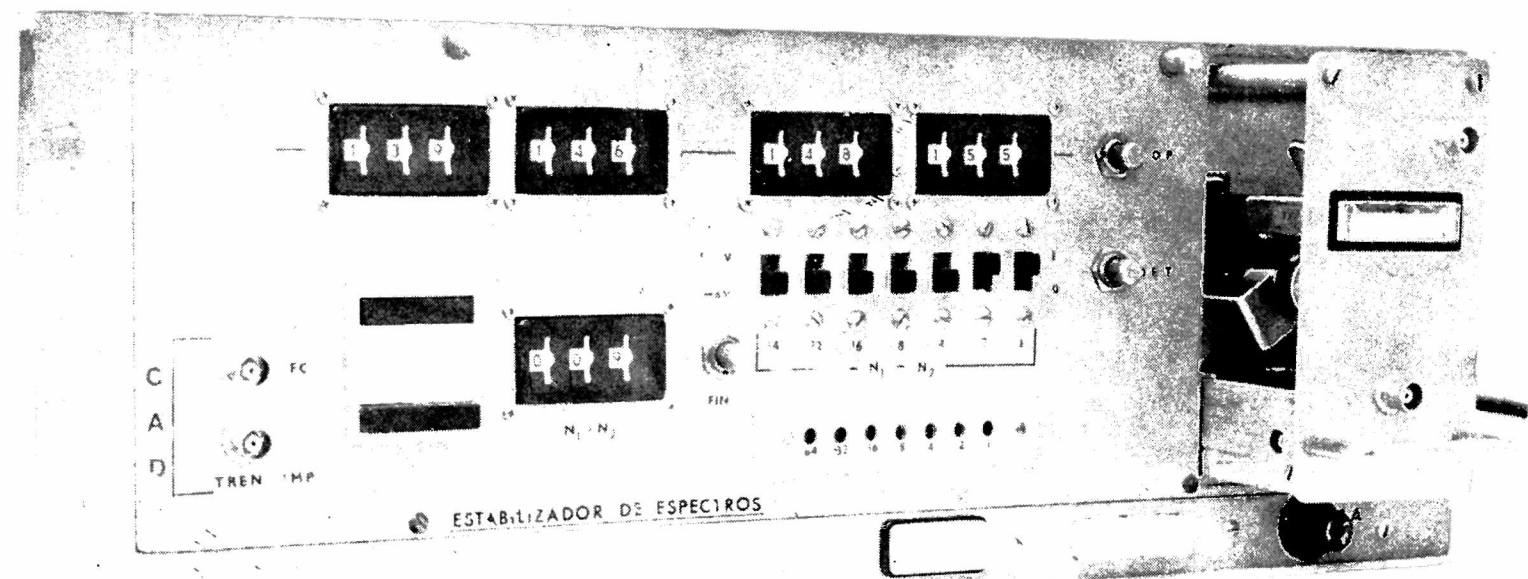


Figura 65

