

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 617**

51 Int. Cl.:

G01D 4/00 (2006.01)

H04Q 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2001 E 01913201 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 1260090**

54 Título: **Sistema y método para supervisión y facturación en línea de consumo de potencia**

30 Prioridad:

29.02.2000 US 185832 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2014

73 Titular/es:

**QUADLOGIC CONTROLS CORPORATION
(100.0%)
3300 Northern Boulevard
Long Island City, NY 11101, US**

72 Inventor/es:

**SWARZTRAUBER, SAYRE A.;
SHAFRIR, DORON;
LO, STANLEY C.;
NEWSOME, MICHAEL y
JACOBSON, ERIC**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 441 617 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para supervisión y facturación en línea de consumo de potencia

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a la medición y a la facturación del consumo de potencia eléctrica, y tiene una aplicación particular en los contadores de electricidad de estado sólido y en la comunicación de línea de alimentación con tales contadores.

10

Antecedentes

La submedición es la reventa de electricidad o la asignación de costes dentro de una propiedad de múltiples inquilinos. Los apartamentos medidos por maestro son unidades de un edificio residencial de múltiples inquilinos sin contadores eléctricos individuales; el coste de la electricidad está incluido en la renta. Debido a que los inquilinos de tales unidades consumen habitualmente hasta un 30 % más de electricidad que los inquilinos que pagan por la energía consumida, existe una demanda para la submedición de tales unidades.

15

20

25

30

Se conocen sistemas y métodos para la submedición. Un sistema de este tipo se divulga en la patente de los Estados Unidos con N° 4.783.748, presentada el 8 de noviembre de 1988, a nombre de Swarztrauber y col. En ese sistema, tal como se divulga en la patente y tal como se desarrolla a lo largo de 1999, el subcontador (que se conoce como Transmeter®) mide la electricidad mediante la conexión con los hilos de alimentación para medir tensión y a través de transformadores de intensidad para medir intensidad. Los Transmeter® iniciales, fabricados de 1982 a 1991, procesaban la tensión y la intensidad en forma digital para deducir la energía real. En un esfuerzo de desarrollo que abarcó el periodo de 1988 a 1992, se añadieron parámetros adicionales. Los Transmeter® fabricados de 1992 a 1999 calculan, a partir de la tensión y la intensidad, parámetros adicionales tales como la energía reactiva y aparente, el factor de potencia, la distorsión por armónicos total, la demanda máxima, el tiempo de uso, la tensión y la intensidad. Estos también almacenaban la información en RAM CMOS respaldada por batería para mantener una pista de verificación de información de energía clave o bien cada día o bien cada 15 minutos. Este tipo de almacenamiento en memoria puede adolecer de una pérdida de datos a través de fallos de potencia y de batería, corrupción de datos debido a "transitorios rápidos" - un tipo de interferencia que se encuentra comúnmente en las líneas de alimentación.

35

40

Los sistemas Transmeter® fabricados y vendidos a lo largo de 1999 recopilan y suministran información a partir de unos Transmeter® que se encuentran en propiedades de múltiples inquilinos. Los Transmeter® individuales inyectan señales en las líneas de distribución de energía (una técnica que se conoce como comunicación de línea de alimentación, o "PLC", *power line communication*) en la propiedad de múltiples inquilinos para un dispositivo ubicado de manera más central, el transpondedor. El transpondedor se instala habitualmente en el punto de entrada de electricidad en esa propiedad. Si la propiedad tiene más de un servicio eléctrico, se instala un transpondedor por servicio. Los transpondedores se interconectan a través de una red RS-485. Uno de los transpondedores conecta por módem con una línea de teléfono convencional dedicada.

45

El ordenador de facturación está configurado para regular cualquier propiedad según indique el operador. Los datos se procesan por programas convencionales de hoja de cálculo o de base de datos para generar facturas o bien en papel o bien en formato legible por máquina para su uso por las compañías de gestión de la propiedad.

50

No obstante, tales sistemas tienen una serie de deficiencias. Una deficiencia es el coste: las unidades que son demasiado costosas no se utilizarán en áreas en las que los márgenes de beneficio sean demasiado pequeños o exista una probabilidad relativamente alta de robo. Otra deficiencia compartida por muchos sistemas es que los contadores se comunican con una oficina de facturación central a través de líneas de teléfono, requiriendo de este modo la instalación adicional de hilos en el edificio, o requiriendo al menos que las líneas de teléfono se encuentren cerca de las líneas de alimentación.

55

La patente US con N° 5.986.574 presentada el 16 de noviembre de 1999 a nombre de Colton se refiere a un sistema de comunicación que transmite datos entre una pluralidad de ubicaciones. El sistema de comunicación es adecuado para su uso por un proveedor de servicio público para supervisar una pluralidad de dispositivos de medición a partir de una ubicación remota.

60

El documento WO 99/46746 se refiere al acceso remoto a contadores electrónicos usando un conjunto de protocolos de TCP / IP en el que un contador electrónico incorpora un conjunto de protocolos de TCP / IP y un servidor de http, para proporcionar un acceso bidireccional a un contador incorporado en una pasarela que da servicio a múltiples contadores conectados a través de una línea de alimentación o red bidireccional inalámbrica.

65

El documento WO 99/57697 se refiere a un módulo de comunicaciones de red de área inalámbrica para contadores de servicio público. Un módulo de comunicaciones permite una lectura de contadores remota de un contador de

servicio público a través de un módem inalámbrico que se comunica usando redes por paquetes de datos a través de un sistema de comunicación tal como ARDIS.

5 La patente US con N° 5.764.739 presentada el 9 de junio de 1998 a nombre de Patton y col. se refiere a un método y aparato para la provisión de información, tal como consumo de potencia, a un abonado a través de una red electrónica en respuesta a instrucciones proporcionadas por un abonado.

10 El documento GB 2.306.852 se refiere a un aparato y sistema que puede adaptarse para permitir las funciones seleccionadas de medición del uso por parte de consumidores de los servicios públicos y en particular la electricidad, el gas y el agua y la transferencia de otros datos que permiten el funcionamiento de, por ejemplo, una subestación de electricidad que va a supervisarse por el suministrador de potencia eléctrica.

15 Otros documentos de la técnica anterior que se han considerado son los documentos US-A-5897607 y CA-A-2279802.

No obstante, ninguno de los documentos patente US con N° 5.986.574, WO 99/46746, WO 99/57697, patente US con N° 5.764.739, GB 2.306.852, patente US con N° 5.897.607 ni CA 2.279.802 divulgan una medición por intervalos.

20 El mercado de la submedición presenta varios requisitos que los sistemas de submedición existentes, a menudo, no cumplen. Tales requisitos incluyen:

25 (1) normas de medición rigurosas que se encuentran fuera de los Estados Unidos, tal como las de Industry Canada y la Comisión Electrotécnica Internacional (una organización de normalización europea con susceptibilidad de aplicación en la mayor parte del mundo excepto América del Norte). Un subcontador no solo ha de cumplir normas eléctricas, este también ha de ser conforme a unas estrictas normas mecánicas.

(2) se requiere comunicación con el subcontador fuera de áreas urbanas densamente pobladas, en las que los transformadores de distribución eléctrica no se encuentran necesariamente cerca de las líneas de teléfono.

30 (3) Existe una necesidad emergente de servicios públicos eléctricos para proporcionar bases de datos de medición en línea por Internet. Esta necesidad también incluye la provisión de esta información a compañías de generación o a Compañías de Servicios de Energía (ESCO, *Energy Service Companies*) ubicadas a menudo muy lejos del cliente. Tales entidades requieren el suministro de información no disponible con los contadores electromecánicos convencionales.

35 (4) fabricación de bajo coste y alto volumen.

Sumario

40 Diversos aspectos de la presente invención se definen en las reivindicaciones independientes. Algunas características preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes. En un aspecto, la presente invención comprende un sistema para supervisar el uso de energía en una línea de alimentación. Preferiblemente, este sistema comprende (a) un dispositivo de medición de electricidad digital controlado por microprocesador electrónico conectado con la línea de alimentación y que comprende un dispositivo de almacenamiento de datos no volátil no alimentado por baterías, en el que el dispositivo de medición es accionable para realizar una medición por intervalos para cada uno de una pluralidad de intervalos, y recibir una solicitud de datos y transmitir datos en respuesta a la solicitud a través de la línea de alimentación; y (b) un recopilador de datos (preferiblemente, un transpondedor) conectado con el dispositivo de medición a través de la línea de alimentación capaz de (i) recibir datos a partir de y transmitir datos al dispositivo de medición a través de la línea de alimentación, (ii) almacenar datos que se reciben desde el dispositivo de medición a través de la línea de alimentación, y (iii) recibir datos a partir de y transmitir datos a un ordenador ubicado de manera remota (preferiblemente, un ordenador de facturación), en el que los datos que se adquieren por dicha medición por intervalos se almacenan de una forma tal que posibilita la recuperación de mediciones para intervalos individuales de dicha pluralidad de intervalos.

Breve descripción de los dibujos

55 La **figura 1** es un diagrama de instalación global para una realización preferida de la presente invención.

La **figura 2** es un diagrama de instalación para un transpondedor esclavo.

La **figura 3** es un diagrama de instalación de subestación de un transpondedor maestro.

La **figura 4** es un diagrama de acoplamiento y de transformador aéreo.

60 La **figura 5** es un diagrama de acoplador montado en plataforma inductivo de fase a fase,

La **figura 6** es un diagrama de montaje de transformador de señal.

La **figura 7** es un diagrama de concentrador / unidad de señal

La **figura 8** es un diagrama de adaptador de potencia de transpondedor maestro y esclavo.

Las **figuras 9A-B** y **10** proporcionan un diagrama esquemático de tarjeta de visualización.

65 La **figura 11A** proporciona un diagrama esquemático de tarjeta de potencia de la realización preferida de la serie 10.

La **figura 11B** proporciona un diagrama esquemático de **KYZ**.

- La **figura 11C** es un diagrama esquemático de tarjeta de potencia de la realización preferida de la serie 20.
 Las **figuras 12A-C, 13, 14, y 15A** proporcionan un diagrama esquemático de transpondedor.
 Las **figuras 15B-C** proporcionan un diagrama esquemático de interfaz de mini-armario.
 La **figura 16** es un diagrama esquemático de transpondedor de adaptador óptico.
 5 La **figuras 17A-B** es un diagrama esquemático de tarjeta de módem.
 La **figura 17C** muestra un diagrama esquemático del circuito de expansión de impulsos.
 La **figura 18** representa una configuración de un sistema de subcontador preferido.
 La **figura 19** muestra cómo se acumulan los parámetros eléctricos en el soporte lógico preferido.
 La **figura 20** representa el soporte físico de contador global de una realización preferida.
 10 La **figura 21** representa una circuitería de recepción de PLC preferida para un ASIC.
 La **figura 22** es un diagrama de un filtro de paso bajo de dos polos preferido que se usa en un ASIC.
 La **figura 23** representa una realización preferida de la presente invención que se usa para abordar el robo de electricidad.
 La **figura 24** representa una configuración de sistema para una realización preferida de un contador virtual.
 15 La **figura 25** representa dos configuraciones preferidas para la interrupción de potencia usando GFI.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

20 Un dibujo de sistema completo para una realización preferida de la presente invención puede encontrarse en las **figuras 1 - 8**. Preferiblemente, el sistema lee los contadores usando cuatro medios de comunicaciones: líneas de alimentación de baja tensión (120 voltios), líneas de distribución de media tensión (12.500 voltios), un anillo de comunicaciones de fibra óptica urbana, e Internet. La **figura 1** es un diagrama de instalación global para una realización preferida de la presente invención. La **figura 2** es un diagrama de instalación para un transpondedor (de bajo nivel) esclavo. La **figura 3** es un diagrama de instalación de subestación de un transpondedor (de alto nivel) maestro. La **figura 4** es un diagrama de acoplamiento y de transformador aéreo. La **figura 5** es un diagrama de acoplador montado en plataforma inductivo de fase a fase. La **figura 6** es un diagrama de montaje de transformador de señal. La **figura 7** es un diagrama de concentrador / unidad de señal. La **figura 8** es un diagrama de adaptador de potencia de transpondedor maestro y esclavo.
 25

30 El sistema y método de una realización preferida de la presente invención comprende los siguientes componentes (véase la **figura 1**):

- (1) Los transmeter **100**. Estos son los contadores que supervisan la electricidad, el gas y el agua en la ubicación del cliente.
 35 (2) Transpondedores de bajo nivel **110**. Los sistemas de distribución de servicio público tienen unos transformadores de distribución **115** para reducir las tensiones de distribución de media tensión (4 kV a 33 kV) a las bajas tensiones (120-600 voltios) conectadas con los clientes. Los transpondedores de bajo nivel se comunican con los Transmeter y con unos transpondedores de alto nivel **130** ubicados en las subestaciones. Se hace referencia a los transpondedores de uno u otro tipo en el presente documento como "recopiladores de datos" o simplemente como "transpondedores". El contexto del uso transmitirá a los expertos en la materia si el transpondedor que se está analizando es un transpondedor de alto o de bajo nivel, y si la distinción es relevante. Haciendo referencia a la realización que se ilustra en la **figura 1**, el transpondedor de alto nivel **130** solicita datos a partir de un transpondedor de bajo nivel **110**, el cual solicita entonces los mismos datos a partir de un Transmeter **100** conectado con el mismo transformador de distribución. Un transpondedor de bajo nivel **110** preferiblemente se comunica sobre la tensión de distribución media usando un acoplador **120**, el cual puede ser o bien: (A) un acoplador inductivo: un dispositivo que sustituye el cable alimentando al transformador de distribución con una tensión de distribución media (el acoplador inductivo tiene dos hilos de señal que conectan con el transpondedor de bajo nivel), o bien (B) un acoplador capacitivo: un circuito que incluye un condensador y un transformador de señal. Dos hilos de señal conectan con el transpondedor.
 40
 45
 50

Un transpondedor de bajo nivel **110** puede tener un contador opcional con 24 canales. Estos canales pueden usarse para medir la energía que se suministra sobre hasta 24 fases de líneas de alimentación individuales que salen del transformador de distribución. Estos datos pueden usarse para identificar las pérdidas mediante la comparación de lecturas agregadas de todos los transmeter **100** conectados por fase y por línea de alimentación a la lectura conocida en el transpondedor de bajo nivel. Estas pérdidas pueden estar provocadas por el robo de servicio. La identificación del robo de servicio es una característica de una realización preferida de la presente invención.
 55

Transpondedores de alto nivel

60 Un transpondedor de alto nivel ("transpondedor 5") **130** se comunica con los transpondedores de bajo nivel **110**, solicitando datos especificados a partir de unos Transmeter especificados. La solicitud de datos se realiza en primer lugar, y entonces el transpondedor de alto nivel **130** sondea el transpondedor de bajo nivel en un momento posterior para ver si los datos están listos. El transpondedor de alto nivel puede solicitar datos a partir de varios transpondedores de bajo nivel en secuencia y sondear estos más tarde. Debido a que son posibles unas tasas de datos más altas en la media tensión que la baja tensión, el sistema puede obtener de este modo una mayor eficiencia de lectura. Los transpondedores conectan con uno de varios medios de red para comunicarse con el
 65

ordenador de facturación: (A) red de fibra óptica; (B) red de RS-485 cableada; (C) LAN de TCP / IP; o (D) líneas de teléfono.

Ordenador de facturación

5 Un ordenador de facturación **140** conecta una o muchas redes de comunicaciones para leer datos a partir de muchos transpondedores. El ordenador de facturación se programa para responder a solicitudes procedentes del servicio público o solicitudes realizadas por Internet, y para suministrar la información requerida en una forma que pueda portarse a cualquiera que sea el soporte lógico de facturación que use el servicio público, habitualmente MV-10 90.

15 Los ordenadores de facturación pueden estar interconectados por Internet para formar una WAN. No es necesario que el usuario que accede al sitio conozca qué ordenador de facturación está solicitando la información, ni la ruta al transpondedor de alto nivel o el transpondedor de bajo nivel en ruta a la fuente de la información, el Transmeter.

Interfaz de Internet

20 En una realización preferida, una interfaz de Internet en el centro de facturación permite que el servicio público o su cliente acceda a una base de datos Oracle.

Realizaciones preferidas - Características comunes

25 Las realizaciones preferidas del subcontador comprenden una combinación de una tarjeta de visualización, una tarjeta de potencia y una carcasa para completar el producto.

30 La tarjeta de visualización es común a todas las realizaciones. El diagrama esquemático de tarjeta de visualización puede encontrarse en las **figuras 9A-B y 10**. La tarjeta de visualización tiene un circuito integrado específico de la aplicación ("ASIC", *application-specific integrated circuit*) **U1**, un microprocesador 68000 de Motorola **U2**, un controlador de LCD **U4** y un visualizador **LCD1**, una memoria RAM (**U3 y U6**), la memoria flash **U5** y una referencia de tensión **CR1**. La tarjeta de visualización se fabrica, preferiblemente, sobre una tarjeta de 10 capas de 5" por 2" (12,7 cm por 5,1 cm), prestando especial atención a los planos de masa. Esto permite una protección mejorada frente a "transitorios rápidos", un tipo de interferencia que se encuentra en las líneas de alimentación que a menudo da lugar a corrupción de memoria.

35 Las tarjetas de potencia varían dependiendo de los requisitos de forma y de conexión del subcontador. Las tarjetas de potencia contienen, preferiblemente, componentes de fuente de potencia, una batería para el reloj en tiempo real, interfaces de tensión y de intensidad, así como interfaces óptica, de RS-232 / 485, de módem, de contador de gas y de agua y de otros tipos.

40 La memoria flash **U5** mantiene una pista de verificación de todas las mediciones críticas (eléctrica, gas y agua) y sucesos (cortes en la alimentación, intentos de manipulación indebida, etc.). Esta pista de verificación forma una segunda línea de defensa frente a una pérdida de memoria inducida por "transitorio rápido". Los datos críticos se almacenan, preferiblemente, al menos cada 15 minutos. La memoria flash es sumamente útil para almacenar soporte lógico inalterable o para archivar datos. Esta no funciona como una RAM. A diferencia de las memorias RAM, esta no es susceptible de corrupción debido a "transitorios rápidos". Con el método de archivado preferido, la máxima pérdida de datos puede controlarse mediante la selección de un periodo de archivado frecuente, minimizando la importancia comercial de una pérdida de memoria. La pista de verificación de memoria flash del uso de energía tiene un valor comercial independiente de las ESCO, las compañías de generación y los servicios públicos eléctricos bajo liberalización: la energía puede venderse a precios variables durante el día, incluso cada 15 o 5 minutos. El contador eléctrico supervisa cada fase de la potencia entrante: midiendo los voltios de electricidad; los amperios; energía y potencia real, reactiva y aparente; factor de potencia; distorsión por armónicos total; y frecuencia.

55 Los algoritmos en el microprocesador 68000 controlan el ASIC (que se describe con detalle en lo sucesivo) y se divulgan por el archivo S-record 28130104.S y la versión mejorada 38230102.S en el Apéndice adjunto.

El subcontador también cuenta las transiciones de cierre de contacto emitidas a partir de los contadores de gas y de agua. Los subcontadores preferidos tienen un visualizador de cristal líquido, un puerto óptico y un puerto RS-232 / 485 (opcional).

60 Los subcontadores preferidos presentan un módem de línea de alimentación para comunicarse a través de las líneas de baja tensión (120 voltios, 220 voltios, 480 voltios o 600 voltios) con un transpondedor o un transpondedor de bajo nivel.

En una primera realización preferida (la "serie 10"), el sistema comprende un subcontador de estilo apartamento pequeño que se monta junto a un panel de disyuntores en el interior de una pared y usa transformadores de intensidad montados en las líneas de alimentación del apartamento para detectar la intensidad.

5 En una segunda realización preferida (la "serie 20"), el sistema comprende: (1) un repuesto enchufable para contadores ANSI redondos de tipo zócalo; (2) acumuladores de cierres de contacto de gas y agua, que continúan acumulándose por batería incluso si la potencia eléctrica se suprime; y (3) calibración completa de plano complejo (amplitud y ángulo) de elementos de intensidad de 10, 100, o 200 amperios internos para conseguir un alto nivel de calibración.

10 Un diagrama esquemático de la serie 20 puede encontrarse en la **figura 11C: CT1, CT2, y CT3** (en la esquina superior derecha del diagrama) son entradas procedentes del transformador de intensidad. Estas conectan con unas redes de resistencias que convierten la fuente de intensidad en un nivel de tensión que es compatible con el ASIC (que se describe en lo sucesivo). **PH-A, PH-B, y PH-C** (en la parte central inferior del diagrama) son niveles de tensión de medición que se introducen en una red de resistencias diferente y dividen la tensión a un nivel que es legible por el ASIC. **H3** (en la parte central superior del diagrama) es una conexión de cabezal conector con la tarjeta de visualización. **H8** (cerca de **PH-A**) es un cabezal conector que conecta fases de alta tensión. **PLCX1, PLCX2 y PLC1** (cerca de **H3**) son señales de control que realizan la comunicación de línea de alimentación (**PLC**). **U2** (en la parte central derecha del diagrama - cerca de **H7**) es un microprocesador que está conectado con un circuito de recuento de cierres de contacto. Los cierres de contacto se aíslan por **L3 y OPT1 a OPT6**. **Q4 y LED1** son el receptor y el transmisor óptico, respectivamente. Se pretende que los núcleos de ferrita **FB** desacoplen el ruido de alta frecuencia. **SW1, SW2, y SW3** son conmutadores de control de acceso de usuario. **T1** es el transformador para el transformador de fuente de potencia principal para esta unidad. La entrada es 120 / 220 seleccionable por **SW4**. La tensión de alimentación se rectifica y se regula. **T2** proporciona una fuente de potencia aislada para una conexión de tarjeta de módem opcional.

20 Una tercera realización preferida (la "serie 50") comprende un contador de conexión inferior de IEC en el que pasan 100 amperios a 200 voltios, 50 Hz, a través del contador hasta el cliente y una calibración completa de plano complejo (amplitud y ángulo) de elementos de intensidad de 10, 100, o 200 amperios internos para conseguir un alto niveles de calibración.

30 Una cuarta realización preferida (la "serie MC") comprende un contador de 24 canales que puede configurarse para 24 cargas de monofásicas, 12 cargas de estilo apartamento, u 8 cargas comerciales trifásicas y proporciona un coste por punto económico.

35 El diagrama esquemático de la serie Transmeter MC es del TMX-5 de tipo PCB y puede encontrarse en las **figuras 12A-C, 13, 14, y 15A**. Obsérvese que el transpondedor de bajo nivel y el transpondedor 5 también tienen TMX-5 de tipo PCB. La ubicación de componentes determina si la tarjeta es un transpondedor 5 o un transpondedor de bajo nivel de la serie MC. Los circuitos en las **figuras 12A-C, 13, 14, y 15A** se analizan en lo sucesivo.

40 El transpondedor de bajo nivel: (1) recibe indicaciones desde el transpondedor para leer un contador dentro de su ámbito de comunicación - habitualmente un transformador de distribución; y (2) también puede ser un contador para actuar como una comprobación frente a una pérdida debido a un robo. El diagrama esquemático de transpondedor de bajo nivel es de TMX-5 de tipo PCB y puede encontrarse en las **figuras 12A - C, 13, 14, y 15A**.

45 Transpondedor: (1) lee los transmeter directamente o a través de transpondedores de bajo nivel; y (2) se comunica con fibra, teléfono o LAN de TCP / IP. El diagrama esquemático de transpondedor es de TMX-5 de tipo PCB y puede encontrarse en las **figuras 12A-C, 13, 14, y 15A**.

50 **TMX-5**

Lo que sigue son los circuitos en las **figuras 12A-C, 13, 14, y 15A**.

55 **H8** (véase la **figura 12A**) es un conmutador o adaptador que selecciona entre una tensión de fuente de potencia de 120 / 220 VCA. Cada fase se rectifica de manera independiente y las tensiones rectificadas están vinculadas entre sí. Esto requiere que solo una de las fases de potencia se encuentre activa para que el sistema reciba potencia.

60 El transpondedor tiene, preferiblemente, la capacidad de comunicarse sobre tres fases de potencia. Existen tres conjuntos de los circuitos de transmisión y de recepción de PLC (véase la **figura 12A**). Un microprocesador esclavo **U9** (véase la **figura 15A**, parte inferior izquierda) controla los circuitos de transmisión mediante el control de lo que sigue: el IC de control mediante puertas de fase de PLC **U11** (véase la **figura 12A**), el IC de inversor de nivel **U13** (véase la **figura 12A**), y las entradas analógicas **U14** (véase la **figura 12A**). **J3** es el conector para una comunicación serie con un contador de cierres de contacto externo. Su fuente de potencia es de intensidad limitada. Los algoritmos contenidos en el microprocesador esclavo se describen por el archivo de formato HEX, PLCGATE.HEX en el Apéndice adjunto.

Existen 24 entradas de contador (**I0 / N0 a I23 / N23**, que se muestran en la **figura 13**), conectando cada una con su propia red de resistencias de intensidad a tensión. La medición se controla mediante puertas, tres fases por vez, por los multiplexores analógicos **U2 - U8** (véase la **figura 13**) en el ASIC por medio de un microprocesador esclavo **U8** (véase la **figura 15A**). Su maestro, el 68000, se comunica con el esclavo para sincronizar la fase y el sincronismo. Los algoritmos contenidos en el microprocesador esclavo se describen por el archivo de formato HEX, PHZGATE.HEX, en el Apéndice adjunto.

SW1, SW2, y SW3 (véase la **figura 13**) son conmutadores de control de acceso de usuario.

H2 y H3 (véase la **figura 14**) son cabezales conectores que conectan con los transformadores de intensidad **CT1 - CT24** (véase la **figura 14**) para entradas de intensidad.

MV-1, MV-2, y MV-3 (véase la **figura 15A**) son niveles de tensión de medición que se introducen en una red de resistencias diferente y dividen la tensión a un nivel que es legible por el ASIC.

H4, J1, y J2 (véase la **figura 15A**) son cabezales conectores de ampliación que permiten la lectura de más canales de intensidad.

H5 (véase la **figura 15A**) es una conexión de cabezal conector con la tarjeta de visualización.

J3 (véase la **figura 15A**) es un cabezal conector que conecta, de manera opcional, con contadores de impulsos externos. El circuito que implica **Q8** proporciona un suministro de +5 V de intensidad limitada.

Q7 y LED1 (véase la **figura 15A**) son un receptor y un transmisor óptico, respectivamente.

Soporte lógico de lectura automatizada y de facturación "Big Helper"

Este soporte lógico se ejecuta en el ordenador de facturación y preferiblemente comprende la siguiente funcionalidad:

- (1) Leer todos los transpondedores para obtener datos de medición requeridos a partir de todos los transmeter.
- (2) Comparar los datos de medición con límites especificados o datos de histórico para identificar lecturas sospechosas o fallos de equipo en el menor tiempo posible.
- (3) Comparar las lecturas de energía de transpondedor de bajo nivel con las de los Transmeter® correspondientes para identificar el robo.
- (4) Seleccionar de manera automática la mejor ruta cada transpondedor, ya sea esta ser fibra, teléfono, RS-485 o a través de Internet a un centro de facturación por satélite que ejecuta el soporte lógico Big Helper (gran ayudante). Esto permite que un centro de facturación use Internet para conectar con otros centros en ubicaciones remotas sin el uso de servicio de teléfono de larga distancia.
- (5) Almacenar datos en una base de datos MV-90, Oracle® (o otra equivalente) para la generación de facturas.
- (6) Interconectar de una manera sin discontinuidades por Internet para formar una WAN de ordenadores de facturación, cada uno asociado con un conjunto diferente de transpondedores.

Realizaciones alternativas

Interfaces de contador de gas y de agua

En la realización de la serie 20 (véase la **figura 11C**), las interfaces de contador de gas y de agua continúan acumulando cierres de contacto en ausencia de potencia eléctrica aplicada al contador de electricidad. Esto es importante para una compañía eléctrica que desee vender servicios de lectura de contadores a servicios públicos de agua y de gas, y sin dejar de garantizar la integridad de datos incluso cuando la potencia eléctrica se interrumpe durante un periodo de tiempo prolongado.

Un microprocesador de recuento de cierres de contacto se alimenta por un diodo OR del suministro de +5 V y la batería integrada en tarjeta, lo que posibilita el recuento de cierres de contacto en ausencia de potencia. El microprocesador de impulsos acumula recuentos en sus registros internos y envía los datos al procesador principal a través de transferencia serie. Para detectar el estado del cierre de contacto, el microprocesador energiza el primario de un transformador de impulsos. Los puntos de cierre de contacto se encuentran en serie con el secundario del transformador de impulsos. Si el contacto está cerrado, el diodo en un aislador óptico se polariza directamente. Esto energiza su fotodetector, el cual es un condensador de muestreo y retención. El microprocesador lee el nivel en el condensador como bajo. Si el contacto no está cerrado, el aislador óptico está inactivo. El condensador se recarga y se lee alto. Los algoritmos contenidos en el microprocesador de impulsos se describen por el archivo de formato HEX, PULSE.HEX, en el Apéndice adjunto.

Opto-adaptador

El opto-adaptador (adaptador óptico) convierte RS-232 en una señal óptica que puede leerse por cada contador. Esta tarjeta posibilita que cualquier contador se comunique con cualquier ordenador a través de su puerto serie. Un diagrama esquemático de transpondedor de opto-adaptador puede encontrarse en la **figura 16**. **U1** convierte RS-232 en niveles de TTL. **Q1** y **Q2** son transistores de ganancia para accionar el transmisor óptico **LED1**. **Q5** es el receptor óptico. **Q3** proporciona ganancia y **Q4** inhibe el receptor.

Tarjeta de módem

La tarjeta de módem se denomina así debido a que su módem integrado en tarjeta permite una comunicación de entrada por acceso conmutado remota con otros dispositivos a través de diferentes esquemas de comunicación. El diagrama esquemático de tarjeta de módem puede encontrarse en las **figuras 17A-B**. Cada tarjeta de módem está acoplada a una tarjeta madre que contiene un ASIC. Cada tarjeta de módem consiste en un módem **MD1**, RS-232 externa (a través de **H4**), RS-485 externa (a través de **H1**), y un microprocesador integrado en tarjeta **U10**. La totalidad del módem, RS-232, la tarjeta madre, el microprocesador, y RS-485 externa se comunican a través del bus de RS-485 por medio de convertidores de RS-485 / TTL (**U1-U8**). **U11** convierte el RS-232 entrante e niveles de TTL. **U12** rectifica los niveles de señal para los controles de convertidor de RS-485. La línea de teléfono está conectada con **RJ11**. La potencia al rectificador y el regulador proviene de **H2**. **H5** es el cabezal conector que permite la programación en fábrica de **U10**.

Para evitar conflictos de bus, el microprocesador integrado en tarjeta arbitra el control de maestros y el control de esclavos sobre estos dispositivos. Los algoritmos contenidos en el microprocesador se describen por el archivo de formato HEX, MODEM.HEX, en el Apéndice adjunto. La característica de seguimiento automático de la tarjeta de módem busca y ajusta a una de tres velocidades de transmisión en baudios apropiadas de 9600, 19200, y 38400.

Calibrador

El contador se calibra de manera automática por un calibrador completamente automático. El calibrador: (1) puede calibrar el contador en 20 puntos tanto para amplitud como para fase; (2) calibra cada fase del contador de manera independiente; (3) almacena constantes de calibración en la memoria FLASH no volátil del Transmeter; y (4) archiva registros de calibración en la base de datos de fabricación. El calibrador se describe más completamente en lo sucesivo.

EI ASIC

Componente de contador

El ASIC de una realización preferida tiene un contador eléctrico avanzado con las siguientes características:

- (1) Amplificadores de intensidad y de tensión de autoselección de rango automática. Los amplificadores de ASIC detectan el nivel de intensidad y se ajustan al nivel de manera automática en soporte físico. Los amplificadores de tensión de ASIC se controlan por el microprocesador externo.
- (2) Lógica de sincronismo de muestreo y retención automática. Prevé la calibración de errores de ángulo.
- (3) Lógica de muestreo de tensión retrasada y frecuencímetro de línea. Prevé la generación de una forma de onda desplazada en fase 90° precisa para el cálculo de potencia y energía reactiva.
- (4) DAC de Desplazamiento - prevé una corrección de desplazamiento de amplificador controlada por soporte lógico inalterable automática.
- (5) DAC de 12 bits con puntos de calibración. Un DAC de 12 bits con solo 8 bits de precisión se calibra con unas fuentes de intensidad seleccionadas de manera digital para conseguir una monotonicidad y resolución de 12 bits.
- (6) Entradas auxiliares para leer la tensión de batería, tensión de fuente de potencia, la tensión de señal desde el módem de línea de alimentación y cantidades analógicas externas.
- (7) Uso de una de las entradas analógicas para compensar la curva de temperatura del ADC para conseguir una mejor precisión. Lee una fracción de la tensión de referencia generada con un divisor de tensión para mantener un factor de escala constante sobre la temperatura.
- (8) Un potenciómetro digital con 64 puntos de toma usados para calibrar de manera digital la referencia de tensión a no más de un 0,1 % con respecto a una precisión inicial de un 5 %.
- (9) Leer la tensión en un diodo de silicio común para obtener un análogo de la temperatura. El almacenamiento de N pares de posición de calibración a partir de (8) en lo que antecede y las tensiones de diodo de temperatura puede ajustar una curva de grado N-1 a la variación de temperatura, controlando con precisión la variación de temperatura de la tensión de referencia. El diodo también se usa para corregir la variación de temperatura del cristal del reloj en tiempo real.

Componente de módem de línea de alimentación

El ASIC de una realización preferida tiene un módem de línea de alimentación con las siguientes características:

- 5 (1) Un filtro de paso de banda analógico de ganancia ajustable y de frecuencia ajustable con mínimos componentes externos.
- (2) Un circuito para permitir una calibración continua de la ganancia y la frecuencia central del filtro de paso de banda bajo el control de microprocesador.
- 10 (3) Un modulador delta-sigma de paso de banda para convertir los datos analógicos en un tren digital.
- (4) Una unidad de desmodulador implementada de manera digital capaz de ajustar las ganancias y de desmodular datos o bien fsk o bien bpsk.
- (5) Un modulador fsk y psk implementado de manera digital.
- (6) Un reloj de datos implementado por soporte lógico y de manera digital que usa la frecuencia de la línea o un múltiplo de la misma como un reloj de datos síncrono común a través de la totalidad de la red del sistema.

Control digital y memoria

El ASIC de una realización preferida contiene muchos circuitos que controlan los dispositivos externos en la tarjeta de visualización: (1) un generador de bus Motorola 68000; (2) lógica de control de memoria; (3) un reloj en tiempo real (RTC, *Real Time Clock*); (4) un temporizador de vigilancia; (5) 4 kBytes de RAM respaldada por batería de CMOS; (6) E / S digital; (7) detección de manipulación indebida de conmutador que continúa funcionando con batería; y (8) una ROM de arranque para cargar un programa de arranque secundario en la RAM interna.

Soporte lógico inalterable

El soporte lógico inalterable controla muchas de las características que se han mencionado en lo que antecede de la medición con algoritmos de calibración avanzados, protocolos de comunicación de línea de alimentación, visualizadores de cristal líquido, interfaz de datos serie. Véase 28130104.S en el Apéndice adjunto.

El soporte lógico inalterable proporciona un método de integridad de datos avanzado mediante la provisión de una pista de verificación de memoria flash para una protección añadida frente a la pérdida de datos.

El soporte lógico inalterable también proporciona un registro de datos de información de sucesos y de energía, debido a que la pista de verificación de información de energía es comercialmente valiosa bajo liberalización para las ESCO, los servicios públicos y los usuarios finales.

El soporte lógico inalterable funciona con el calibrador y (de manera opcional) un equipo de ensayo (un aparato de prueba) para calibrar:

- (1) El ADC. Obtener 12 bits a partir de un proceso de CMOS limitado de 8 bits.
- (2) La referencia de tensión. Obtener una precisión de un 0,1 % a partir de un dispositivo con un 5 %.
- (3) Los transformadores de intensidad internos (tanto amplitud como fase - una calibración de plano complejo), en 20 puntos separados de manera logarítmica independientes a través de la totalidad de la curva de carga.
- (5) Todos los componentes en el circuito de medición,
- (6) El cristal de 32768 Hz del reloj de tiempo.

El soporte lógico inalterable también proporciona métodos de compensación de temperatura, debido a que este: (1) usa un diodo de temperatura para calibrar la referencia de tensión y el reloj de tiempo sobre la temperatura; y (2) usa un divisor de resistencias sobre la referencia de tensión para calibrar el ADC sobre la temperatura.

El soporte lógico inalterable también proporciona métodos de autocalibración, debido a que este: (1) calibra los filtros de paso de banda de manera periódica, y (2) ajusta los desplazamientos en los circuitos del contador de manera continua.

Asimismo, el soporte lógico inalterable proporciona parámetros de medición avanzada, debido a que este:

- (1) Usa un algoritmo de muestreo y de control único para proporcionar todas las cantidades de medición. Este método se determina completamente por el programa en el 68000, el cual controla el ASIC.
- (2) Mide la frecuencia de la línea y crea una forma de onda de tensión desplazada 90 grados virtual para potencia reactiva.
- (3) Usa potencia real, reactiva y aparente para calcular el factor de potencia, la distorsión por armónicos total y el ángulo de fase.

El soporte lógico inalterable también puede determinar de manera automática el intervalo apropiado para: (1) tensión; (2) intensidad; (3) Señal de línea de alimentación; y (4) Parámetros de desmodulador.

Una descripción más detallada del ASIC, sus componentes y su funcionalidad se proporcionan en lo sucesivo.

La configuración de un sistema de subcontador preferido se representa en la **figura 18**. Lo que sigue es una descripción de módulos principales en el sistema.

5 Una fuente de potencia **1801** suministra una tensión de CC no regulada +U para funciones de alta potencia tales como PLC. Una de +5 VCC regulada alimenta cada uno de los IC y muchos otros bloques de circuito.

10 Una batería **1802** proporciona potencia para funcionamiento en corte de alimentación de varias funciones en el ASIC que incluyen la RAM interna **A2**, el RTC **A3**, y el cristal de 32768 Hz **1809**. Este alimenta también el lector de impulsos cuando la potencia del sistema no se encuentra disponible.

15 El microprocesador **U2** realiza la totalidad de los cálculos inteligentes a partir de los datos de contador sin procesar y los estados de ASIC. La memoria de programas principal reside en la FLASH **U5** si bien en algunos casos también sale de la RAM y la ROM de ASIC.

La FLASH **U5** es una memoria no volátil, el sitio de memoria de programas y de almacenamiento en memoria primario.

20 La RAM **U3** es un IC que es externo al ASIC para el almacenamiento temporal de microprocesador de información.

El controlador de visualizador **U4** envía las señales de control al LCD **LCD1**.

25 El ASIC **U1** contiene la mayor parte del soporte físico de control en el sistema de subcontador. Los bloques de control dentro del ASIC se analizan en lo sucesivo.

El cristal de 32768 Hz **1809** se usa para cronometrar el tiempo.

30 El cristal 20M **1810** es el reloj de sistema tanto para el ASIC como para el microprocesador.

35 La V_{REF} **CR1** es una tensión de referencia de 2,5 VCC. Este diseño utiliza un IC con un ajuste de tensión externa tal como LM336-2.5. El ASIC contiene un potenciómetro digital con 64 tomas que proporciona uno de 64 niveles de tensión a la línea de control externo. El control de ASIC de V_{REF} **CR1** ahorra el coste de una parte móvil y proporciona una precisión de código digital. Además, debido a que este código puede controlarse por soporte lógico, V_{REF} puede calibrarse contador a contador y puede calibrarse para ajustar un perfil parabólico con la temperatura. V_{REF} se calibra a 2,49 V, el punto de tensión de la mayor estabilidad de temperatura.

El soporte físico de PLC **1815** es la circuitería de potencia para la transmisión y la recepción de PLC.

40 La interfaz de periféricos **1818** es el punto de conexión con dispositivos externos tales como relé de impulsos, control de relés, interfaz de mini-armario, y circuitos de control de fase de transpondedor.

45 Los puntos de prueba de soporte físico **1820** suministran al ASIC una información que posibilita la lectura de +U, de la temperatura y de la calibración de ADC. También pueden emitirse diversos puntos de prueba en el ASIC.

El lector óptico **1825** es el soporte físico que traduce la comunicación serie a una transmisión óptica.

50 El divisor de tensión **1830** es un circuito divisor de tensión 1000:1 que prepara la tensión de medición para la entrada de ASIC.

La resistencia de derivación de intensidad **1835** es una red de resistencias que se usa para convertir intensidad en tensión para la entrada de ASIC.

Descripción de ASIC detallada

55 Un sistema de ASIC preferido **U1** se representa en la **figura 18**. Lo que sigue es una explicación de los diferentes módulos en el ASIC.

El contador

60 El contador **A1** lee los canales de intensidad y de tensión a partir del divisor de tensión **1830** y la resistencia de derivación de intensidad **1835**. Los amplificadores internos y los factores de corrección mejoran la precisión de la lectura de contadores.

La RAM (Interna) **A2** es una RAM no volátil, respaldada por la batería externa **1802**. Este es el sitio de almacenamiento para los acumuladores de RAM temporales y otras variables de RAM críticas.

5 El reloj en tiempo real (RTC) **A3** es el cronómetro continuo para el sistema. El RTC se sincroniza por un cristal de 32768 Hz preciso **1809** y es la norma para la sincronización de tiempo. La potencia de batería a partir de la batería **1802** mantiene el RTC operativo incluso cuando se suprime la potencia del sistema.

10 El Control de PLC **A4** contiene la lógica de control que se requiere para transmitir y recibir los datos que se enviaron a través de los canales de PLC.

La lógica de control digital **A5** proporciona los bits de interfaz que controlan las líneas de habilitación para cada parte, los buses de datos y de direcciones, el restablecimiento de sistema, y el acceso a registros de estado internos.

15 A menos que se refresque el temporizador de vigilancia ("WDT", *Watchdog Timer*) **A6**, este activará un restablecimiento de sistema.

UART serie con FIFO **A7** funciona de manera muy similar al PC16550D de National Semiconductor.

20 La E / S digital **A8** se usa para la comunicación con dispositivos periféricos a través de la interfaz de periféricos **1818**.

La E / S analógica **A9** se usa para recopilar información de sistema a partir de los puntos de prueba de soporte físico **1820**. Esta también emite diversos puntos analógicos dentro del ASIC.

25

Muestreo

Lo que sigue es un ejemplo de los tiempos de muestreo de tensión e intensidad.

30 Idealmente, las muestras de tensión y de intensidad se realizan exactamente al mismo tiempo. No obstante existen problemas de sincronismo en el soporte físico de medición de intensidad y de tensión. Debido a que las discrepancias temporales no son, habitualmente, iguales, un ajuste de sincronismo constante, al que podremos denominar "retardo", se aplica al canal de muestreo de intensidad. La expresión "retardo" se usa con cierta imprecisión en el presente caso debido a que el retardo numérico real puede ser un número positivo o negativo. En
35 la tabla 1, el retardo es 0,056°. Este número se obtiene a través de calibración.

Para cada medición, se toman cuatro muestras de tensión (V_1 V_{L1} V_2 V_{L2}) y una muestra de intensidad (I). V_1 / V_{L1} se usa para una lectura de fase a neutro y el par V_2 / V_{L2} permite la lectura de fase a fase. La diferencia entre los dos tipos se hará más evidente en el análisis del diagrama de contador.

40

V_1 y V_{L1} comprenden un par de muestras de tensión. Las dos muestras se encuentran separadas aproximadamente 2°. V_1 se denomina la muestra de tensión y V_{L1} se denomina la muestra de tensión retrasada.

45 Cada fase de medición toma turnos utilizando el canal de medición para leer sus pares de muestras. Por ejemplo, en un contador trifásico, se lee la fase 1, entonces se lee la fase 2, entonces se lee la fase 3, entonces se lee de nuevo la fase 1. Finalmente la totalidad de las fases se leen y el ciclo se repite.

50 El proceso requiere que dos muestras de tensión estén separadas 90°. La estrategia es ajustar el periodo del ciclo de tal modo que V_1 a partir de un par de muestras y V_{L1} a partir de otro par de muestras estarán separadas exactamente 90°. La tabla 1 enumera grados de muestreo a modo de ejemplo para un contador trifásico (3φ). Solo se muestra la fase 1.

Tabla 1

Muestra n	$V_1(n)$	$V_{L1}(n)$	I(n)
1	0°	2°	0,056°
2	44	46	44,056
3	88	90	88,056
4	132	134	132,056
5	176	178	176,056
6	220	222	220,056
7	264	266	264,056
8	308	310	308,056
9	352	354	352,056

ES 2 441 617 T3

Muestra n	V ₁ (n)	V _{L1} (n)	I(n)
10	36	38	36,056

Obsérvese lo siguiente:

- 5 (1) V₁ (1) y V_{L1} (3) están separadas 90° y, por lo tanto, completan un par de mediciones. V₁ (2) / V_{L1} (4), V₁ (3) / V_{L1} (5), y V₁ (4) / V_{L1} (6) constituyen pares de mediciones futuras.
 (2) Obsérvese que la intensidad está desplazada 0,056 grados con respecto a la tensión. Este es el retardo que se requiere para sincronizar la lectura de los dos canales.

10 Si la tabla 1 se ampliara, el muestreo barrería la totalidad de la forma de onda de tensión a lo largo de un periodo de tiempo. En un contador 3φ cada 4º se muestrearía a lo largo de 11 ciclos. La tabla 2 muestra las secuencias de grados de muestreo que barrerían la totalidad de la forma de onda:

Tabla 2

V ₁ (n) en grados φ ₁ de un contador 3φ
0, 44, 88, 132, 176, 220, 264, 308, 352, 36, 80, 124, 168, 212, 256, 300, 344, 28, 72, 116, 160, 204, 248, 292, 336, 20, 64, 108, 152, 196, 240, 284, 328, 12, 56, 100, 144, 188, 232, 276, 320, 4, 48, 92, 136, 180, 224, 268, 312, 356, 40, 84, 128, 172, 216, 260, 304, 348, 32, 76, 120, 164, 208, 252, 296, 340, 24, 68, 112, 156, 200, 244, 288, 332, 16, 60, 104, 148, 192, 236, 280, 324, 8, 52, 96, 140, 184, 228, 272, 316, 0

- 15 Mejor aún, debido a que la 2ª separación entre V₁ y V_{L1} no es exacta, la totalidad de los grados entre medias serán finalmente barridos a lo largo de un periodo de tiempo más prolongado.

20 Las otras dos fases en un contador trifásico caen por igual entre los huecos de los pares de muestras, tal como se muestra en lo sucesivo en la tabla 3, V₁ grados de un contador 3φ:

Tabla 3

Fase 1	Fase 2	Fase 3
0,00º	14,67º	29,33º
44,00	58,67	73,33
88,00	102,67	117,33
132,00	146,67	161,33
176,00	190,67	205,33
220,00	234,67	249,33
264,00	278,67	293,33
308,00	322,67	337,33
352,00	6,67	21,33

25 Unos contadores bifásicos (2φ) se muestrean de manera análoga a un contador 3φ excepto por que las terceras muestras de fase se desechan. La tabla 4, V₁ grados de un contador 2φ, muestra el muestreo de un contador bifásico:

Tabla 4

Fase 1	Fase 2
0,00º	14,67º
44,00	58,67
88,00	102,67
132,00	146,67
176,00	190,67
220,00	234,67
264,00	278,67
308,00	322,67
352,00	6,67

Los mini-armarios se muestrean de tal modo que todas las 24 fases se muestrean en aproximadamente 630 grados o siete cuartos de ciclo de la línea tal como se muestra en lo sucesivo en la tabla 5, Grados de Pares de muestras de un mini-armario. Esto comporta que cada fase barre la totalidad de la onda seno en 67 ciclos de línea.

5

Tabla 5

Fase	V	V _L
1	0,00 ^e	2,00 ^e
2	26,17	28,17
3	52,33	54,33
4	78,50	80,50
5	104,67	106,67
6	130,83	132,83
7	157,00	159,00
8	183,17	185,17
9	209,33	211,33
10	235,50	237,50
11	261,67	263,67
12	287,83	289,83
13	314,00	316,00
14	340,17	342,17
15	6,33	8,33
16	32,50	34,50
17	58,67	60,67
18	84,83	86,83
19	111,00	113,00
20	137,17	139,17
21	163,33	165,33
22	189,50	191,50
23	215,67	217,67
24	241,83	243,83
1	268,00	270,00

Las cantidades eléctricas se calculan a partir de la tensión y la intensidad muestreadas. Lo que sigue son las fórmulas matemáticas que se usan:

10 Cantidades calculadas cada muestra:

Índice de muestra: $n = n + 1$

Energía real: $WHr_n = K_U V_1(n) I(n) T_S + WHr_{n-1}$

Energía reactiva: $VARH_n = K_U V_{L1}(n+m) I(n) T_S + VARH_{n-1}$

15 Energía aparente: $U_n = \sqrt{WHr_n^2 + VARH_n^2}$

Voltios al cuadrado - hora: $V^2H = K_V^2 V_1(n)^2 T_S + V^2H_{n-1}$

Intensidad al cuadrado - hora: $I^2H_n = (K_U / K_V)^2 I(n)^2 T_S + I^2H_{n-1}$

Cantidades calculadas cada trama de N muestras:

20

Índice de trama: $f = f + 1$

Tensión RMS: $VRMS_f = \sqrt{(V^2H_n) / T_N}$

Intensidad RMS: $IRMS_f = \sqrt{(I^2H) / T_N}$

Voltiamperios - hora: $VAH_f = VRMS_f IRMS_f T_N + VAH_{f-1}$

25

En las que:

K_U = constante de calibración de KWH para un intervalo y una fase de medición particulares.
 K_V = Constante de calibración de tensión.
 $V_i(n)$ = Punto de muestra de tensión "n".
 $V_{L1}(n + m)$ = Muestra de tensión retrasada que está desplazada 90° sobre la forma de onda con respecto a $V_i(n)$.
 $I(n)$ = Punto de muestra de intensidad.
 N = Número total de muestras que se toman en una trama.
 T_S = Periodo de muestra.
 T_N = Periodo de trama.

Notas:

1. V_{RMS} e I_{RMS} son cantidades de no acumulación pero requieren una trama de muestras para el cálculo. Un tamaño de trama ocupa aproximadamente 1 segundo de muestras. El cálculo de V_{RMS} usa V_2H que se ha acumulado entre las muestras 0 y N. De manera similar, el cálculo de I_{RMS} usa I_2H que se ha acumulado entre las muestras 0 y N. Por lo tanto VAH solo se actualiza una vez por trama.
2. VAH contiene potencia de contenido en armónicos, mientras que WHr, U, y VARH no.

Calibración

Cuando los contadores se producen, estos son capaces de medir tensión, intensidad, KWH y otros parámetros. Estas mediciones pueden tener un error de hasta más o menos un 15 por ciento, debido a las tolerancias de fabricación en los componentes electrónicos. A pesar de que el valor de este error no puede predecirse, el error será extremadamente estable para un contador dado. Dicho de otra forma, un contador que acabe de construirse no será particularmente preciso, pero el error será muy repetible.

El calibrador que se usa en una realización preferida mide el error inherente del contador, indica entonces al procesador integrado en tarjeta del contador que corrija el error medido. El contador almacena estos factores de corrección en su memoria no volátil, lo que da como resultado unas lecturas que son tanto precisas como estables.

El calibrador comprende un ordenador y equipo auxiliar. El calibrador es capaz, preferiblemente, de suministrar unas tensiones de CA entre 0 y 600 voltios, y unas intensidades de CA entre 0 y 210 amperios. El ángulo de fase theta (O) entre la tensión y la intensidad puede ajustarse de -90 a +90 grados. La frecuencia de las potencia de CA puede ser o bien de 50 o bien de 60 hercios.

El calibrador se comunica con el contador usando el puerto de comunicaciones óptico integrado del contador, y usa dispositivos de medición convencionales para medir el valor correcto real de los parámetros que se están ajustando. Para las tensiones, el calibrador usa un voltímetro digital (DVM, *digital voltmeter*) para obtener los valores reales. Para KWH, el calibrador usa un modelo de KWH de Radian para medir los KWH con una precisión de un 0,05 por ciento.

Existen varias fuentes posibles de errores en las mediciones del contador: (1) el valor y la estabilidad de referencia de tensión; (2) la linealidad de ADC; (3) la ganancia de amplificador y retardo; (4) la tasa de muestras; (5) la frecuencia de reloj de sistema; y (6) las tolerancias de componentes para las resistencias y condensadores en la circuitería de medición.

Algoritmo de calibración

Calibración de referencia de tensión: La tensión de salida de la referencia de tensión se ajusta por el calibrador a un valor inicial elegido para proporcionar la tensión de salida más estable. Esto se logra mediante la lectura del valor real de la referencia de tensión usando un DVM. Se indica entonces al contador que establezca el valor de un potenciómetro controlado de manera digital (dentro del ASIC en la realización preferida) que ajusta la tensión de salida de la referencia de tensión. El calibrador repite entonces este proceso hasta que la referencia de tensión se ajusta a la tensión de salida nominal correcta (en una realización preferida, esta es 2,490 Voltios).

Calibración de la linealidad de ADC: el contador usa un ADC dentro del ASIC para leer la tensión, la intensidad, y otros valores analógicos que necesita el algoritmo de medición del contador. Cuando se fabrica el ASIC, este ADC puede ser no monótono en las transiciones de bits de alto orden. El ASIC prevé un ajuste individual del peso de los 5 bits de alto orden en el ADC, lo que permite una calibración con una monotonicidad garantizada. El calibrador usa un DVM para medir valores inmediatamente por encima y por debajo de estas transiciones de bits, y ajusta el peso de cada bit con el fin de obtener una respuesta monótona. Estos ajustes se realizan por el soporte lógico inalterable del contador, el cual escribe valores de corrección en registros en el ASIC. Cuando se han encontrado los valores de corrección apropiados, el calibrador indica al contador que almacene estos valores de manera permanente en la memoria no volátil.

Calibración de deriva de temperatura de ADC y de V_{REF} : tanto la referencia de tensión como el ADC se ven afectados por los cambios de temperatura que experimenta el ASIC. Esto da como resultado un error que varía con la temperatura. El calibrador mide el rendimiento de la referencia de tensión y el ADC a 3 temperaturas diferentes (temperatura ambiente, 5 °C, y 85 °C). El efecto de la temperatura se comunica entonces al soporte lógico inalterable del contador. Durante el funcionamiento, el contador lee su temperatura ambiente, entonces usa la información de calibración de temperatura para corregir los efectos de la temperatura en el ADC y la referencia de tensión.

Calibración de tensión: el contador ha de medir la tensión RMS de CA. La precisión de la medición se ve afectada por los factores que se han enumerado en lo que antecede (en "fuentes de error"). El contador tiene 4 intervalos de medición diferentes para la tensión. En el presente contador, estos intervalos son: (1) Intervalo 3 - 0 a 75 voltios; (2) Intervalo 2 - 75 a 150 voltios; (3) Intervalo 1 - 150 a 300 voltios; y (4) Intervalo 0 - 300 a 600 voltios.

Los diferentes intervalos usan diferentes configuraciones internas del ASIC, lo que da como resultado diferentes ganancias en la señal que se presenta al ADC. Cada uno de estos ajustes de ganancia puede tener un error diferente. Para cada intervalo de tensión, el calibrador suministra al contador una tensión de CA que es apropiada para ese intervalo. El calibrador lee entonces la tensión aplicada al contador usando un DVM, y también lee la tensión tal como se mide por el contador. La diferencia en estas lecturas se analiza, y un factor de corrección se calcula y se envía al contador. Para cada intervalo, este proceso se repite hasta que concuerdan las mediciones de DVM y del contador. El valor del factor de corrección (la constante de calibración de tensión) se almacena entonces de manera permanente en la memoria no volátil del contador.

Calibración de KWH: el contador ha de medir la energía en KWH. Con el fin de hacer esto con precisión, las cantidades externas de tensión e intensidad han de medirse con precisión de tal modo que puedan calcularse los KWH. La medición de KWH depende del valor de la tensión y la intensidad, y la relación de sincronismo entre la tensión y la intensidad. La ecuación para los KWH es Voltios * Amperios * Cos(Theta) * Horas, en la que Theta es el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad. El contador realiza esta medición mediante el muestreo de la tensión y la intensidad de manera simultánea, procesando entonces estos valores instantáneos.

Diversos errores pueden tener lugar debido a las razones que se han enumerado en lo que antecede. Para esta medición, no solo es necesario corregir cualquier error en los valores de la tensión y la intensidad medidos, también es necesario corregir cualquier error en la relación de tiempo de estas mediciones. El contador tiene 20 intervalos para la intensidad, desde el intervalo 23 a 0,5 amperios hasta el intervalo 4 a 100 amperios. Para cada intervalo, la configuración interna de los amplificadores de ASIC es diferente, y el CT introduce errores dependientes de la intensidad tanto en amplitud como en retardo. Por lo tanto, el calibrador repite la calibración de KWH para cada intervalo.

Compensación de amplitud: cualquier error en el valor real medido para la tensión y la intensidad se compensa mediante el uso de una constante de calibración de "Amplitud" (A). Esta constante es un factor por el cual se multiplican las lecturas, para hacer el valor medido correcto.

Compensación de retardo: la relación de tiempo entre las señales de tensión y de intensidad puede ser incorrecta debido a las características de amplificador en el ASIC, o debido a las características de los transformadores de intensidad (CT, *current transformer*). En particular, los CT introducen un desplazamiento de fase dependiente de la intensidad que se hace más y más grande a intensidades bajas. Esto da como resultado que la señal de intensidad no esté sincronizada de manera apropiada con la señal de tensión. Este error da como resultado errores en la medición de KWH debido al cambio en theta causado por este desplazamiento en el tiempo.

Cualquier error en la relación de tiempo entre la medición de tensión y de intensidad se compensa indicando al ASIC que muestree la intensidad o bien antes o bien después de que el ASIC muestree la tensión. Este retardo de tiempo entre las muestras se ajusta para cancelar exactamente el retardo de tiempo causado por la circuitería de medición. Se hace referencia a esto como la constante de calibración de "Retardo" (D).

Algoritmo de calibración de KWH: para cada uno de los 20 intervalos de intensidad, el calibrador establece una tensión y una intensidad especificadas. Esta tensión e intensidad se suministran al contador que se está calibrando, y también a un modelo de KWH (Radian RM- 10, +/- .05 %). El calibrador no puede medir directamente las cantidades que este necesita para comunicarse con el contador (error de amplitud y de retardo). En su lugar, el calibrador mide el error real en el registro de KWH. Este error está causado por la combinación del error de amplitud y el error de retardo. El calibrador hace esta medición mediante el suministro de la intensidad y la tensión especificadas al contador y al modelo, midiendo entonces los KWH acumulados durante un intervalo de tiempo especificado. La diferencia entre el modelo y las mediciones del contador es el error de KWH.

Con el fin de separar las contribuciones del error de amplitud y el error de retardo al error total, el calibrador realiza la prueba de KWH dos veces. En la primera prueba, theta se ajusta a 60 grados, y el error de KWH se mide y se guarda. A continuación, la prueba se repite a 0 grados.

Debido a que la pendiente del coseno es casi plana alrededor de 0 grados y bastante abrupta a 60 grados, la contribución del error de retardo (sincronismo) es muy pequeña a 0 grados, y mucho más grande a 60 grados. La contribución del error (de valor) de amplitud es la misma ya sea a 0 o a 60 grados. Por lo tanto, con estas 2 mediciones, el calibrador puede solucionar las 2 fuentes de error independientes (amplitud y retardo).

Después de que el calibrador haga estas mediciones y realice estos cálculos, el calibrador indica al contador que compense estos errores.

La totalidad de este proceso se repite entonces, hasta que las mediciones tanto a 0 como a 60 grados están dentro de la especificación. Las constantes de calibración se almacenan entonces en la memoria no volátil del contador.

Medición por intervalos

La medición por intervalos almacena registros independientes de los datos de medición para recuperarlas en el futuro. Los parámetros eléctricos se acumulan de manera continua en RAM respaldada por batería y entonces se almacenan de manera periódica en una memoria FLASH no volátil. Por ejemplo, si el intervalo de medición se ajustara a 30 minutos, habría 48 registros de datos en el día. La tabla 6 en lo sucesivo, que ilustra el almacenamiento por intervalos, es un ejemplo de almacenamiento de datos usando una medición por intervalos. La medición por intervalos puede ser particularmente útil en el cálculo de la demanda de facturación.

Tabla 6

Tiempo al inicio del intervalo	Consumo
02 / 03 / 2001 05:00 am	0,122 kWh
02 / 03 / 2001 05:30 am	0,128 kWh
02 / 03 / 2001 06:00 am	0,115 kWh
02 / 03 / 2001 06:30 am	0,858 kWh
02 / 03 / 2001 07:00 am	0,778 kWh
02 / 03 / 2001 07:30 am	0,353 kWh
02 / 03 / 2001 08:00 am	0,247 kWh
02 / 03 / 2001 08:30 am	0,137 kWh

La medición por intervalos ofrece unos registros de datos más frecuentes, lo que es útil en los cálculos de facturación de la demanda y Detección de robo. Pero más importante es que la medición por intervalos, junto con la memoria FLASH, proporciona protección frente a la corrupción de datos. En el pasado, la conmutación de una carga inductiva de una intensidad muy alta creaba un enorme transitorio en la línea, destruyendo los datos de RAM. En otros casos, se ha encontrado que la RAM también se corrompe en presencia de fuentes de IEM tales como transmisores de juguete.

Debido a que los datos de RAM se vuelcan con frecuencia en la memoria FLASH, nunca está expuesta a corrupción más que una cantidad mínima de datos en RAM. La reducción de los intervalos de almacenamiento aumenta adicionalmente la protección de datos. FLASH es una memoria mucho más fiable debido a que, esta requiere una secuencia de instrucciones para cualquier modificación de datos y no requiere una fuente de potencia para la retención de datos.

La **figura 19** muestra cómo se acumula los parámetros eléctricos en el soporte lógico preferido. Existen dos registros de acumulación de datos por parámetro y fase. El primer registro iAcc[0] pasa a estar activo. Después de un corto periodo de tiempo, este registro se encuentra disponible para su volcado en el curph de registro de RAM. Mientras se espera esta transferencia, iAcc[0] deja de acumular e iAcc[1] se limpia y comienza una acumulación activa. Cuando iAcc[1] está listo para la transferencia, iAcc[1] pasa a estar inactivo e iAcc[0] se limpia y comienza a acumular. Esto posibilita la acumulación sin discontinuidades y el volcado periódico en el curph en la RAM.

Al final de un intervalo de medición, los parámetros eléctricos se almacenan entonces en FLASH. Después de un almacenamiento con éxito en FLASH, el registro de RAM se limpia y comienza a acumular para el siguiente intervalo.

Soporte físico de contador

El soporte físico de contador global se representa en la **figura 20**. La porción superior muestra el canal de tensión y la porción inferior el canal de intensidad. Tanto la tensión como la intensidad se alimentan a través de sus propias fases de ganancia y se seleccionan a través del MUX **M6** para el ADC.

El canal de tensión - EL MUX **M1** y el MUX **M2** seleccionan de manera independiente entre V1, V2, V3 y N. La señal a través del amplificador **A1** es de fase a neutro. La señal a través del amplificador **A2** es una tensión diferencial (o

delta) entre las dos señales que se seleccionaron al MUX **M1** y el MUX **M2**, la tensión delta V_2 . Cada una de estas tensiones pasa a través de dos circuitos de muestreo y retención, creando la tensión retrasada V_L . A partir de los cuatro circuitos de muestreo y retención surgen: V_1, V_{L1}, V_2, V_{L2} .

5 Los amplificadores **A1** y **A2** tienen ganancias ajustables. Debido a que **A2** está previsto para una tensión delta más elevada, sus ganancias son la mitad de **A1**. El ajuste de ganancia se corresponde con un intervalo particular de amplitudes de tensión que obtendrán una escala legible óptima después de la amplificación. Existen cuatro intervalos de tensión, 0 a 3.

10 V_1 : Ganancia = 2^R
 V_2 : Ganancia = 2^{R-1}

15 El canal de intensidad - el MUX **M3** selecciona entre 4 pares de señal: I1 / N1, I2 / N2, I3 / N3, y V_{REF} / V_{REF} . La señal pasa a través del amplificador **A3**, se selecciona por el MUX **M4** y pasa a través de una serie de amplificadores **A4 - A8**. Existen 23 ajustes de intervalo de intensidad seleccionables a través del MUX **M5** y el amplificador **A4**.

I: Ganancia = $1,00$ 0 £ R £ 3
 $3,33^{(R-4)/23}$ 4 £ R £ 23:

20 Control de Desplazamiento - La pequeña tensión de desplazamiento en el amplificador **A3** podría saturar el canal de intensidad a unos intervalos más altos, haciendo la intensidad no legible. Para anular cualquier desplazamiento, el desplazamiento de salida se supervisa y se ajusta de manera dinámica en el amplificador **A4**.

25 Calibración de temperatura de ADC - Debido a que existe una variación de temperatura con el ADC, el ADC se calibra con la temperatura frente al diodo de detección de temperatura. El resultado es una curva de mejor ajuste que puede aplicarse a los datos finales en soporte lógico.

Comunicación de línea de alimentación

30 Una implementación preferida de la comunicación de línea de alimentación (PLC) es lo bastante flexible para prever unas tasas de datos más rápidas y una recuperación de datos con éxito.

35 Esquemas de modulación - Dos técnicas de modulación se encuentran disponibles: modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK, *Frequency Shift Keying*) y modulación por desplazamiento de fase (PSK, *Phase Shift Keying*).

Tasas de datos - El reloj de baudios se sincroniza con la fase de línea por medio de un lazo de seguimiento de fase (PLL, *Phase-locked Loop*). El PLL se implementa de forma conjunta en soporte lógico y soporte físico. Al saber los pasos por fase cero a partir del PLL, la tasa de datos real puede sincronizarse con fracciones o múltiplos de la frecuencia de la línea.

40 Receptor de PLC - La circuitería de recepción de PLC tal como se encuentra en el ASIC se muestra en la **figura 21**. En el modo normal, **M2** canaliza la entrada de PLC al filtro. El filtro rechaza el ruido fuera de banda y acopla la señal en el desmodulador.

45 El filtro de PLC está diseñado como un filtro en el dominio del tiempo continuo. Su ventaja sobre los filtros de condensadores conmutados es que se consigue una Q más alta y un nivel de ruido interno más bajo en la banda de frecuencias de funcionamiento. La Q alta es esencial debido a que se crea un efecto de paso de banda a partir de un diseño de alta Q de paso bajo con atenuación. La atenuación compensa la alta ganancia a la frecuencia máxima del LPF. La atenuación proporciona el rechazo de baja frecuencia. Asimismo, también puede usarse un auténtico filtro de paso de banda. El filtro puede sintonizarse a unas frecuencias de 20-90 kHz. El filtro también compensa la variación debido a los componentes y a la variación de temperatura.

50 El filtro global se sintoniza en frecuencia con el registro de ajuste basto. El ajuste apropiado coloca el filtro en las proximidades del valor deseado. La totalidad del filtro está compuesto por cuatro fases de filtro, con el control de atenuación extendido a lo largo de las cuatro fases. No es necesario que estas cuatro fases estén alineadas con la frecuencia deseada. Los registros de ajuste fino **F1-F4** posibilitan la sintonización de frecuencia de cada fase mientras que los registros de atenuación **A1-A4** posibilitan la sintonización de amplitud de cada fase. De manera conjunta, estos ajustes rectifican por calibración cualquier discrepancia entre fases.

60 Cada fase de filtro se implementa preferiblemente como un filtro de paso bajo de dos polos con dos condensadores externos. Un filtro preferido se muestra en la **figura 22**.

65 Alineamiento de filtro: el alineamiento de filtro es el proceso de sintonización de las frecuencias de corte de cada una de las cuatro fases de filtro a la frecuencia deseada por medio de detección de un desplazamiento de fase. El proceso de alineamiento inyecta una señal de prueba con un Generador de Onda cuadrada **U2**. **U2** también emite la fase de la onda cuadrada que ha de engancharse por un Detector de desplazamiento de fase **U1**.

El microprocesador selecciona la frecuencia deseada para **U2** y encamina la onda cuadrada a través de **M2** a la entrada a filtrar. Esta señal de onda cuadrada pasa a todas las cuatro fases del filtro. El microprocesador selecciona la salida de fase de filtro para pasar a través de **M1**. La señal experimenta un desplazamiento de fase en las fases de filtro y su flanco de subida se vuelve el reloj de enganche para U1, enganchando a través de la diferencia de fases entre la señal filtrada y la señal de prueba. Para la fase de paso bajo de dos polos, la fase en la frecuencia de corte es 90°.

El ADC supervisa la intensidad de señal de la señal de PLC para ajustar los atenuadores **A1 - A4** para una sincronización adecuada del enganche de captura de fase. Lo que sigue es el proceso de alineamiento de filtro:

- (1) Ubicar el ajuste fino de Fase 1 en el valor de punto medio.
- (2) Ajustar el registro de ajuste basto al ajuste de frecuencia más alto y la atenuación más baja. Observar la intensidad de señal con el ADC. Disminuir el ajuste basto hasta que existe una intensidad de señal válida. Ajustar los atenuadores de tal modo que la entrada de filtro no se satura. Comprobar la diferencia de fases. Continuar ajustando el ajuste basto y el atenuador 1 hasta que existe una diferencia de 90°.
- (3) Sintonizar la fase 1: (A) comenzar con el ajuste fino 1 en el punto medio; (B) modificar el atenuador 1 para una intensidad de señal válida; (C) comprobar la fase de filtro; (D) cambiar el ajuste fino en el sentido que lleva la fase de filtro a 90° (se sugiere un algoritmo de búsqueda binaria); y (E) repetir de (B) a (D) hasta que la fase de filtro es 90°.
- (4) Sintonizar las fases 2 a 4. Obsérvese que el valor de captura de fase es la diferencia de fases entre la entrada de onda cuadrada y la salida de la fase de filtro. Por lo tanto la fase 2 busca una diferencia de 180°, la fase 3 busca una diferencia de 270° y la fase 4 busca una diferencia de 0°.

De manera similar, si los filtros se diseñaran con auténticos filtros de paso de banda con la misma atenuación progresiva, la diferencia de fases entre fases sería de 180 grados.

Desmodulador Digital: La señal filtrada se introduce en el circuito desmodulador. El desmodulador digital usa un lazo de seguimiento de fase digital para identificar el tren de datos binarios.

30 Transmisor de PLC

Una realización preferida usa circuitería de control de ASIC para controlar el transmisor de PLC. Existen dos salidas que pueden accionarse en paralelo u opuestas, dependiendo de si el diseño es para un circuito de puente o para un circuito de extremo único.

Un circuito de transmisor preferido se encuentra en el dibujo esquemático de la serie 10 en la **figura 11A**. Debido a que el tiempo de conmutación difiere entre el corte y la conducción, existe un cierto periodo de tiempo de solapamiento cuando tanto **Q2** como **Q3** se encuentran activos. Este solapamiento cortocircuita la fuente de potencia a través de **Q2** y **Q3** durante un breve momento, creando un calor de transición. El soporte físico puede diseñarse de tal modo que ni **Q2** ni **Q3** se encuentren activos al mismo tiempo. Esto se ilustra en la tabla 7, que enumera una Secuencia de Conmutación de Transistores. El intervalo en el que tanto **Q2** como **Q3** se encuentran en corte se denomina espacio muerto. En el presente caso hay algunos beneficios: (1) el calor de transición de los **Q2** y **Q3** se reduce o se elimina; y (2) la forma de onda de transmisor de salida se vuelve más sinusoidal y, por lo tanto, reduce la inyección de armónicos en la línea. La zona muerta hace la etapa de transición más gradual en los flancos. Y debido a que la carga es inductiva, la intensidad continúa fluyendo a través del puente a través de los diodos de fijación de puente (**D22**, **D23**, **D32**, y **D33**) durante el periodo muerto, creando unos flancos más redondeados y, por lo tanto, un efecto más sinusoidal.

Tabla 7

Duración	Q2	Q3
12 us	CONDUCCIÓN	corte
3 us (espacio muerto)	corte	corte
12 us	corte	CONDUCCIÓN
3 us (espacio muerto)	corte	corte
12 us	CONDUCCIÓN	corte
3 us (espacio muerto)	corte	corte
12 us	corte	CONDUCCIÓN
3 us (espacio muerto)	corte	corte

El espacio muerto puede implementarse en soporte físico de ASIC o en circuitería discreta. El ASIC puede usar un contador binario y especificar determinados estados de recuento como estados de "corte". La circuitería discreta puede diseñarse de tal modo que el accionamiento de base tiene un encendido retardado pero un apagado sincronizado.

El diseño global del circuito de transmisor es para accionar una bobina toroidal usando un circuito de puente de transistores que usa los transistores **Q2**, **Q3**, **Q4**, y **Q5**. Las señales de control son PLCX1 y PLCX2.

5 El diseño de accionamiento de base para **Q2** se explica en lo sucesivo. Debido a que los accionamientos de base de **Q2**, **Q3**, **Q4**, y **Q5** son idénticos o complementarios, es suficiente analizar solo el accionamiento de base de **Q2**. El condensador **C9** proporciona un acoplamiento de CA entre la base de transistores y la señal de control.

Esto sirve al menos para dos funciones:

10 (1) Protección de transistores debido a fallo de señal de control. Si PLCX1 quedara trabada de forma temporal en alta impedancia o a un cierto nivel de tensión intermedio (2,5 V por ejemplo), **Q2** y **Q3** pasarían a estado de conducción. Esto cortocircuita la fuente de potencia a través de estos dispositivos y daña con rapidez estos dispositivos. El acoplamiento de CA desactiva el circuito bajo cualquier situación en la que PLCX o PLCX2 quede bloqueada en cualquier estado estático.

15 (2) El acoplamiento de CA también reduce el calor de transición. En ausencia de soporte físico de espacio muerto, el acoplamiento de CA reduce el calor de transición al forzar un tiempo de conmutación a estado de corte más rápido para **Q2** y **Q3**. Cuando PLCX1 realiza una transición de alto a bajo, el lado opuesto de **C9** realiza una transición por debajo de masa. Esta tensión negativa se graba en la base de **Q2** a través de **D28**. Se extrae la carga de la base de **Q2** haciendo la conmutación a estado de corte mucho más rápida.

Inyección de línea de PLC

25 La PLC se inyecta en la línea a través de los condensadores en serie **C4**, **C5**, y **C6** (véase la **figura 11A**). Estos condensadores bloquean la señal de PLC generada frente a alta tensión. Pero a menos que **C4** / **C5** / **C6** sea muy grande, la impedancia de la capacidad en serie debilita la señal de modo sustancial. Desafortunadamente, los condensadores de valores grandes, alto bloqueo de tensión de CA y tamaño de montaje en tarjeta son raros y costosos. Por lo tanto, una bobina **L3** se ubica en serie con el condensador para cancelar parte de su impedancia. Para las aplicaciones de una tensión más baja (por ejemplo, 120 V), solo un condensador se requiere para el bloqueo de línea permitiendo que se use una inductancia más pequeña. Para unas tensiones de nivel medio (por ejemplo, 220 V, 347 V), han de usarse **C4** y **C5**. Para el nivel más alto de tensiones (por ejemplo, 480 V, 600 V), ha de usarse la totalidad de los tres condensadores. Por lo tanto, mediante la construcción del circuito de inyección de PLC para que coincida con el requisito de tensión de línea, la intensidad de señal puede maximizarse mientras que los costes se minimizan.

35 **C4**, **C5**, **C6**, y **L3** también actúan como un filtro LC. Para las aplicaciones de banda estrecha, se usa una capacidad más grande y una inductancia más pequeña. Para una banda más ancha, se usa una capacidad más pequeña y una inductancia más grande. Además, otro condensador (que no se muestra) puede ubicarse en las entradas de CV / CN. Esto ofrece otro polo más de filtrado, si así se desea. Esta parte puede montarse en la PCB o colocarse en el haz de cables.

Circuito de impulsos

45 El circuito de impulsos controla relés externos y cuenta los cierres de contacto. El control de relés externos da a los servicios públicos acceso a sucesos externos tales como el corte de la potencia a la casa o el control de otros electrodomésticos. La lectura de cierres de contacto posibilita que se supervisen otras cantidades de medición tal como gas y agua. El circuito de impulsos supervisa estas cantidades en ausencia de servicio eléctrico. Normalmente, se encuentran activos todos los servicios (tal como el gas, el agua y la electricidad). Debido a un suministro respaldado por batería, el gas y el agua se siguen supervisando con precisión en ausencia de servicio eléctrico. El circuito se muestra en la porción central de la **figura 11A**.

50 Lectura de cierres de contacto: Los puntos de contacto se aíslan con respecto al circuito principal a través de aisladores ópticos y un transformador de impulsos. Un microprocesador remoto **U4** sondea los cierres de contacto a través de un transformador de impulsos. Cualquier contacto que se cierre activará el aislador óptico (**OPT3** - **OPT6**) correspondiente y cortocircuita los condensadores (**C11** - **C14**). El microprocesador lee la tensión en estos condensadores para saber qué contactos se cerraron.

60 El circuito de impulsos está alimentado normalmente por +5 VCC (a través de **D5**). Pero cuando no se encuentran disponibles +5 VCC, el suministro de batería (a través de **D8**) se vuelve la fuente de potencia del circuito de impulsos. Debido a que la mínima tensión requerida del microprocesador está muy próxima a la tensión de batería de sistema, preferiblemente se tiene cuidado de maximizar la tensión de suministro. Se usa un diodo Schottky (**D8**) para minimizar la caída. Una alimentación de potencia separada (**D6** y **D7**) se usa para alimentar el cargador por impulsos, cuya tensión se mantiene por **C19**. Este condensador se carga a través de una resistencia limitadora de intensidad **R52** para minimizar las caídas de tensión debido a la resistencia de batería. Cuando el microprocesador activa **Q1**, **C19** vuelca la carga en el transformador de impulsos, proporcionando de ese modo la tensión de que se busca.

Salida de control de relés: El circuito de impulsos también emite el control de relés a través de **OPTA** y **OPTB**. Son controladores de salida opcionales un triac óptico, salida de contacto seco óptico, o una salida de +5 VCC.

5 Comunicación con el circuito de impulsos: El microprocesador realiza una comunicación serie con el ASIC por medio de las líneas **PO2**, **PO1**, y **PI1**. El procesador principal por lo tanto tiene acceso a cada uno de los registros de acumulador y tiene control de los canales de relé de salida.

10 Lectores de impulsos ampliados: la **figura 17C** muestra un diagrama esquemático de un circuito de expansión de impulsos preferido. Los circuitos de entrada se duplican tres veces en la tarjeta para una capacidad de medición ampliada. Para distinguir un procesador del siguiente, los diodos **D17**, **D19**, y **D21** realizan la función de identificar de forma única la posición. Esto permite que la totalidad de las 12 entradas sean únicas. Además, cuatro tarjetas de impulsos pueden encadenarse en serie para crear 48 entradas independientes. Para distinguir las cuatro tarjetas, se ubican unos puentes en **H2**, **H3**, **H4**, y **H5** para la identificación por el procesador.

15 **Circuito KYZ**

El circuito KYZ proporciona un cierre de contacto seco equivalente que puede gestionar 120 VCA en la entrada. Para evitar cualquier cortocircuito momentáneo a través de los terminales Y y Z, la circuitería impone un periodo muerto entre transiciones. La **figura 11B** proporciona un diagrama esquemático de KYZ.

20 La cantidad de medición se emite a través de la señal de LED y se almacena en memoria intermedia a través de **U2C**. Esta forma de onda pasa a través de un filtro RC que inclina los flancos de la señal cuadrada. Esta señal pasa a los comparadores **U2A** y **U2B**. **U2B** se activará solo cuando la señal ha pasado por encima de 4,5 V, dando lugar a que **Y** entre en contacto con **K**. **U2A** se activará solo cuando la señal ha pasado por debajo de 0,5 V, dando lugar a que **Z** entre en contacto con **K**. En la zona de 0,5 V a 4,5 V, no se realiza contacto alguno, imponiendo de ese modo el periodo muerto y evitando cortocircuitos momentáneos.

Mini-armario (5A)

30 El mini-armario (MC, *mini-closet*) supervisa un número masivo de puntos de medición eléctrica, ahorrando coste y espacio. El precio por punto de medición es mucho más económico. Asimismo, en las instalaciones en edificios de gran altura, a menudo se requieren salas enteras con el fin de contener la totalidad de los contadores eléctricos. Debido al diseño compacto del MC, solo se requiere un pequeño armario para la totalidad de los puntos de medición. Esto libera, para la gestión de edificios, salas adicionales que de otro modo se habrían asignado al montaje de contadores.

El mini-armario (MC) de 5 A supervisa preferiblemente 24 puntos de medición a partir de un dispositivo. Con unos transformadores de intensidad 5 A a 0,1 A internos, el MC recibe una intensidad tan alta como 5 A. El MC también utiliza una medición interna y almacena sus datos en una memoria FLASH. El diagrama esquemático de la tarjeta de interfaz de mini-armario (MCI, *mini-closet interface*) se muestra en las **figuras 15B** y **15C**.

40 El procesador principal se comunica con un microprocesador remoto **U1** y especifica qué canales de intensidad leer. **U1** controla el multiplexor analógico (**U2** - **U7**) y da entrada a las salidas de CT deseadas en el circuito de detección de intensidad.

45 El MC también puede supervisar unos niveles de intensidad más altos si se usan CT externos para reducir la intensidad.

Transpondedores de exploración

50 Un transpondedor de exploración (ST, *Scan Transponder*) se usa para comunicarse con cada uno de los contadores en un sistema de PLC para recopilar datos. El circuito de tarjeta de potencia de transpondedor puede encontrarse en la **figura 11A**. El transpondedor consiste en cuatro canales de comunicación de PLC: tres canales para comunicarse a lo largo de las tres fases del transformador de distribución y una cuarta fase para comunicarse a través de una línea de media tensión. El procesador principal se comunica con el procesador remoto **U1** a través de **PO1**, **PO2**, y **PI1** para controlar el control mediante puertas de los transmisores y los receptores.

60 El transpondedor de exploración recopila datos a partir de los contadores al sondear de forma secuencial cada contador de manera planificada y copiar los datos en su memoria. El ST puede estar equipado, de manera opcional, con una tarjeta de visualización de memoria grande. El transpondedor puede supervisar también la electricidad (es decir, funciona como un contador de usuario final). El transpondedor tiene la capacidad de almacenar datos adicionales con una tarjeta de visualización de memoria FLASH más grande opcional. El transpondedor también puede volcar, de manera periódica, datos en una fuente de memoria incluso más grande tal como un ordenador personal por medio de un módem o una conexión serie.

65

El ST requiere que se realice referencia cruzada de los números de serie de cada contador en su memoria. Esto posibilita que el ST identifique cualquier contador en su tabla de referencias cruzadas que no esté realizando comunicación. El ST también busca una transferencia óptima mediante la búsqueda de todas las combinaciones de fase, velocidad y modulación.

5

Lector óptico

Un circuito de lector óptico se muestra en la **figura 16**. Este circuito está diseñado para una fuente de batería. El diseño usa una fuente de intensidad constante de dos fases para proporcionar una tasa de comunicación aumentada con la circuitería de transistores (**Q1** y **Q2**).

10

Detección de robo

Los informes indican un robo de energía de un 10 % a un 30 % en algunas áreas. Una realización de detección de robo de la presente invención se basa en la hipótesis de que el robo no está extendido por igual entre los usuarios finales. En su lugar, probablemente existen algunos clientes que sustraen el 50 % de su energía, algunos que sustraen el 100 %, y muchos que no sustraen en absoluto. Cada transformador de distribución en una red de distribución de energía puede suministrar energía con facilidad a cientos de clientes. Los contadores de detección de robo se colocan, preferiblemente, en puntos estratégicos para estrechar la zona de detección de robo de las siguientes formas: (1) sobre la base de la población de usuarios finales - para determinar con precisión clientes conocidos que están sustrayendo; y (2) área geográfica - para estrechar el área de búsqueda en busca de tomas ilegales.

15

20

Además, en un área de servicio de 300 clientes, un cliente moroso con un uso promedio representa solo una variación de un 0,3 % en la energía total. Estrechar la zona de detección de robo aumenta la sensibilidad de detección. Si se supervisan 20 zonas iguales, la variación de un 0,3 % se registra de pronto como una variación de un 6 % en una zona de detección de robo.

25

El transformador de distribución en la **figura 23** tiene doce puntos de supervisión que provienen de las cuatro líneas de alimentación y de cada una de las tres fases. Los contadores **M1** - **M4** supervisan estos puntos y se denominan contadores de línea de alimentación. Mediante la medición de estos 12 puntos, la zona de detección de robo se reduce a $1/12$ de los puntos de medición originales. Además, los contadores de nodo **M5**, **M6**, **M7**, y **M8** dividen adicionalmente la rama norte en más zonas de detección. Si la totalidad de las cuatro líneas de alimentación se dividieran en solo tres zonas, habría 36 regiones de detección diferentes, dividiendo 300 clientes en 8 o 9 porciones de cliente. Por ejemplo, se determina un robo en la zona 1 si se detecta un robo de energía en **M1** pero no **M5** y **M6**.

30

35

Para los fines de la detección de robo, un cliente trifásico (3 ϕ) se trata como un cliente con tres servicios 1 ϕ . Esto aísla limpiamente la medición de energía entre las fases. Pero en aras de una facturación precisa de la demanda, los clientes 3 ϕ han de medirse de manera 3 ϕ . Si fases separadas obtuvieran una demanda máxima igual pero en intervalos de demanda no coincidentes, al cliente al que se facturara como tres 1 ϕ podría realizársele un cobro excesivo por su demanda. Por lo tanto, un contador 3 ϕ preferido es capaz de leerse o bien como tres contadores 1 ϕ o bien como un contador 3 ϕ , satisfaciendo de ese modo ambas condiciones. De manera similar, un mini-armario puede considerarse como veinticuatro contadores 1 ϕ y un contador 2 ϕ también puede considerarse como dos 1 ϕ . Esto posibilita que el sistema de detección de robo funcione con clientes de contadores 1 ϕ , 2 ϕ y 3 ϕ y de mini-armarios de 24 ϕ , incluyendo cualquier combinación de tales clientes.

40

45

Un transpondedor **T1**, ubicado en el transformador de distribución, recopila datos de contador a partir de todos los contadores de línea de alimentación P_F , los contadores de nodo P_N y los contadores de usuario final.

Este sistema logra lo siguiente: (1) aislamiento de la ubicación de robo a una rama de circuito muy pequeña; y (2) aislamiento del caso de robo en el tiempo.

50

El aislamiento de la ubicación de robo comprende las siguientes etapas:

(1) Comprobar los contadores de nodo que se encuentran más lejos, aquellos que no tienen otros contadores de nodo en su rama. En el presente caso, **M7**, **M8**, y **M5**. Un consumo de contadores de nodo que se registre más elevado que la suma de sus contadores de usuario final indica un robo.

55

(2) Comprobar las ramas de nodo que se encuentran más cerca del generador. En el presente caso, **M6**. El consumo en **M6** que se registre más elevado que la suma de **M5**, **M6**, y cualquier usuario final en esta zona, indica un robo.

60

(3) Seguir comprobando las ramas de nodo hacia abajo hasta que las ramas de nodo son los propios hilos de alimentación desde el generador.

65

El aislamiento del caso de robo en el tiempo: Usando una medición por intervalos, la detección de robo puede aplicarse a cada intervalo de medición para aislar el caso de robo. La precisión de identificación en el tiempo se determina por el intervalo de medición.

5 Mapeo de red de robo: la detección de robo requiere un mapa de red de todas las interconexiones de los contadores. No obstante, debido a que no siempre se encuentra disponible un diagrama de encaminamiento eléctrico preciso a partir del transformador de distribución, existe una necesidad de un esquema de mapeo. Un sistema de mapeo de detección de robo de una realización preferida realiza las siguientes tareas: (1) almacena datos que identifican todos los contadores de Línea de alimentación, de Nodo y de usuario final; (2) asocia los
10 contadores de usuario final con los Contadores de línea de alimentación y de rama de nodo; y (3) identifica la disposición de fases de los contadores de múltiples fases. Por ejemplo, en un contador trifásico, la fase 1 de la salida de transformador de distribución podría no estar conectada con la fase 1 del contador. También es preciso registrar esto en el mapa de red.

15 El sistema de mapeo de red no ha de estar incluido en la instalación permanente. Después de que se haya realizado el mapeo, el transpondedor recuerda la posición de la totalidad de los contadores, y el sistema de mapeo puede reciclarse para mapear otros transformadores de distribución. Un ordenador personal (**PC1**) es preferiblemente el controlador maestro del proceso de mapeo. Unos acopladores inductivos se colocan sobre los hilos de alimentación y los hilos de nodo para identificar la intensidad de señal de PLC de retorno. Las salidas de estas bobinas se multiplexan (bajo el control de **PC1**) a través de un filtro de paso de banda estrecho y hasta un DVM (tal como HP34401 A). **PC1** lee el nivel de señal a partir del **DVM** a través del bus de IEEE.

20 Identificación de contadores: **PC1** indica al transpondedor que recopile los números de serie de todos los contadores que existen en la red. El transpondedor solicita de forma secuencial un eco a partir de los contadores activos en la totalidad de las tres fases. Cuando un contador recibe la solicitud desde el transpondedor, esta envía de vuelta su número de serie al transpondedor.

25 Mapeo (de fases) de contadores de usuario final: contador 1 ϕ - La fase que el transpondedor lee con la mayor intensidad de señal es la fase de medición de este contador. Como alternativa, la fase puede determinarse de otra forma. La tasa de bits ha de ajustarse igual a la frecuencia de la línea. Debido al seguimiento de fase, las transiciones de bits tienen lugar en los pasos por cero de la tensión de línea. Si la señal de retorno desde el contador tiene pasos por cero con las fases de medición de transpondedor, entonces se dice que el contador se encuentra en la fase de transpondedor A (T ϕ A). Si existe un desplazamiento de +120°, se dice que este se encuentra en la fase de transpondedor B (T ϕ B). Y la fase restante es la fase de transpondedor C (T ϕ C).

30 Contador 3 ϕ - Debido a que la fase 1 del contador podría no estar conectada con la fase 1 de su Contador de nodo, se requiere un mapeo para identificar la disposición de fases. Al igual que el contador 1 ϕ , el transpondedor emite una señal de PLC con la tasa de bits igual a la frecuencia de la línea. Pero esta vez es el contador 3 ϕ el que compara las transiciones de bits de PLC con los pasos por cero de cada una de sus fases de medición. A partir de estas comparaciones, el contador determina qué fases de medición están conectadas con T ϕ A, T ϕ B y T ϕ C. El contador de nodo repite el proceso para identificar la relación de mapeo de fases. Estas relaciones se transmiten de vuelta al transpondedor para correlacionar las fases de los contadores de nodo con su contador 3 ϕ .

35 Mapeo de líneas de alimentación: **PC1** se comunica con el transpondedor a través de su puerto óptico para indicar a un contador que envíe un mensaje de 30 segundos. El ordenador **PC1** sondea cada uno de los acopladores en busca de la intensidad de señal. El acoplador con la señal más intensa indica la posición de las líneas de alimentación.

40 Mapeo de nodos: Comenzando en los contadores de nodo más alejados, los acopladores se colocan en estos contadores y se comprueban para la intensidad de señal que vuelve del contador. Si no se encuentra presente una señal, los acopladores se mueven hacia abajo un nodo por vez y se prueban de nuevo para la intensidad de señal de retorno. El proceso se repite hasta que se mapean todos los nodos.

45 En una realización adicional, el mapeo de las ubicaciones de los contadores se usa para ubicar roturas de línea. La presente realización comprende un método de determinación de la ubicación de una ruptura en una red de distribución de electricidad de líneas de alimentación que tiene unos contadores de electricidad de usuario final controlados por microprocesador operativos para comunicarse con un ordenador ubicado de manera remota. El método comprende las etapas de: (1) mapear la ubicación de cada contador de usuario final; (2) recibir de manera periódica datos a partir de cada contador de usuario final en respuesta a una pregunta a ese contador; (3) cuando una pluralidad de contadores en la misma rama de la red no notifican durante un periodo dado, preguntar a los
50 contadores en ramas vecinas para determinar con precisión la ubicación de una ruptura. Tales preguntas, que se usan junto con el mapa de red, ubicarán la ruptura (al menos hasta la resolución proporcionada por las ubicaciones de los contadores interrogables) en unos pocos segundos, reduciendo de este modo el tiempo que se requiere habitualmente para encontrar una ruptura al hacer que el personal de reparación de línea inspeccione visualmente las líneas hasta que se descubre la ruptura.

En una realización adicional, un ordenador personal (PC, *personal computer*) está conectado con un transpondedor de exploración y emite instrucciones al ST para, de manera continua, sondear de forma secuencial cada contador en busca de un eco. Cuando múltiples contadores no hacen eco, el ST correlaciona los números de serie de estos contadores en un mapa de distribución eléctrica (obtenido por el esquema de mapeo de detección de robo, por ejemplo). Si los contadores que no establecen comunicación se encuentran sobre la misma trayectoria de distribución, el PC presupone que existe una rotura de línea de alimentación en el punto en el mapa en el que los contadores no se comunican.

Contador virtual

En una realización preferida (un ejemplo que usa un conmutador de transferencia automático (ATS, *Automatic Transfer Switch*) se representa en la **figura 24**), un único contador puede supervisar el consumo a partir de dos o más fuentes por ejemplo, un servicio público y un generador local - y almacenar los datos en unos conjuntos correspondientes separados de registros de datos. En el ejemplo que se ilustra en la **figura 24**, una línea de señal de control lógico a partir del ATS está conectada con el contador. Cuando la potencia proviene del servicio público, el contador almacena datos de medición en un primer conjunto de registros de datos. Cuando la potencia del servicio público se interrumpe y el ATS suministra potencia a partir del generador local, la línea de control a partir del ATS activa el contador para almacenar datos de medición en un segundo conjunto de registros de datos. Cuando se restablece el servicio público, el ATS conmuta la fuente de potencia de vuelta al servicio público y libera la línea de control; los datos de medición se almacenan una vez más en el primer conjunto de registros de datos. Los expertos en la materia reconocerán que la presente realización puede aplicarse a situaciones más generales en las que existan múltiples fuentes de potencia y el contador reciba una señal que indique cuándo conmutar el almacenamiento de datos de medición a otro conjunto de registros de datos.

Contadores de crédito y de prepago

Los contadores de crédito y de prepago de una realización preferida abordan los problemas con los presentes sistemas de crédito y de prepago. No es necesario que operador alguno entre en la vivienda debido a que todas las transacciones se realizan por PLC. No son necesarias tarjetas magnéticas, propensas a fraude, debido a que un operador del servicio público remoto gestiona la compra de energía y deposita la cantidad en el contador por PLC.

Contadores de prepago: En una realización de prepago de un sistema preferido, la energía se compra por un cliente usuario final a partir de un operador de sistema (habitualmente, un operador del servicio público) por adelantado. El operador deposita la energía comprada en el contador del cliente por PLC. Cuando el cliente ha alcanzado su límite de prepago, el contador corta la potencia a la casa. Preferiblemente, el visualizador LCD alterna (es decir, visualiza cada una durante un periodo predefinido, entonces visualiza otra) entre las siguientes visualizaciones, por ejemplo: (1) "Depósito de 50 \$, 01/23/01"; (2) "Restan 23,45 \$" (cantidad actual restante); y (3) "Corte estimado 11:43 02/28/01" (sobre la base del consumo presente).

Contadores de crédito: En una realización de crédito de un sistema preferido, la energía se compra a crédito. Cuando el cliente no paga su factura, un operador puede cortar la alimentación mediante una indicación al contador a través de PLC. El visualizador LCD alterna entre la visualización de las siguientes cantidades, por ejemplo: (1) "Última factura: 62,53 \$ 12/15/00"; (2) "Consumo: 45623,453 kWh" (consumo en la última factura); (3) "Factura prevista: 59,35 \$ 01/23/01" (1/23/01 es el final del presente ciclo de facturación); y (4) "Coste por kWh 0,15 \$".

En una realización preferida, también un operador, cuando se desee, programa de manera remota los contadores para cortar la alimentación cuando se cumplen o se superan determinados parámetros. Por ejemplo, un cliente con un crédito inferior puede hacer que se interrumpa su alimentación de forma temporal cuando este usa 10 amperios, cuando este usa 5 amperios, o cuando se supera su nivel de consumo asignado. El soporte físico y la metodología para tal programación remota se divulgan en lo que antecede.

Contador de impresión

En una realización adicional, los subcontadores están equipados con impresoras. En la presente realización, el servicio público sigue sondeando los contadores en busca de datos a través de PLC y, por lo tanto, tiene control sobre la información de facturación. El servicio público calcula la factura y los datos se descargan en el contador para una impresión local. Debido a que la impresora local se encuentra bajo el control del servicio público, el servicio público también puede iniciar la impresión de otros mensajes a través de PLC. Tales otros mensajes pueden incluir recibos de facturación, cambios de tasa y perfiles de uso.

Esta es una característica útil en situaciones en las que es poco conveniente que un lector de contadores entre en la vivienda para leer el contador (por ejemplo, en culturas o países en los que no se permite que un lector de contadores de sexo masculino lea el contador si el marido no se encuentra en el hogar), o en los que el servicio de correos local no es fiable para enviar facturas.

Deshabilitar clientes usando GFI

5 La presente realización permite que un servicio público desconecte un cliente de manera económica al aprovecharse de una Interrupción por defecto a masa (GFI, *Ground Fault Interrupt*) existente capaz de interrumpir la alimentación al cliente. Por ejemplo, la mayor parte de los clientes residenciales en Europa están equipados con una GFI en todo el hogar. La GFI es un circuito de protección que desconecta la alimentación durante un flujo de intensidad anómalo. En una realización preferida, cuando el servicio público desea suprimir el servicio a un cliente, el servicio público envía una señal de PLC al contador. El contador activa entonces la GFI con una circuitería integrada en tarjeta. El servicio público puede desear desactivar los clientes para aplicaciones de gestión en el lado de la demanda, o cuando los clientes no pagan sus facturas.

10

El contador preferiblemente activa el GFI (véase la **figura 25**) o bien (1) iniciando una pequeña fuga a tierra, o bien (2) acoplado una pequeña cantidad de intensidad en el toroide de GFI.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para supervisar el uso de energía en una línea de alimentación que comprende:
 - 5 (a) un dispositivo de medición de electricidad digital controlado por microprocesador electrónico (100) acoplado con una línea de alimentación y que incluye una memoria no volátil no alimentada por baterías, en donde dicho dispositivo de medición (100) es accionable para realizar una medición por intervalos para cada uno de una pluralidad de intervalos, es accionable para almacenar en dicha memoria datos que se adquieren por dicha medición por intervalos para cada uno de dicha pluralidad de intervalos, de una forma
 - 10 tal que posibilita la recuperación de mediciones para intervalos individuales de dicha pluralidad de intervalos y es accionable para recibir una solicitud de datos y transmitir datos en respuesta a dicha solicitud a través de dicha línea de alimentación; y
 - (b) un recopilador de datos acoplado con el dispositivo de medición (100) a través de dicha línea de alimentación, siendo el recopilador de datos accionable para recibir datos desde y transmitir datos al dispositivo de medición (100) a través de la línea de alimentación; accionable para almacenar datos que se reciben desde el dispositivo de medición (100) a través de la línea de alimentación, y accionable para recibir datos a partir de y transmitir datos a un ordenador ubicado de manera remota (140).
- 20 2. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho recopilador de datos es un transpondedor (130).
3. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de medición (100) está acoplado con un dispositivo de salida accionable para controlar cargas en dicha línea de alimentación.
- 25 4. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de medición (100) es accionable para medir energía eléctrica reactiva.
5. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho recopilador de datos es accionable para recibir datos desde y transmitir datos a dicho ordenador ubicado de manera remota (140) a través de una línea de alimentación.
- 30 6. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho recopilador de datos es accionable para recibir datos desde y transmitir datos a dicho ordenador ubicado de manera remota (140) a través de una línea de teléfono.
7. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho recopilador de datos está acoplado con, y es accionable para almacenar datos en, una memoria FLASH no volátil.
- 35 8. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de medición (100) comprende un microprocesador (U2) que es programable de manera remota.
9. Un sistema como en la reivindicación 8, en el que el microprocesador (U2) es accionable para programarse de manera remota para cambiar qué datos son almacenados por el dispositivo de medición (100) y en qué intervalos de tiempo.
- 40 10. Un sistema como en la reivindicación 8, en el que el microprocesador (U2) es accionable para programarse de manera remota para cambiar perfiles de tiempo de uso.
- 45 11. Un sistema como en la reivindicación 8, en el que el microprocesador (U2) es accionable para programarse de manera remota para cambiar si el dispositivo de medición (100) funciona de manera prepago o de crédito.
- 50 12. Un sistema como en la reivindicación 8, en el que el dispositivo de medición (100) es accionable para recuperar datos locales.
13. Un sistema como en la reivindicación 12, en el que dicho dispositivo de medición (100) está acoplado con un dispositivo de visualización local (LCD1).
- 55 14. Un sistema como en la reivindicación 13, en el que el microprocesador (U2) es accionable para programarse de manera remota para cambiar qué datos se visualizan en dicho dispositivo de visualización (LCD1).
15. Un sistema como en la reivindicación 8, en el que dicho microprocesador (U2) es accionable para reprogramarse de manera local a través de un dispositivo de entrada de datos locales.
- 60 16. Un sistema tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la memoria no volátil no alimentada por baterías es una memoria FLASH.
- 65 17. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de medición (100) está acoplado con, y es accionable para recibir datos a partir de, otros dispositivos de medición.

18. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de medición (100) es accionable para ajustar la frecuencia sobre la que transmite datos a través de dicha línea de alimentación.
- 5 19. Un sistema como en la reivindicación 18, en el que dicha frecuencia se ajusta en respuesta a indicaciones que se reciben desde un ordenador remoto.
20. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de medición (100) comprende un dispositivo de impresión en papel.
- 10 21. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que dicha medición por intervalos comprende almacenar de manera periódica datos en la memoria no volátil no alimentada por baterías.
- 15 22. Un sistema como en la reivindicación 21, en el que dicho dispositivo de medición (100) es además accionable para agregar por parte de dicho microprocesador datos almacenados tras una solicitud
23. Un sistema como en la reivindicación 21, en el que dicho dispositivo de medición (100) es además accionable para notificar el uso de energía acumulado.
- 20 24. Un sistema como en la reivindicación 23, en el que dicho uso de energía es real, reactivo o aparente.
- 25 25. Un sistema como en la reivindicación 24, en el que dichos datos agregados se agregan de acuerdo con intervalos de dicha medición por intervalos.
26. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que los datos que se adquieren por dicha medición por intervalos se almacenan de tal modo que los datos que se adquieren durante cada intervalo se almacenan en un registro separado.
- 30 27. Un sistema como en la reivindicación 26 que además comprende unos medios para alterar qué registro almacena datos y para qué intervalo.
- 35 28. Un sistema como en la reivindicación 1, en el que los datos que se adquieren por dicha medición por intervalos se almacenan de tal modo que los datos que se adquieren para cada intervalo pueden recuperarse por separado durante algún tiempo después del siguiente intervalo.
29. Un método de supervisión del uso de energía, que comprende las etapas de:
- (a) medir a intervalos regulares el uso de energía usando un dispositivo de medición de electricidad digital controlado por microprocesador (100);
- 40 (b) almacenar datos que se adquieren por medición por intervalos, representando dichos datos el uso de energía medido para cada uno de una pluralidad de dichos intervalos regulares, en una memoria no volátil no accionada por baterías de dicho dispositivo de medición, en el que dichos datos que se adquieren por dicha medición por intervalos se almacenan de una forma tal que posibilita la recuperación de mediciones para intervalos individuales de dicha pluralidad de intervalos;
- 45 (c) recibir una solicitud para dichos datos almacenados a través de una línea de alimentación desde un transpondedor (130), y
- (d) en respuesta a dicha solicitud, transmitir dichos datos almacenados a través de dicha línea de alimentación a dicho transpondedor (130).
- 50 30. Un método como en la reivindicación 29, en el que dicho dispositivo de medición (100) comprende un microprocesador programable de manera remota (U2).
- 55 31. Un método como en la reivindicación 30, en el que dicho microprocesador (U2) puede programarse de manera remota y es accionable para llevar a cabo una acción programada cuando un parámetro medido alcanza o supera un valor descargado.
32. Un método tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 29 a 31 en el que la memoria no volátil no alimentada por baterías es una memoria FLASH.
- 60 33. Un método como en cualquiera de las reivindicaciones 29 a 32, en el que para cada intervalo de dicha pluralidad de dichos intervalos regulares, datos que representan el uso de energía medido para ese intervalo se almacenan en un registro separado de los que se usan para almacenar datos para otros de dichos intervalos.
- 65 34. Un método como en la reivindicación 33, en el que para cada intervalo de dicha pluralidad de dichos intervalos regulares, datos que representan el uso de energía medido para ese intervalo pueden recuperarse por separado durante algún tiempo después de un intervalo subsiguiente.

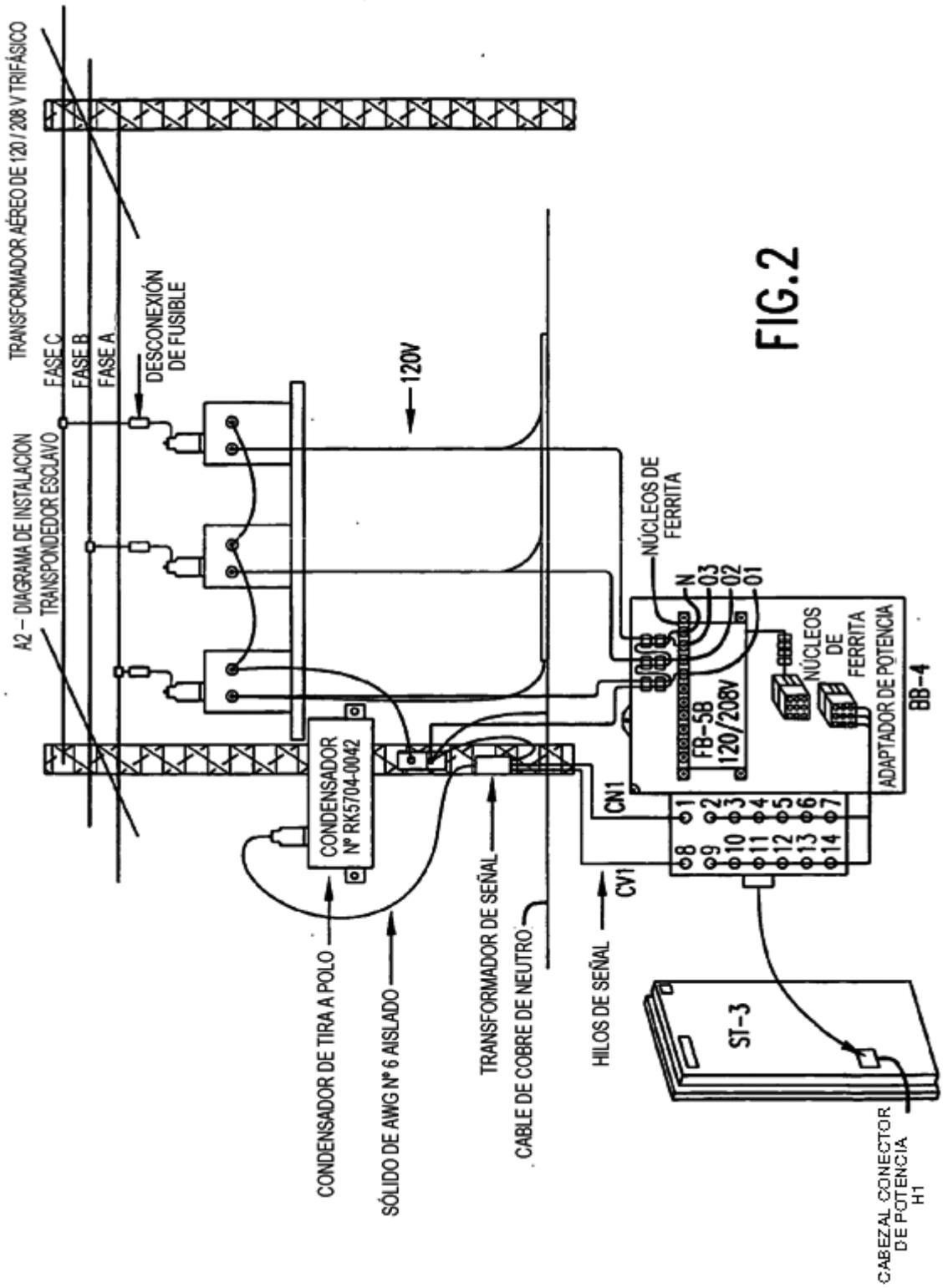


FIG.2

A3 - DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSPONDEDOR MAESTRO EN ARMARIO DE CONMUTACIÓN SIN USAR

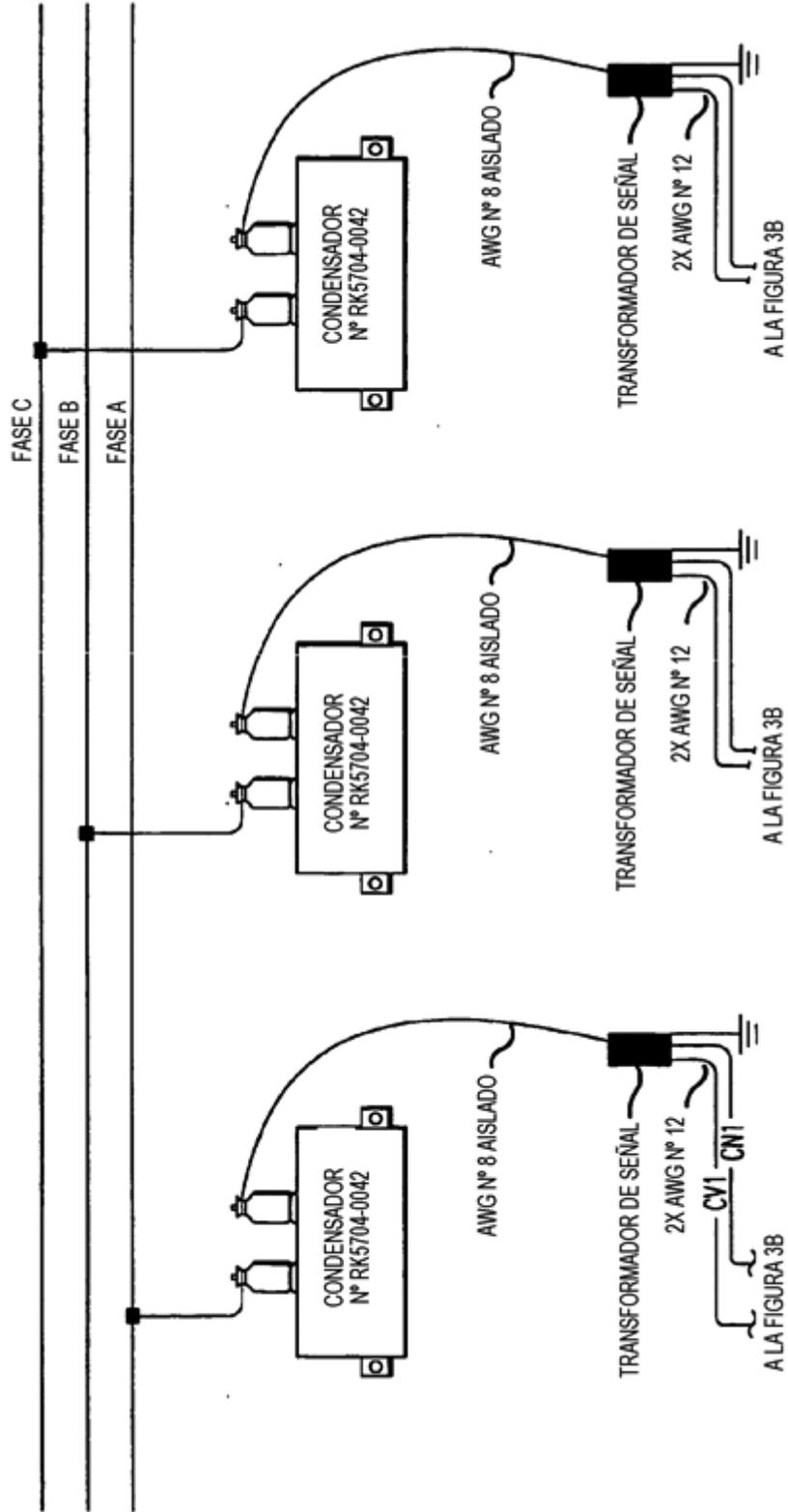


FIG.3A

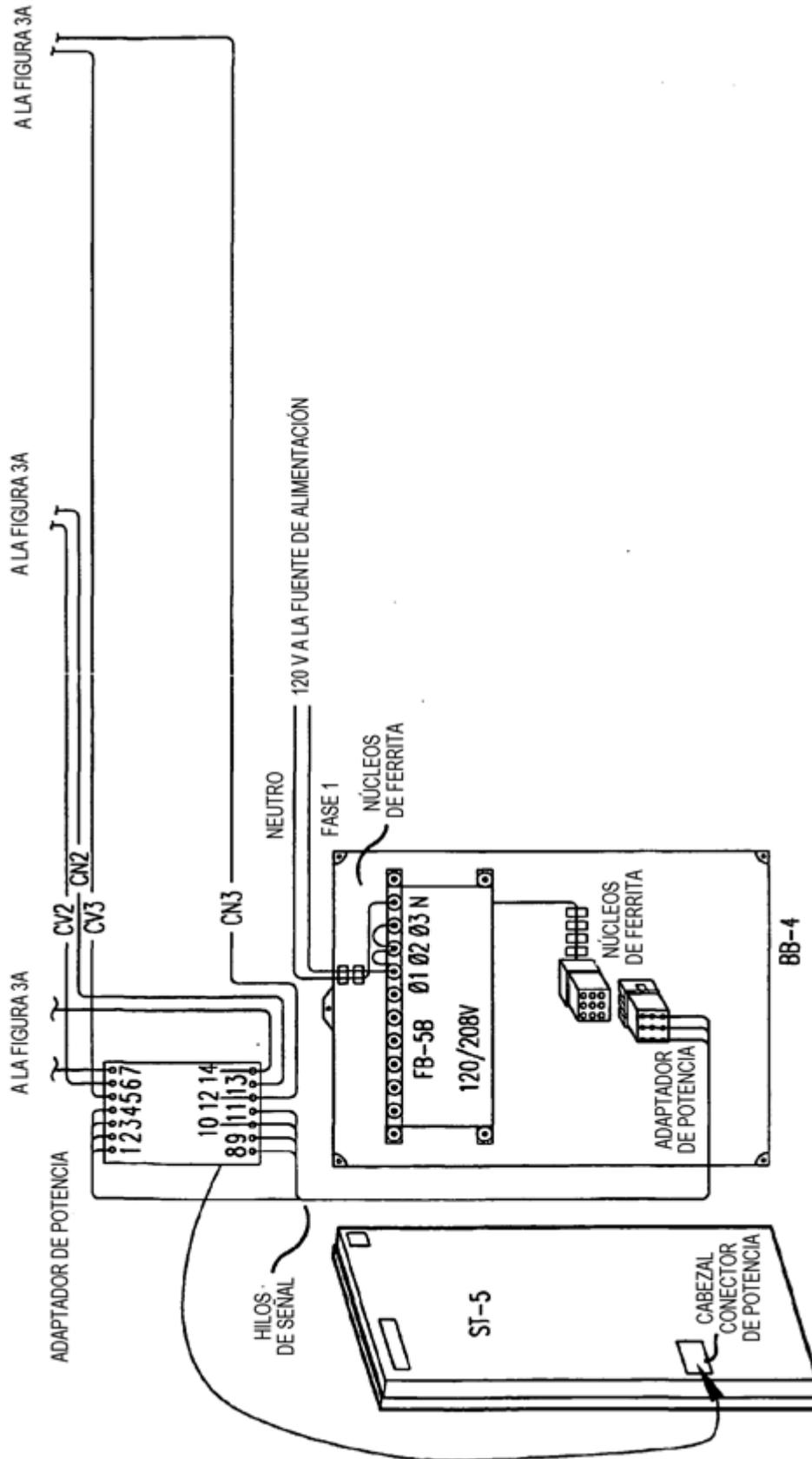


FIG.3B

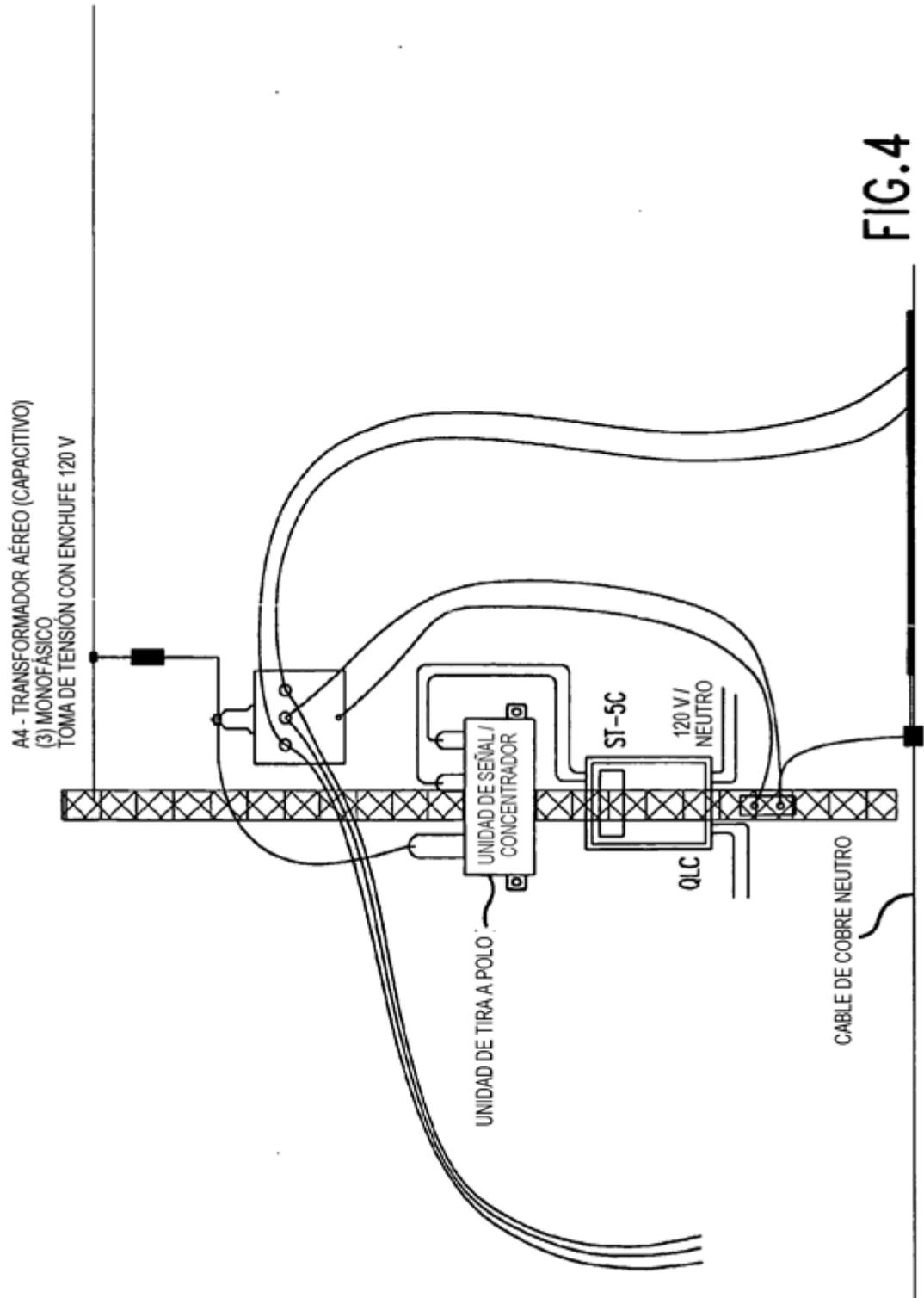


FIG.4

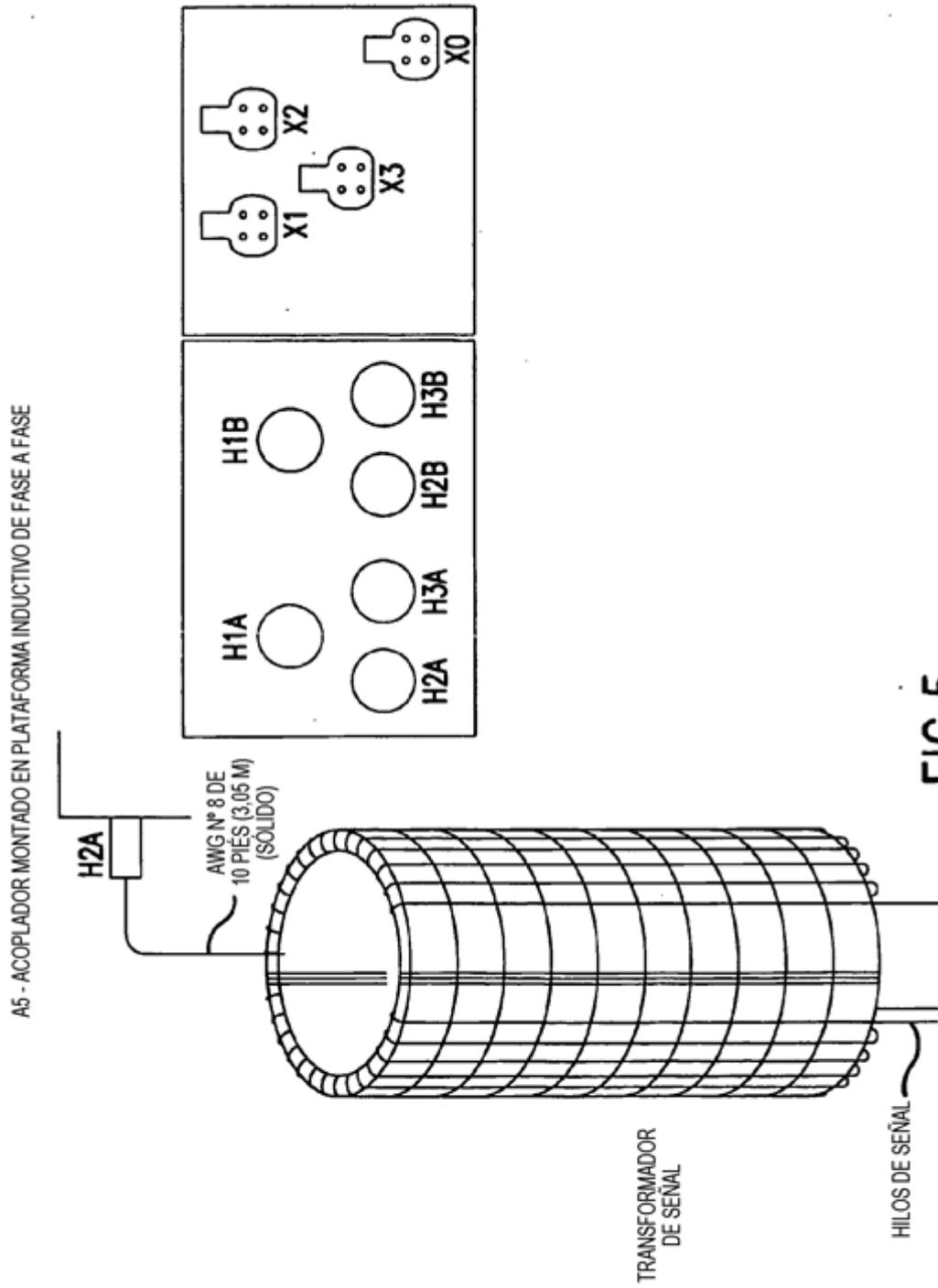


FIG.5

A6 - MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE SEÑAL

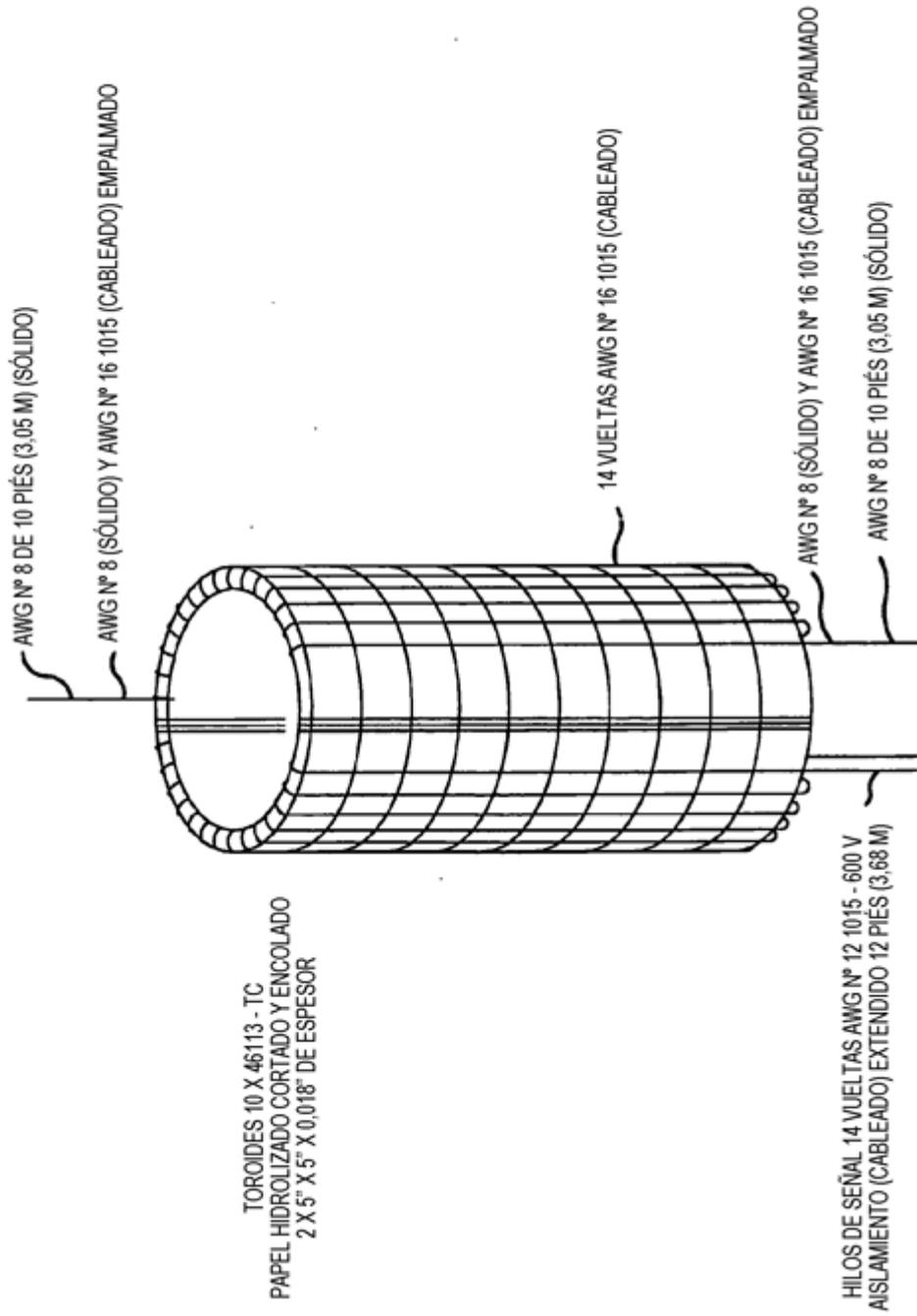


FIG.6

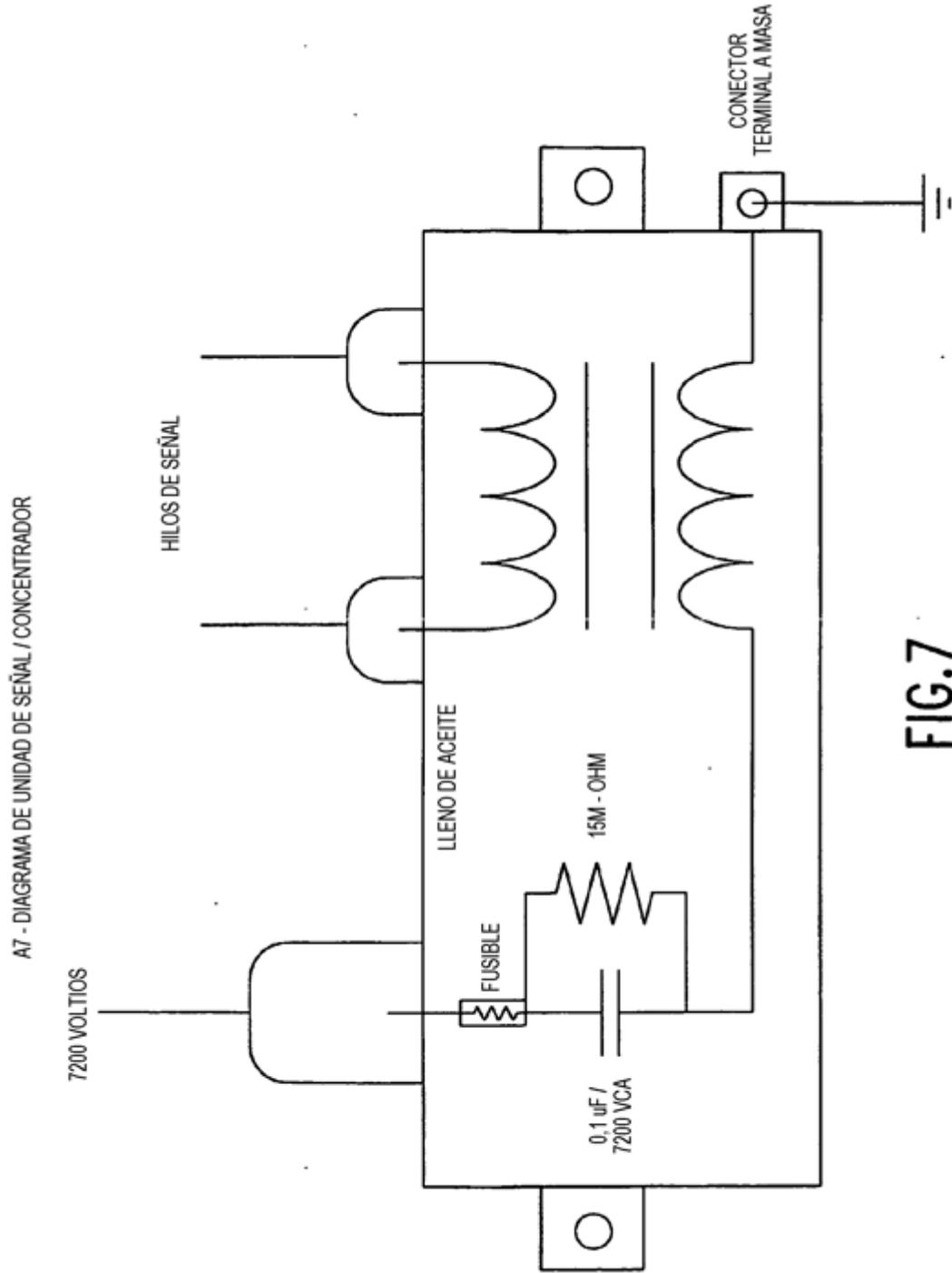


FIG.7

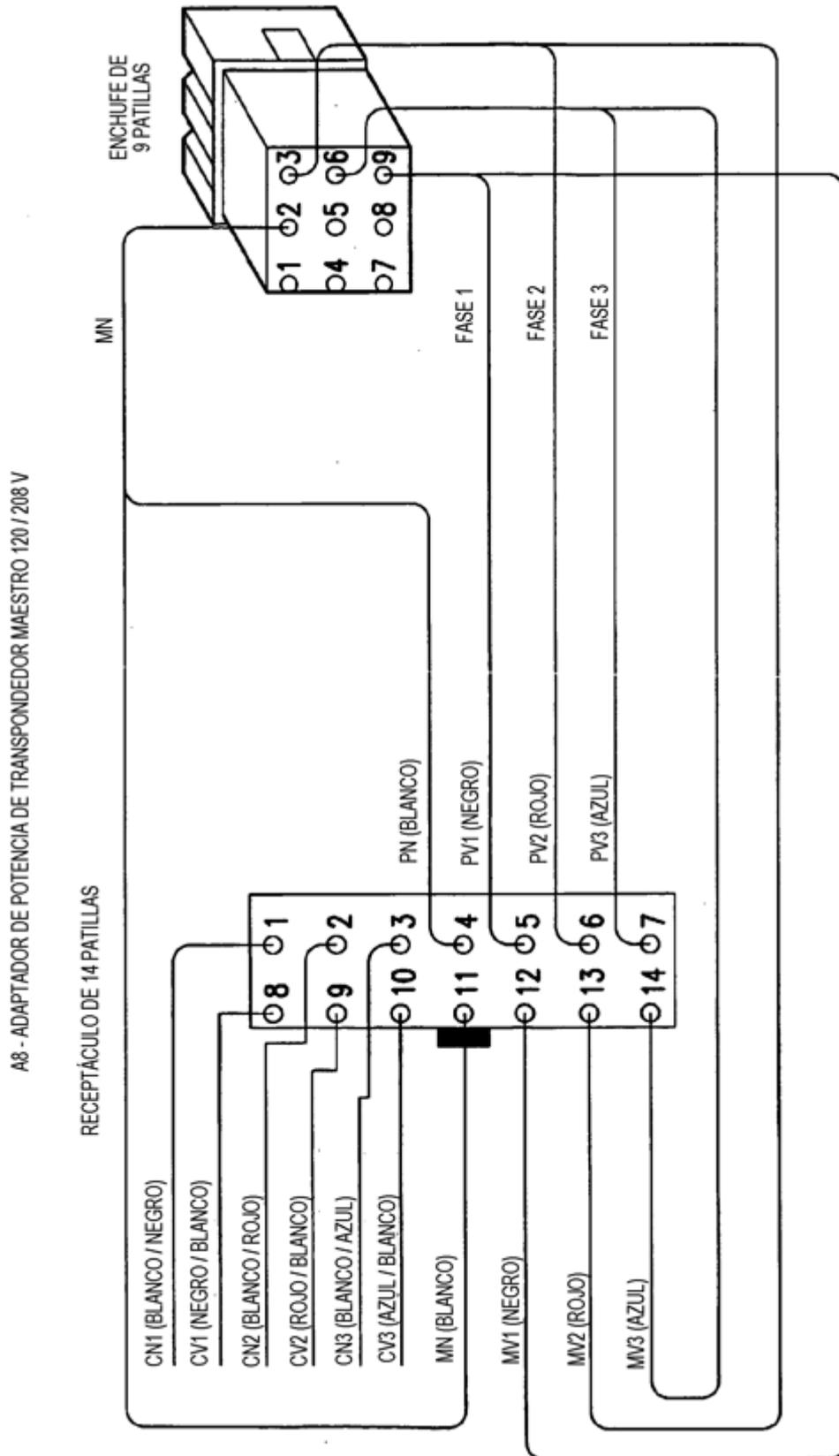


FIG.8A

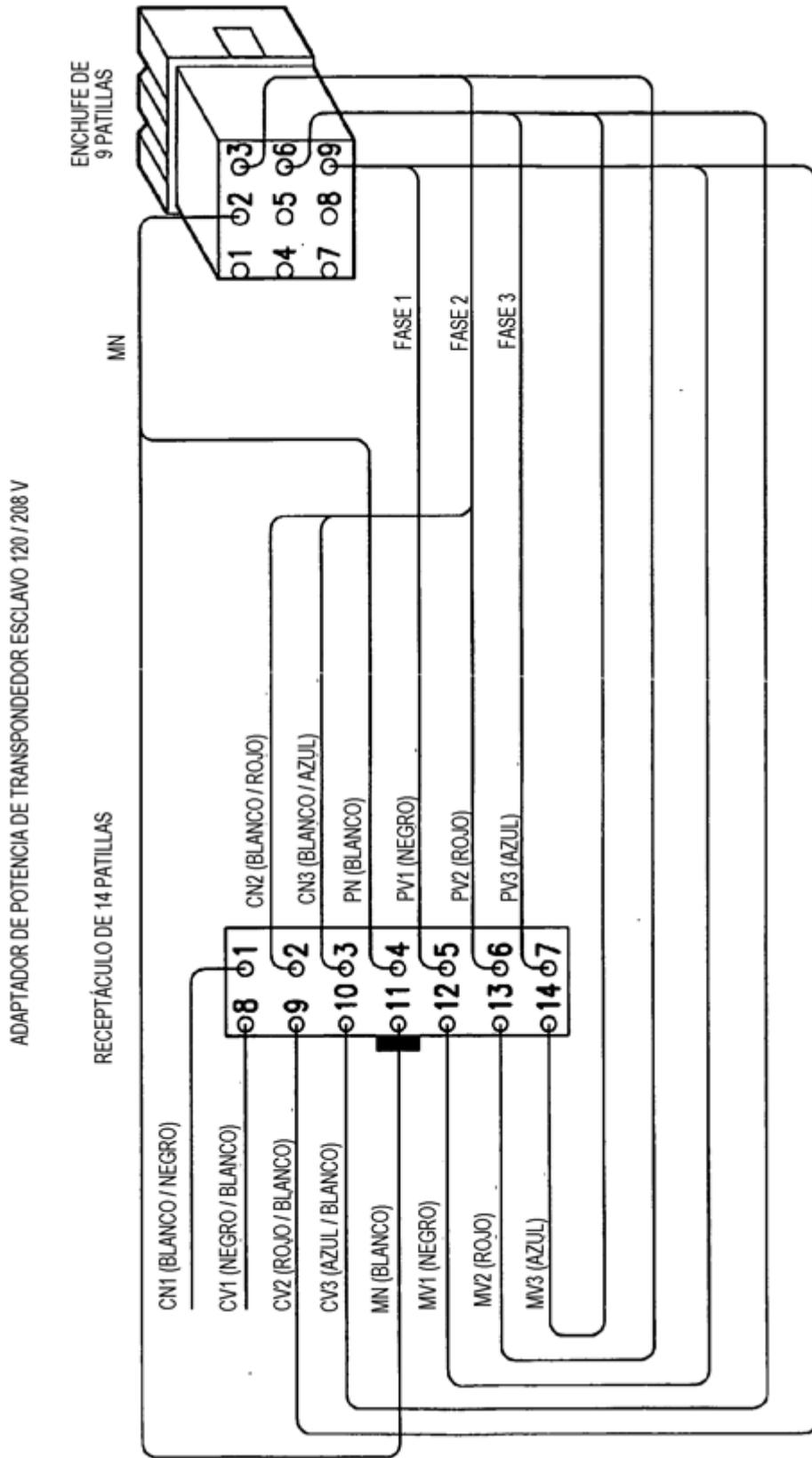


FIG.8B

	FIG.9A-1	FIG.9A-2
FIG.9A-3	FIG.9A-4	FIG.9A-5
FIG.9A-6	FIG.9A-7	FIG.9A-8
FIG.9A-9	FIG.9A-10	FIG.9A-11

FIG. 9A

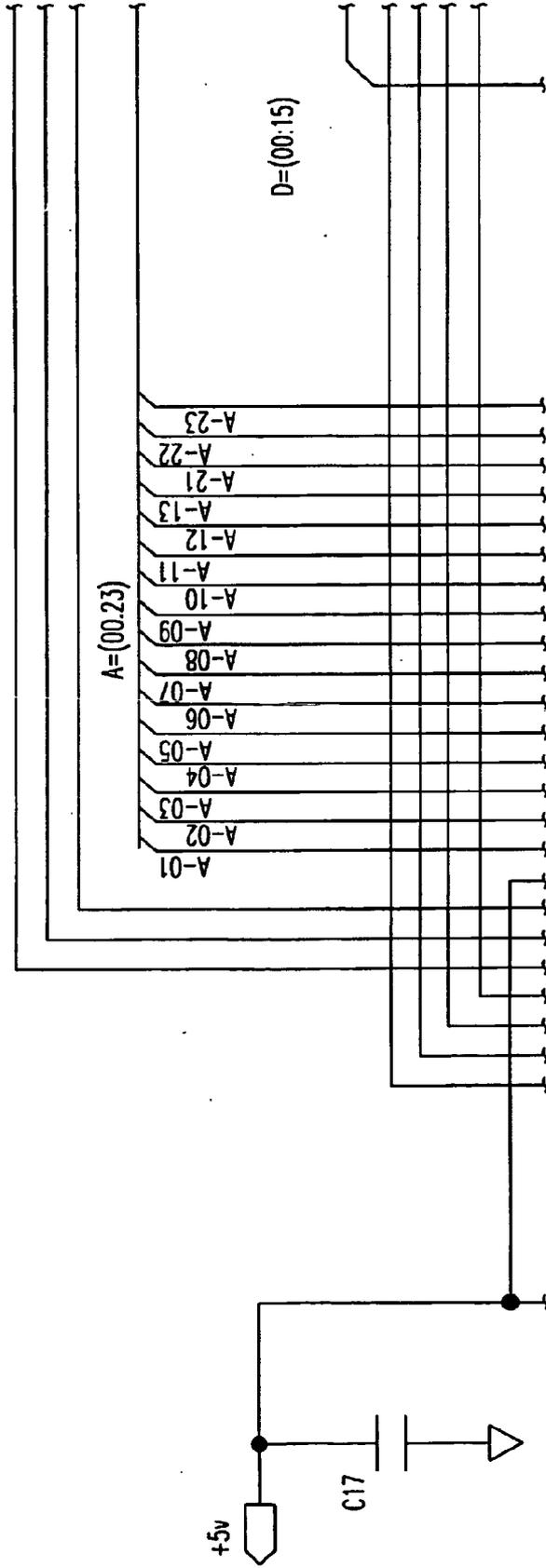


FIG.9A--1

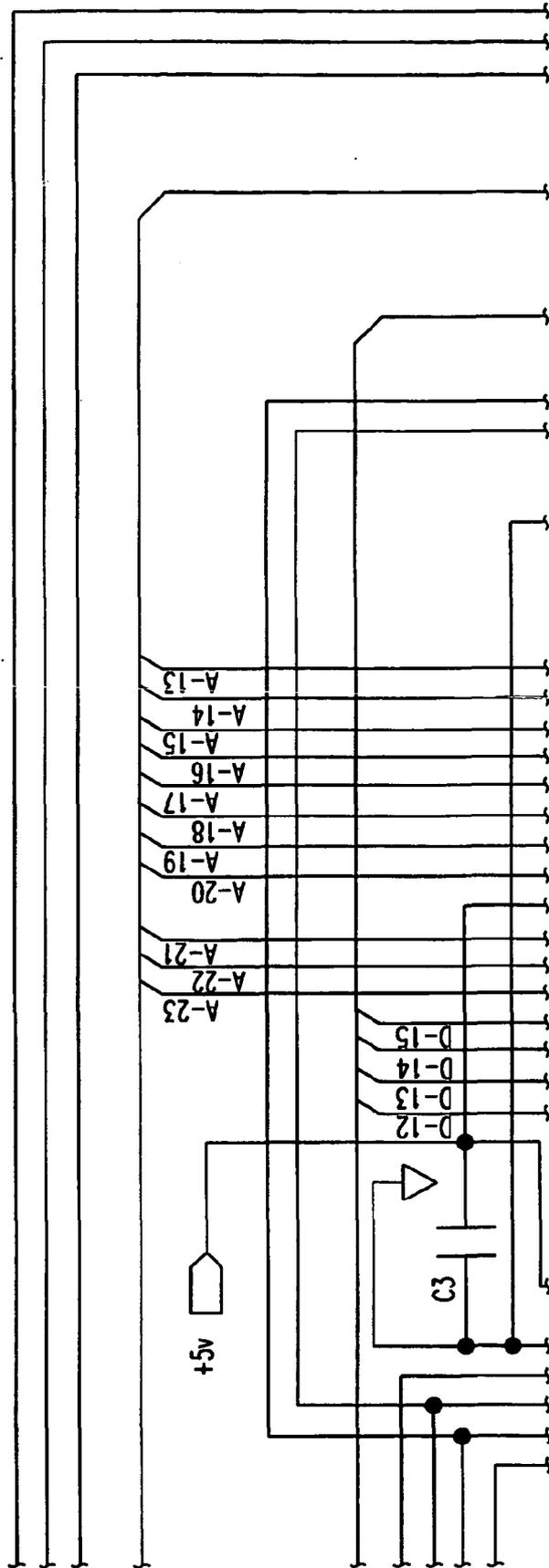


FIG.9A--2

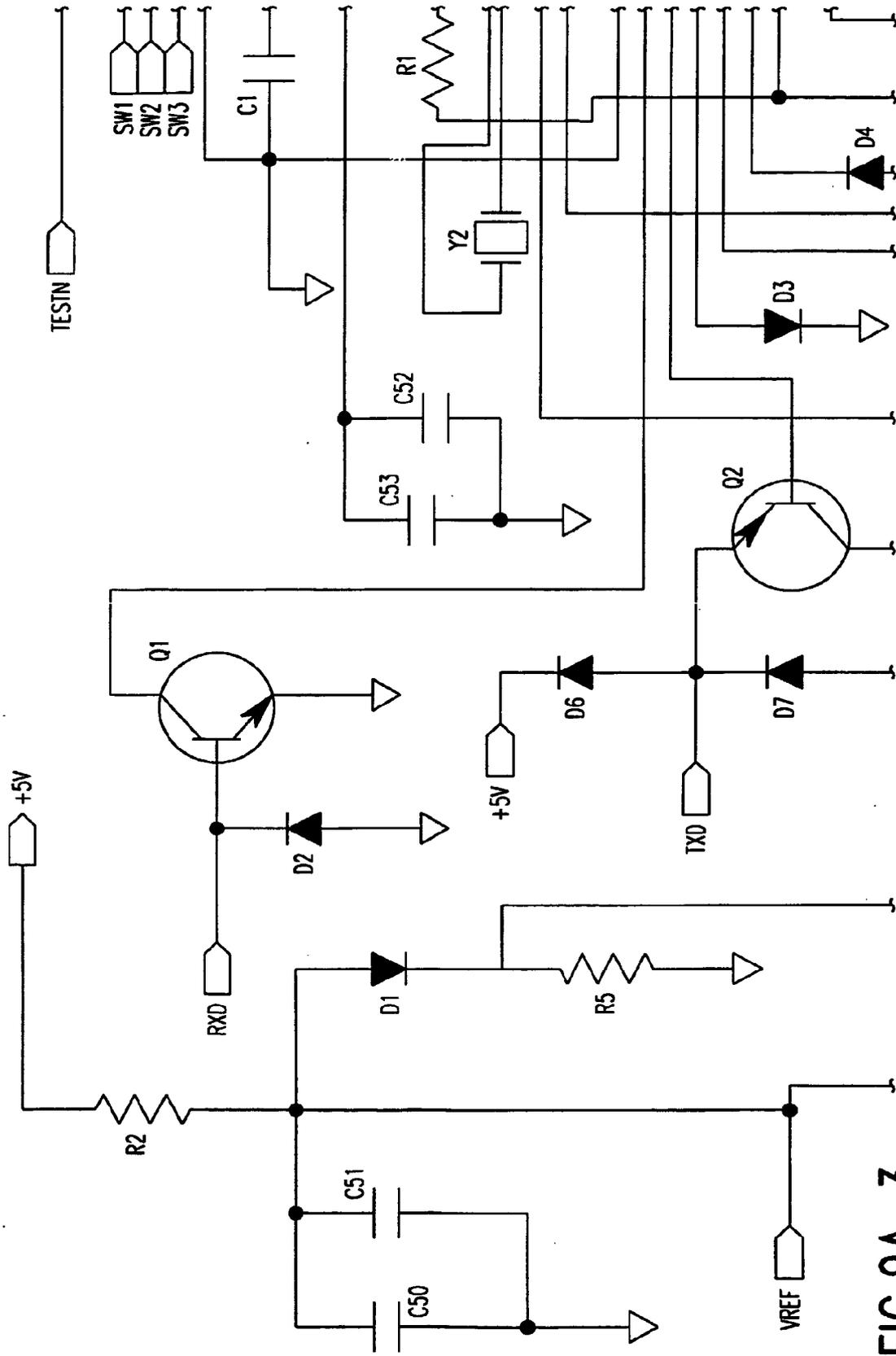


FIG. 9A-3

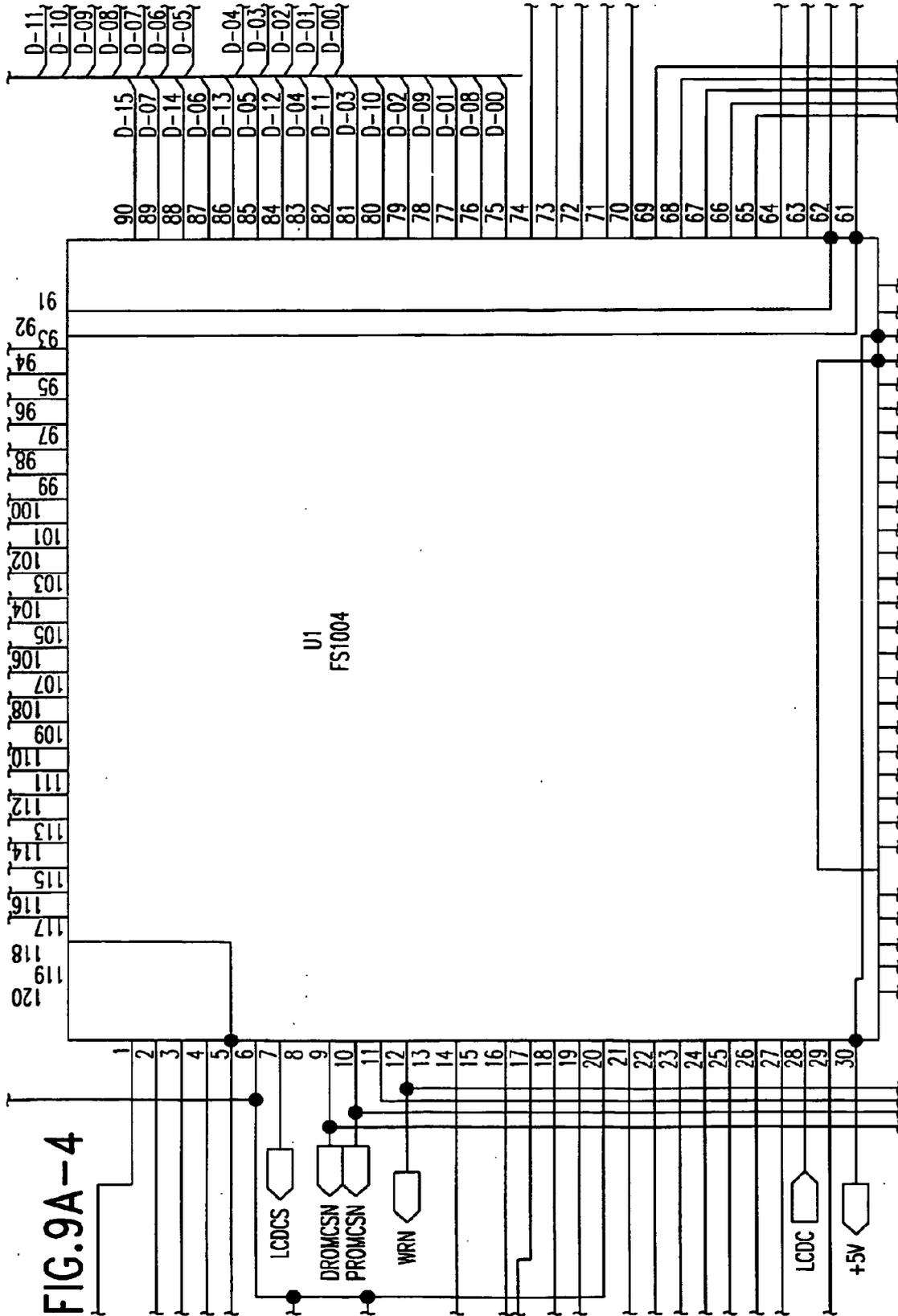


FIG.9A-4

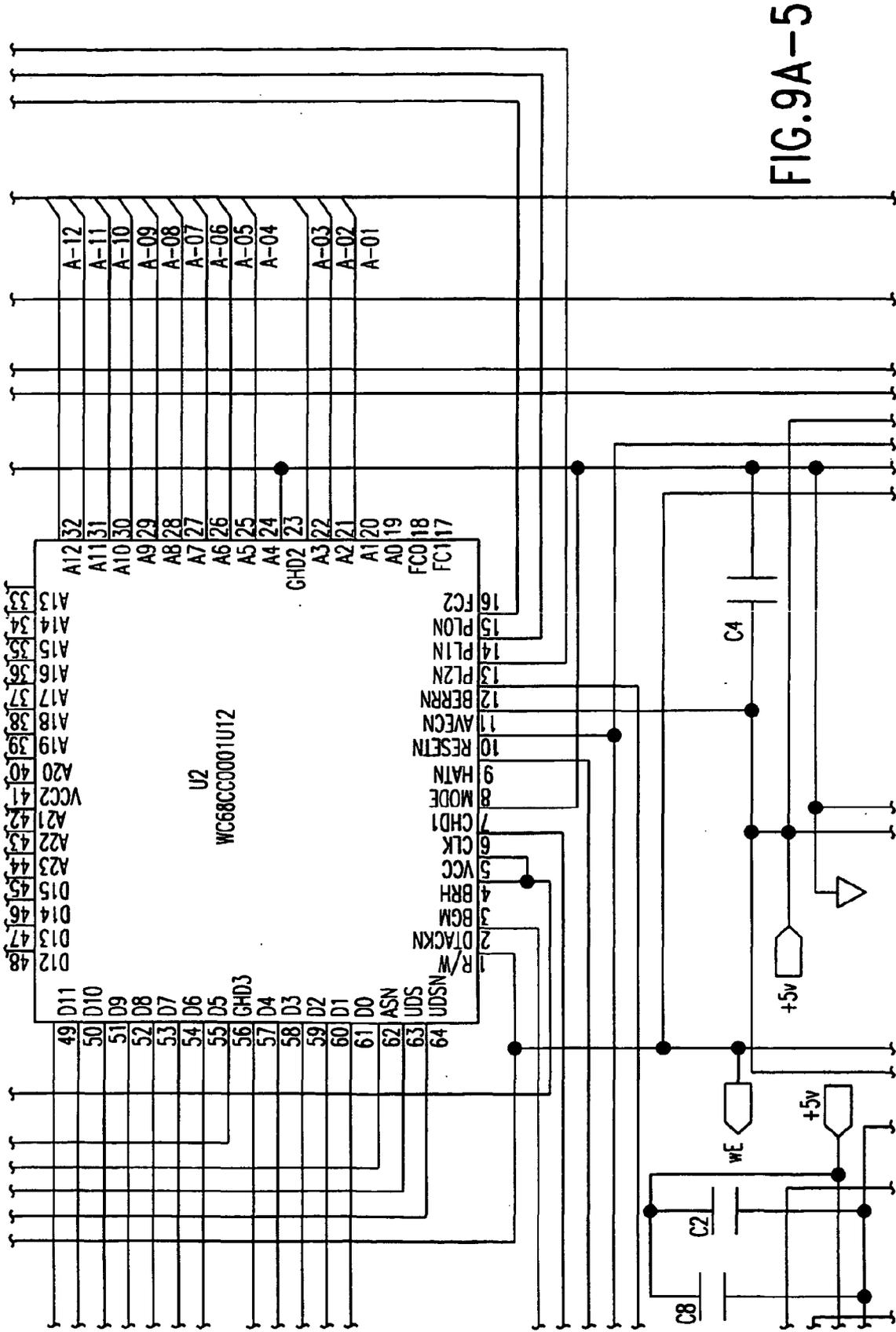


FIG.9A-5

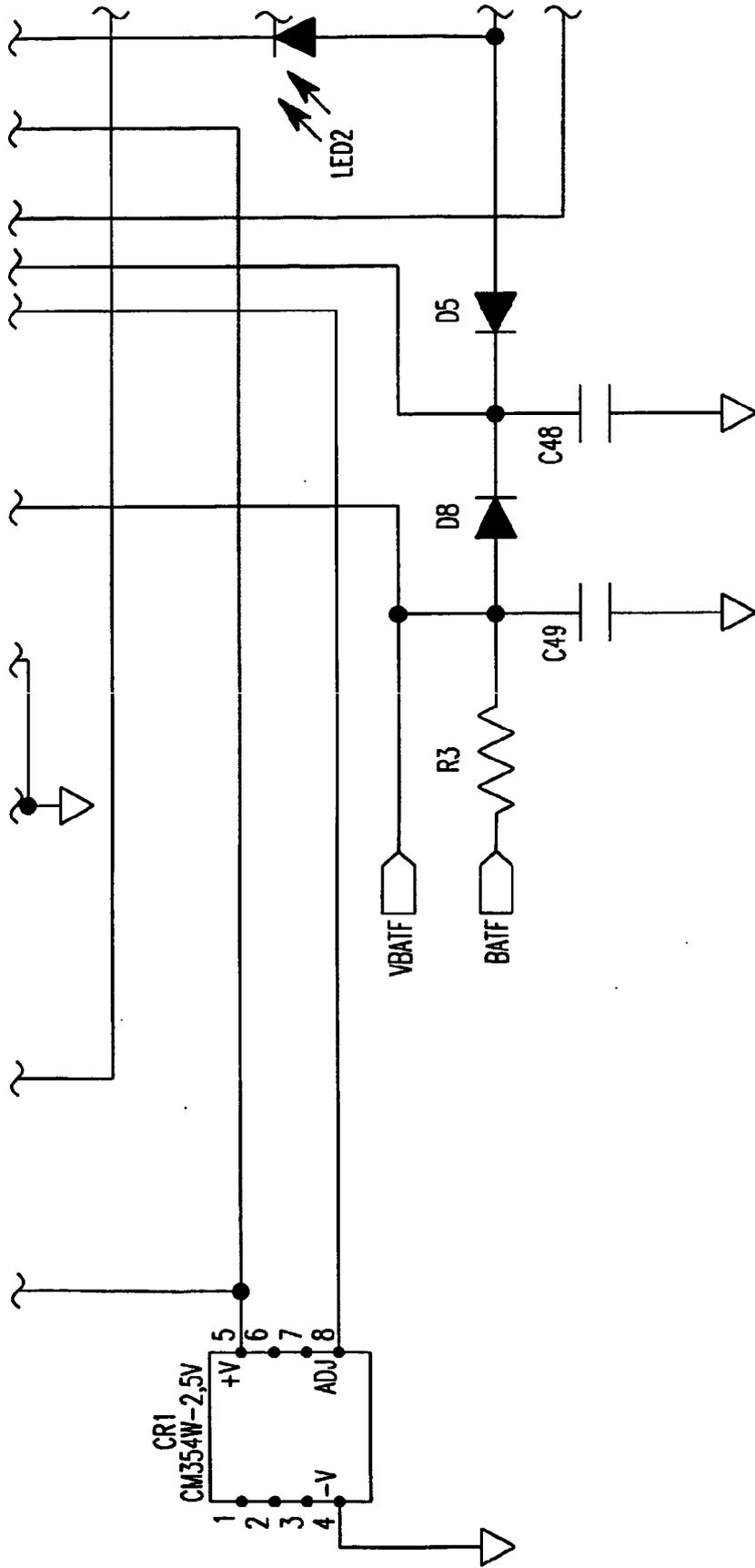


FIG.9A-6

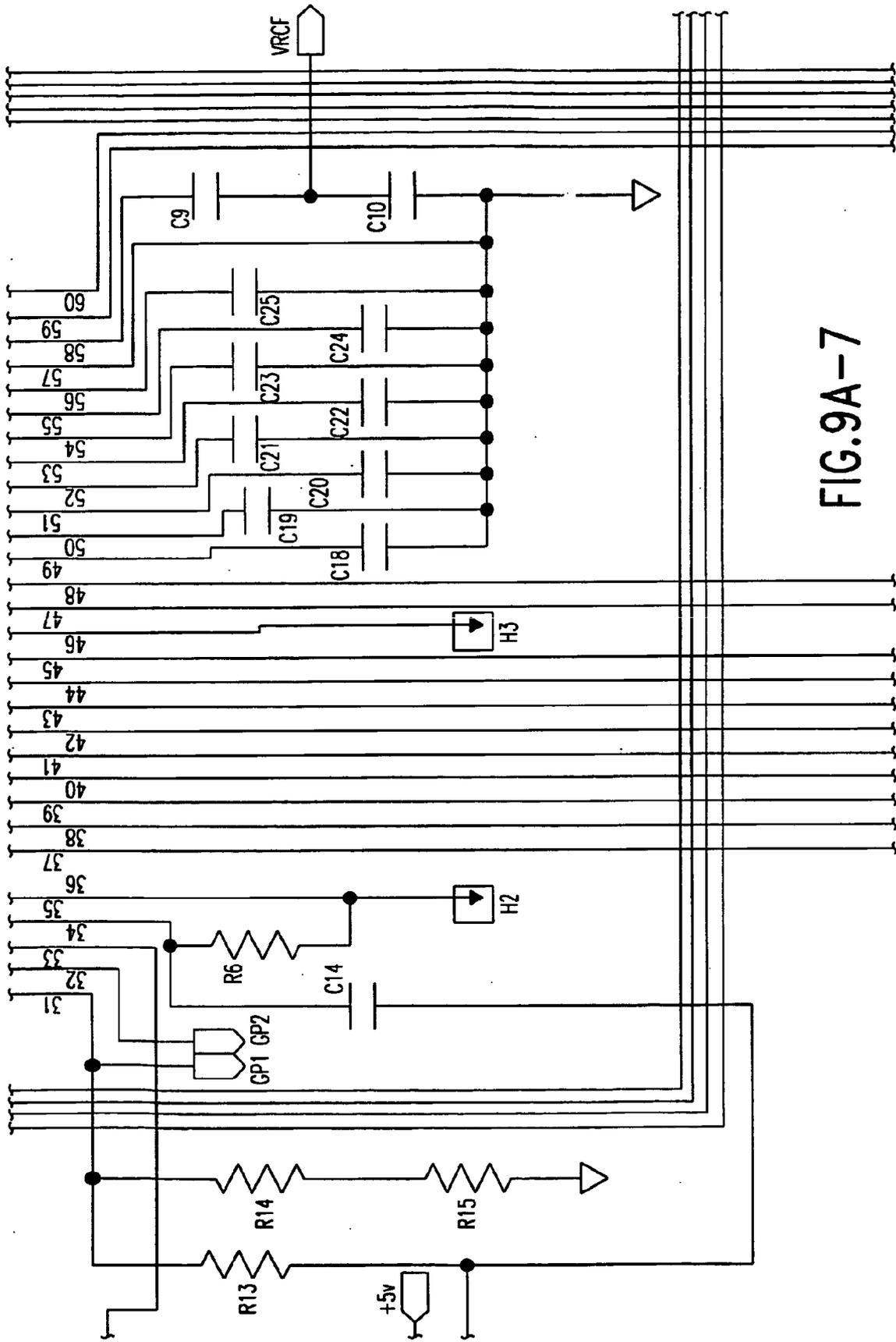


FIG.9A-7

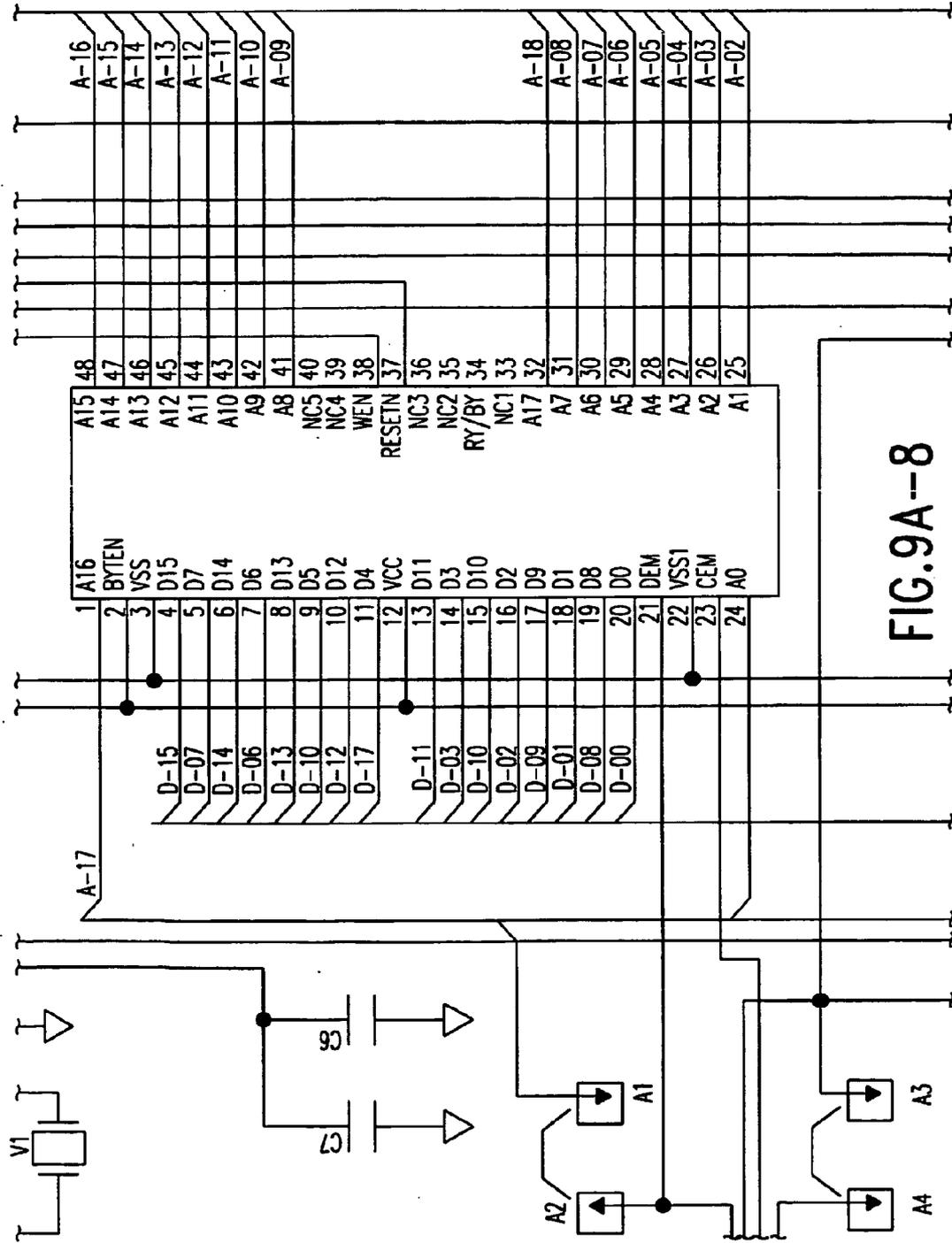


FIG.9A--8

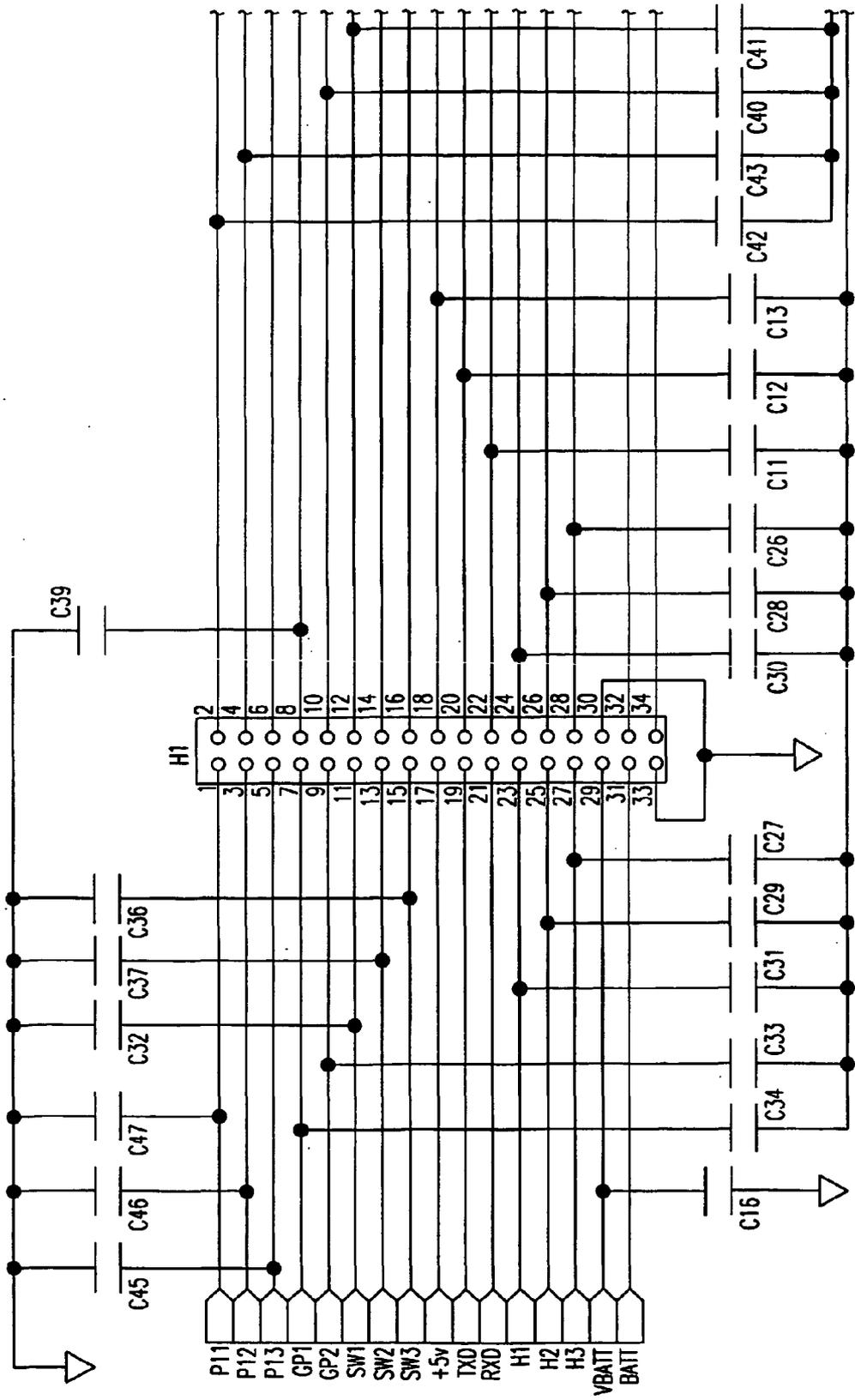


FIG.9A-9

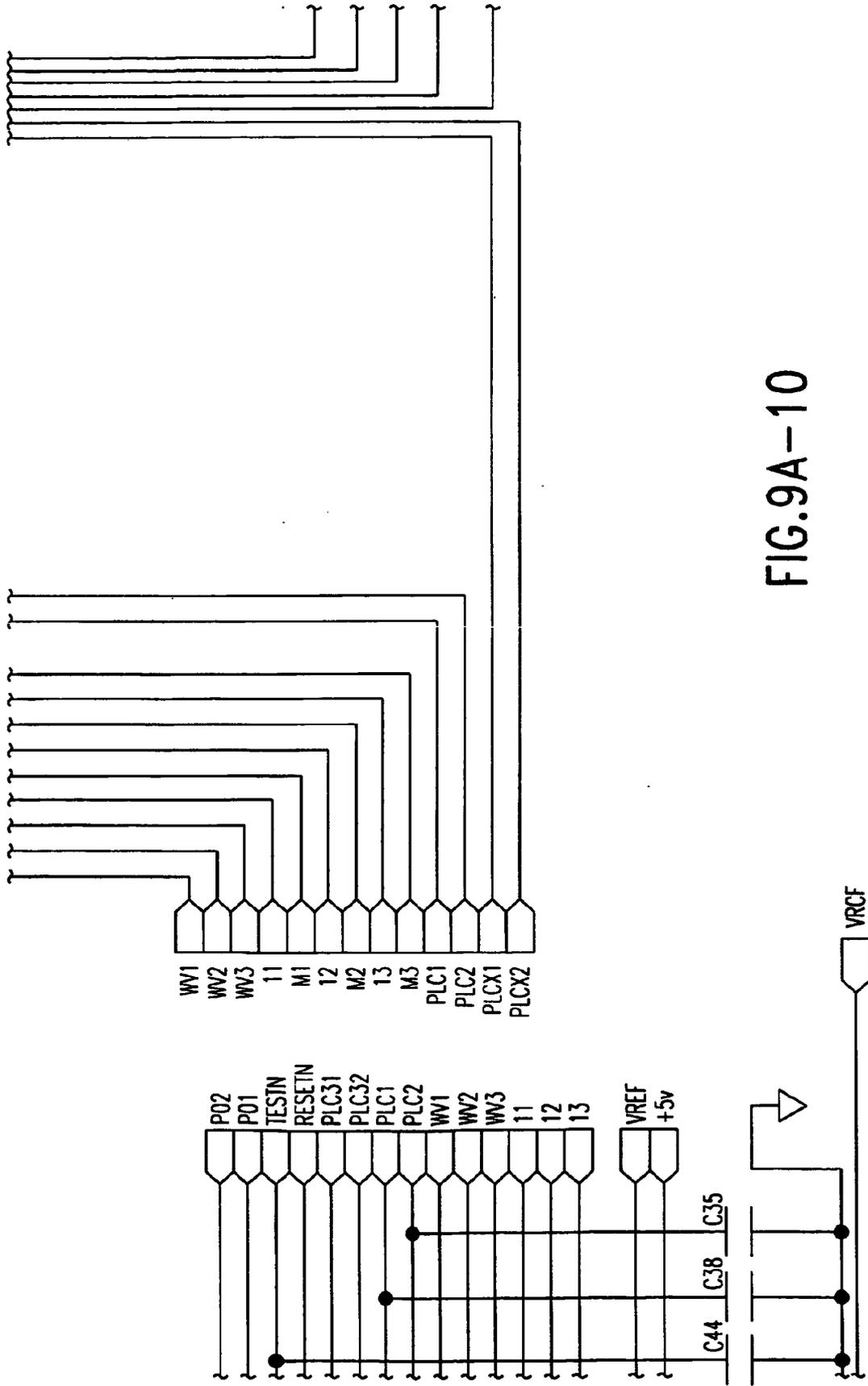


FIG.9A-10

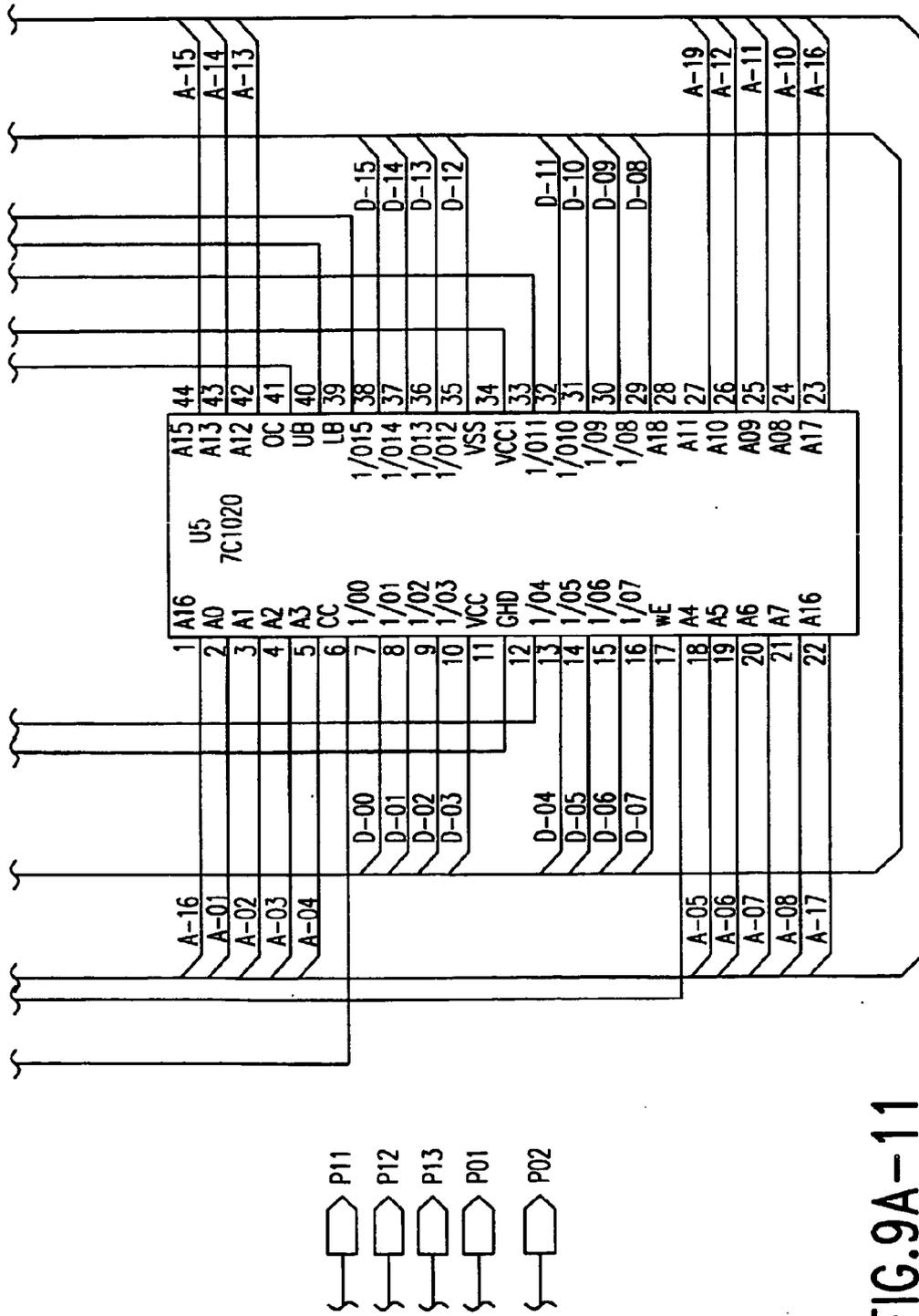


	FIG.9B-1	FIG.9B-2
FIG.9B-3	FIG.9B-4	FIG.9B-5
FIG.9B-6	FIG.9B-7	FIG.9B-8
FIG.9B-9	FIG.9B-10	FIG.9B-11

FIG. 9B

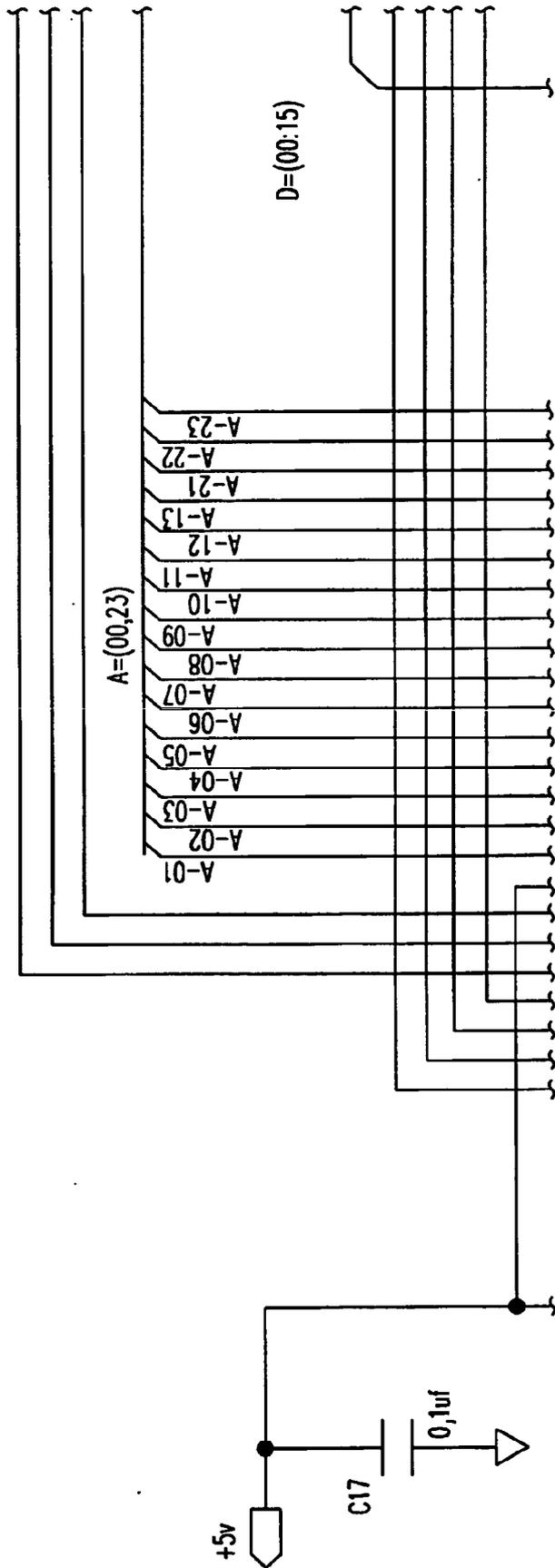


FIG.9B-1

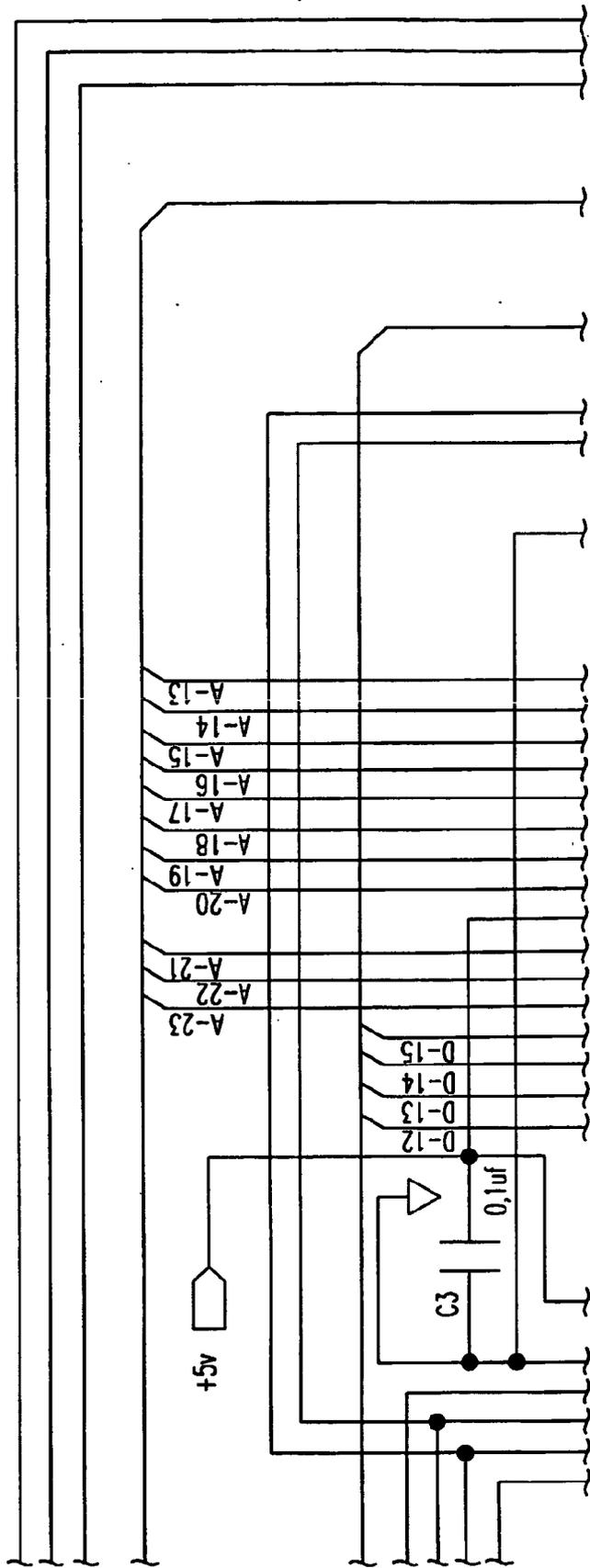


FIG.9B-2

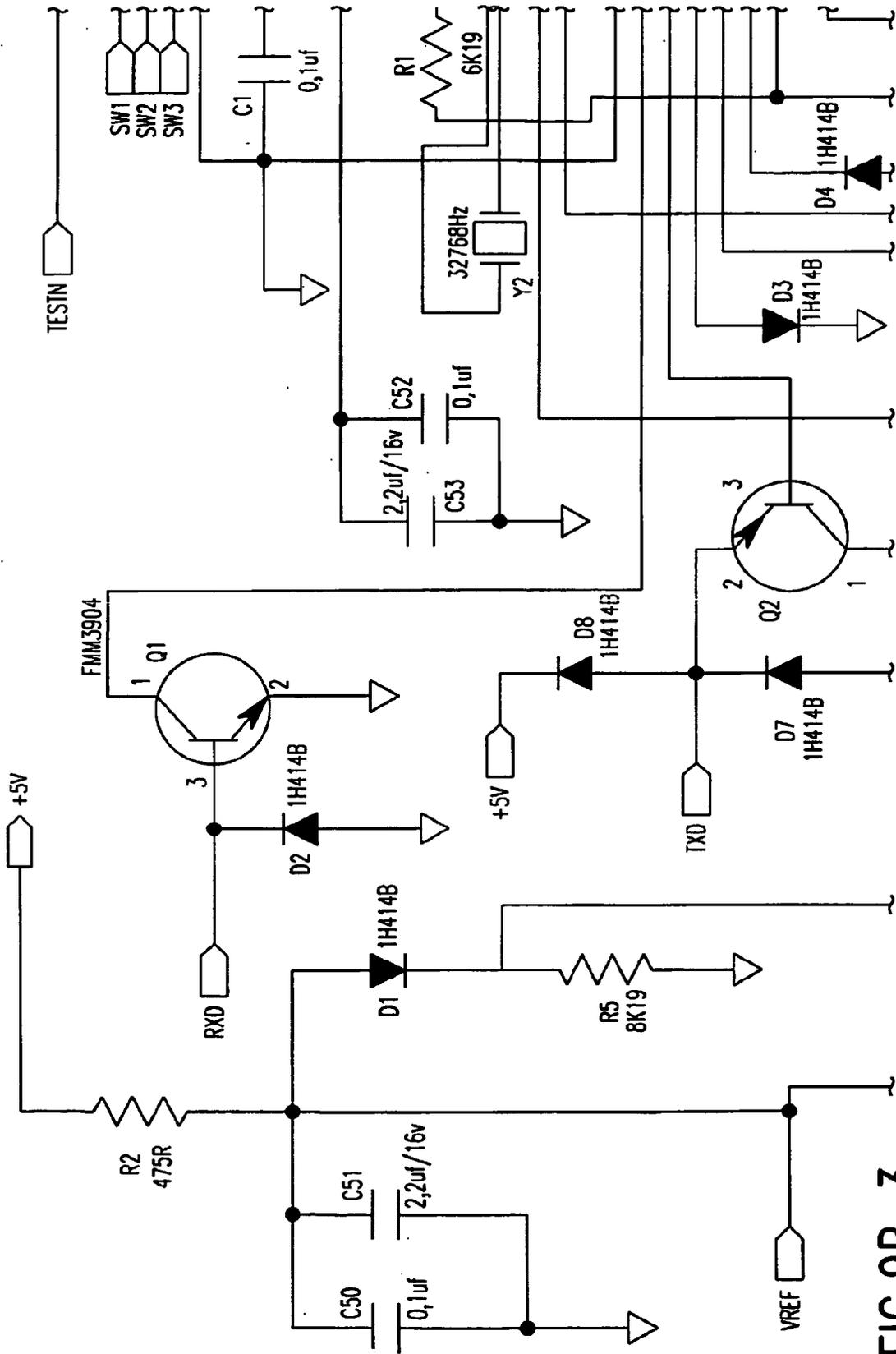
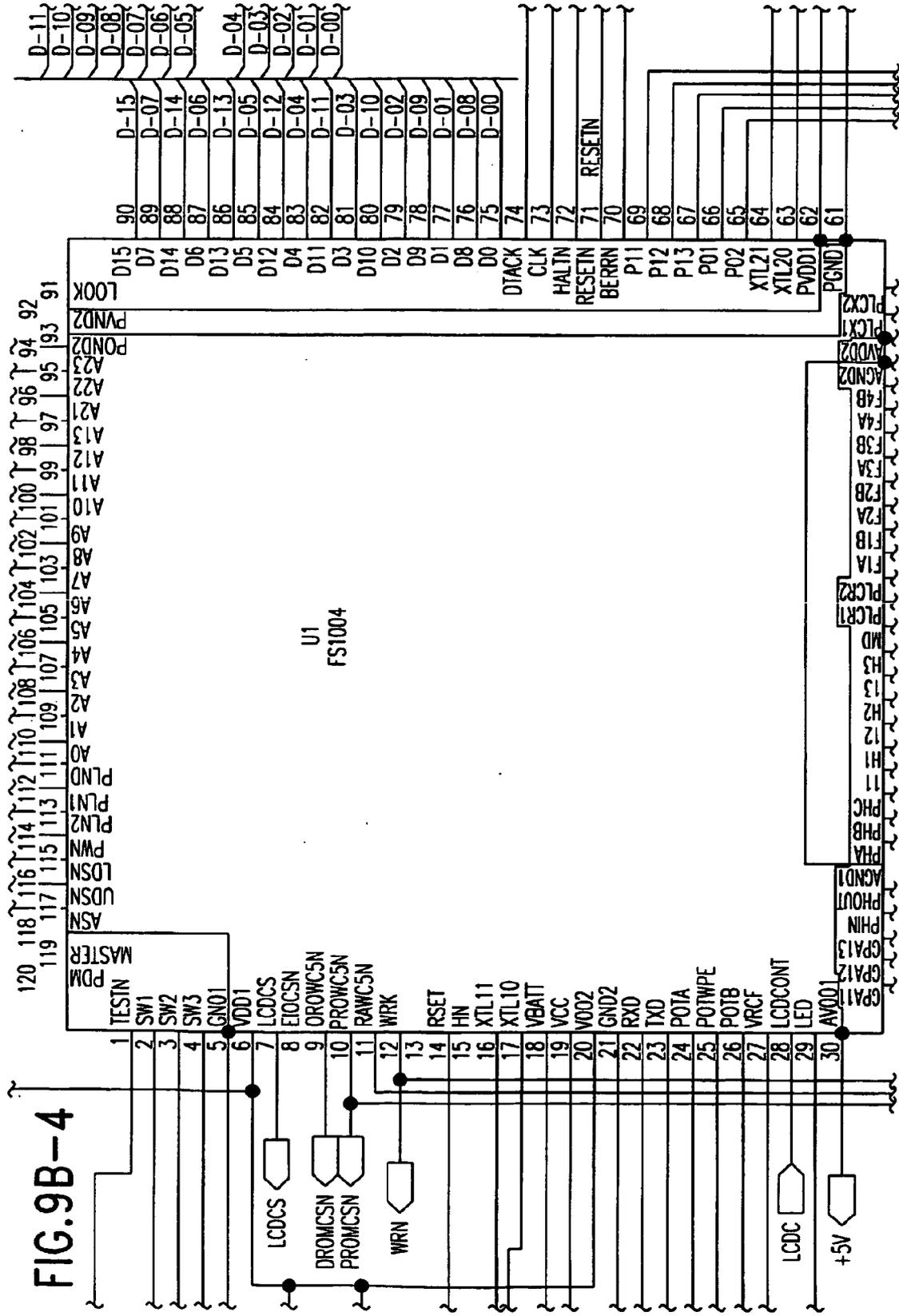


FIG. 9B-3



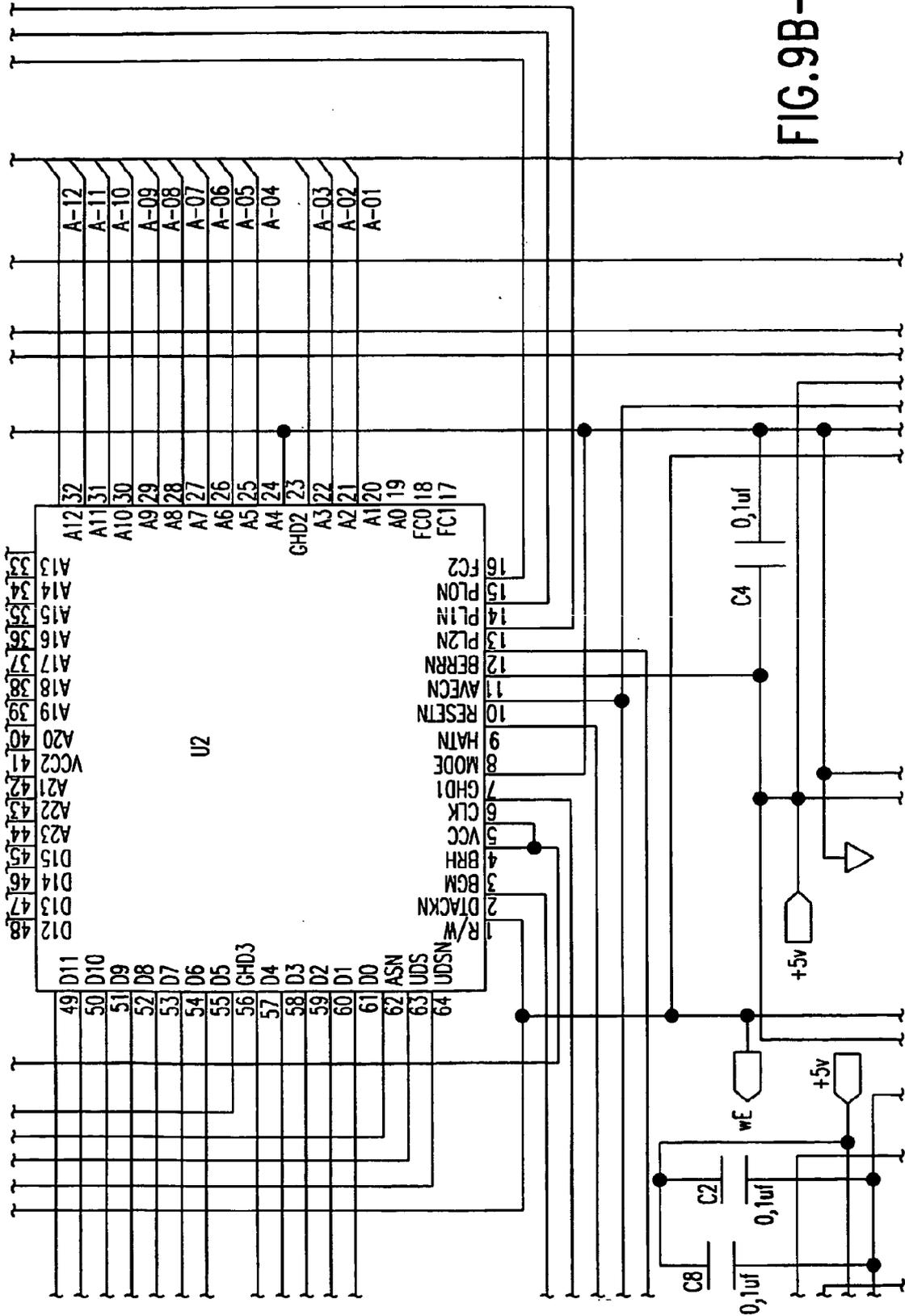


FIG.9B-5

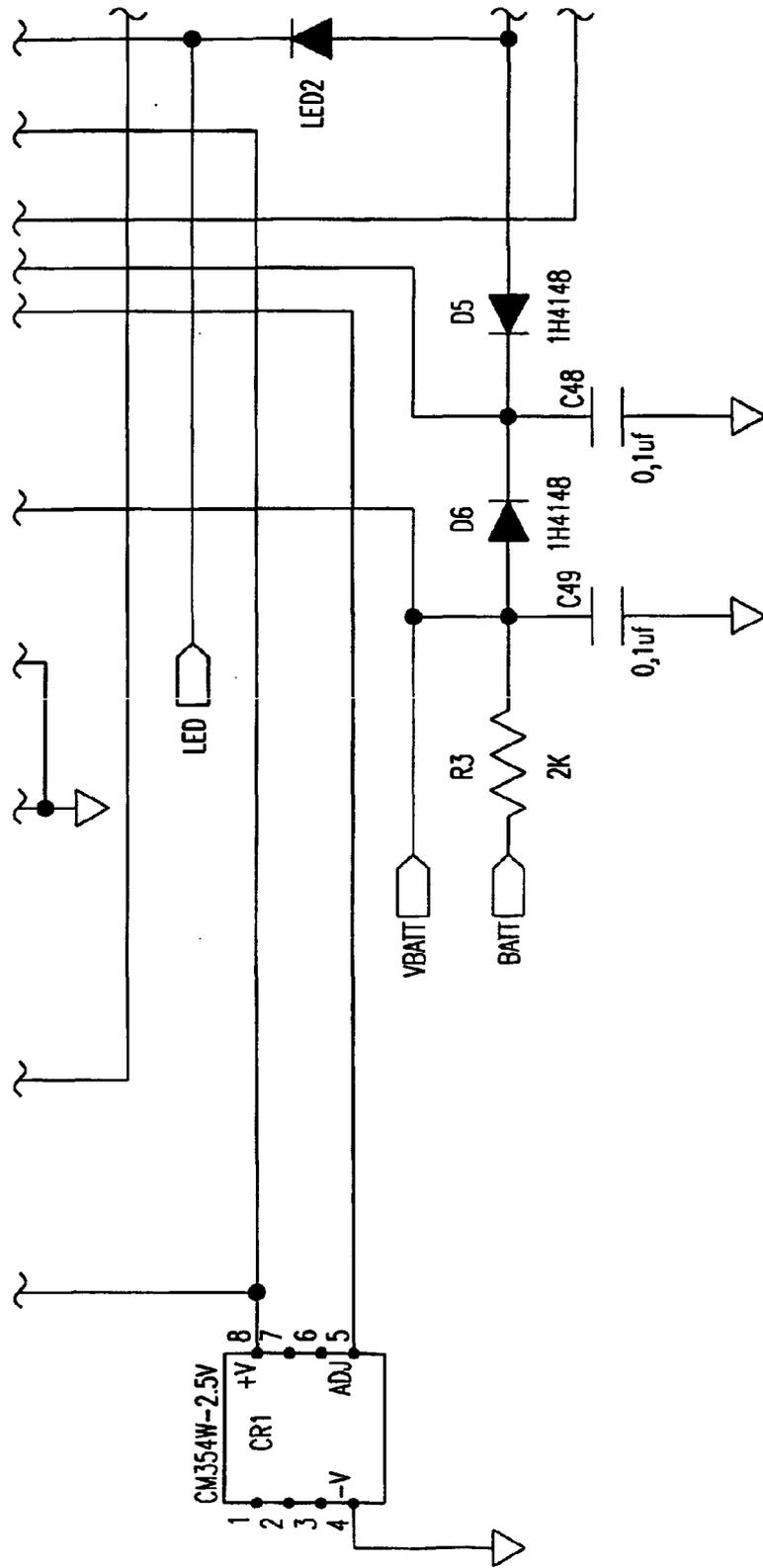


FIG.9B-6

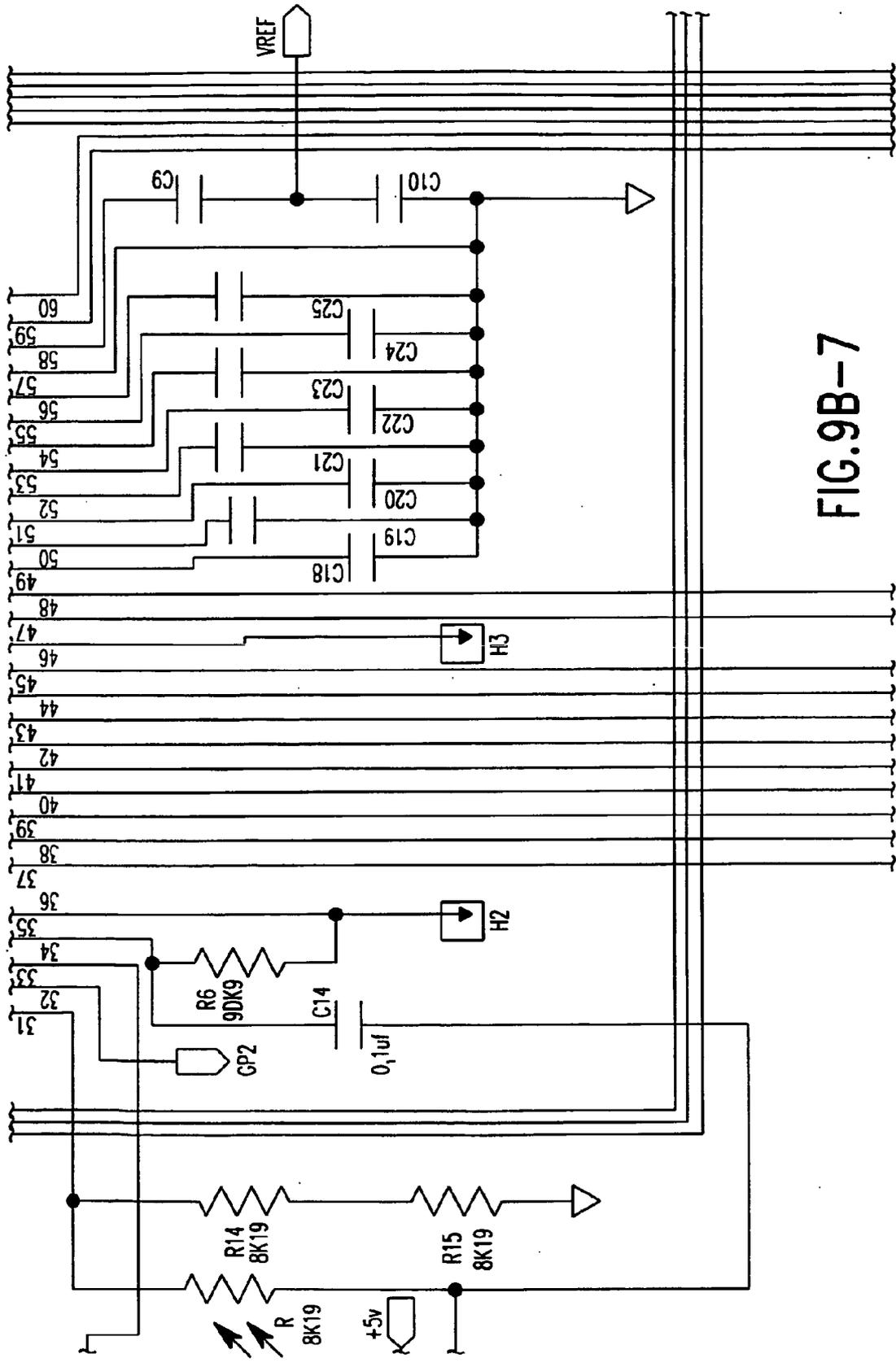


FIG.9B-7

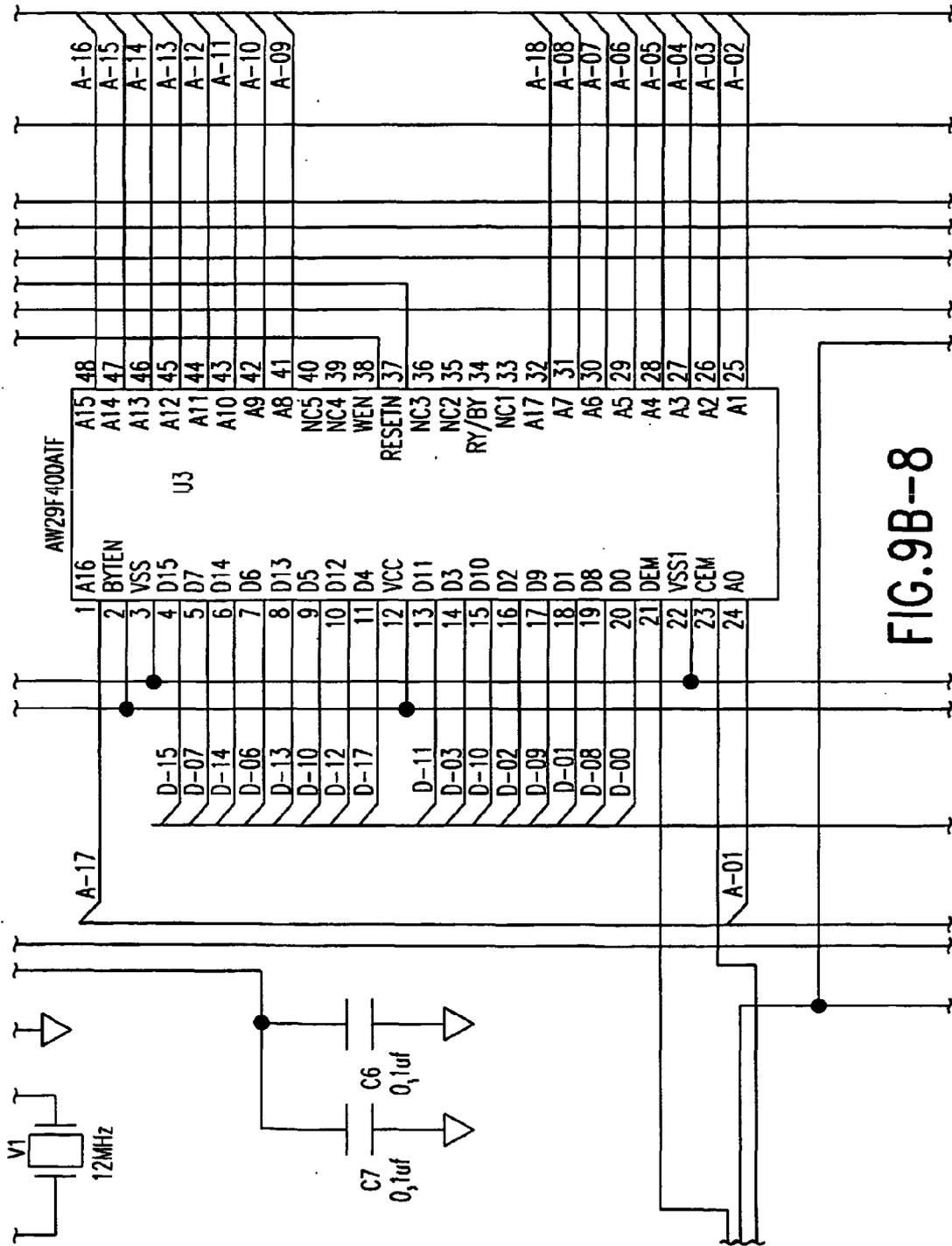


FIG.9B--8

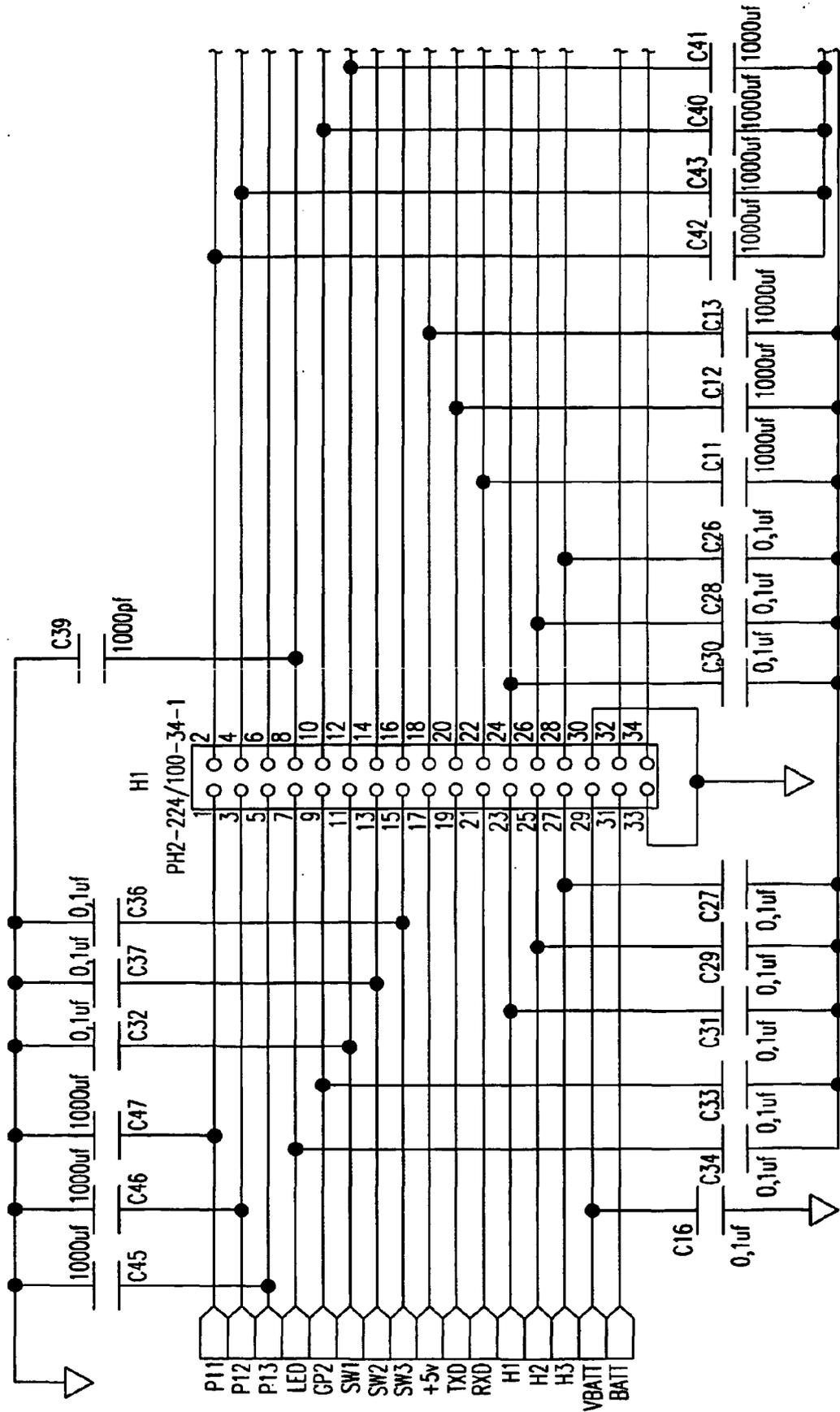


FIG.9B-9

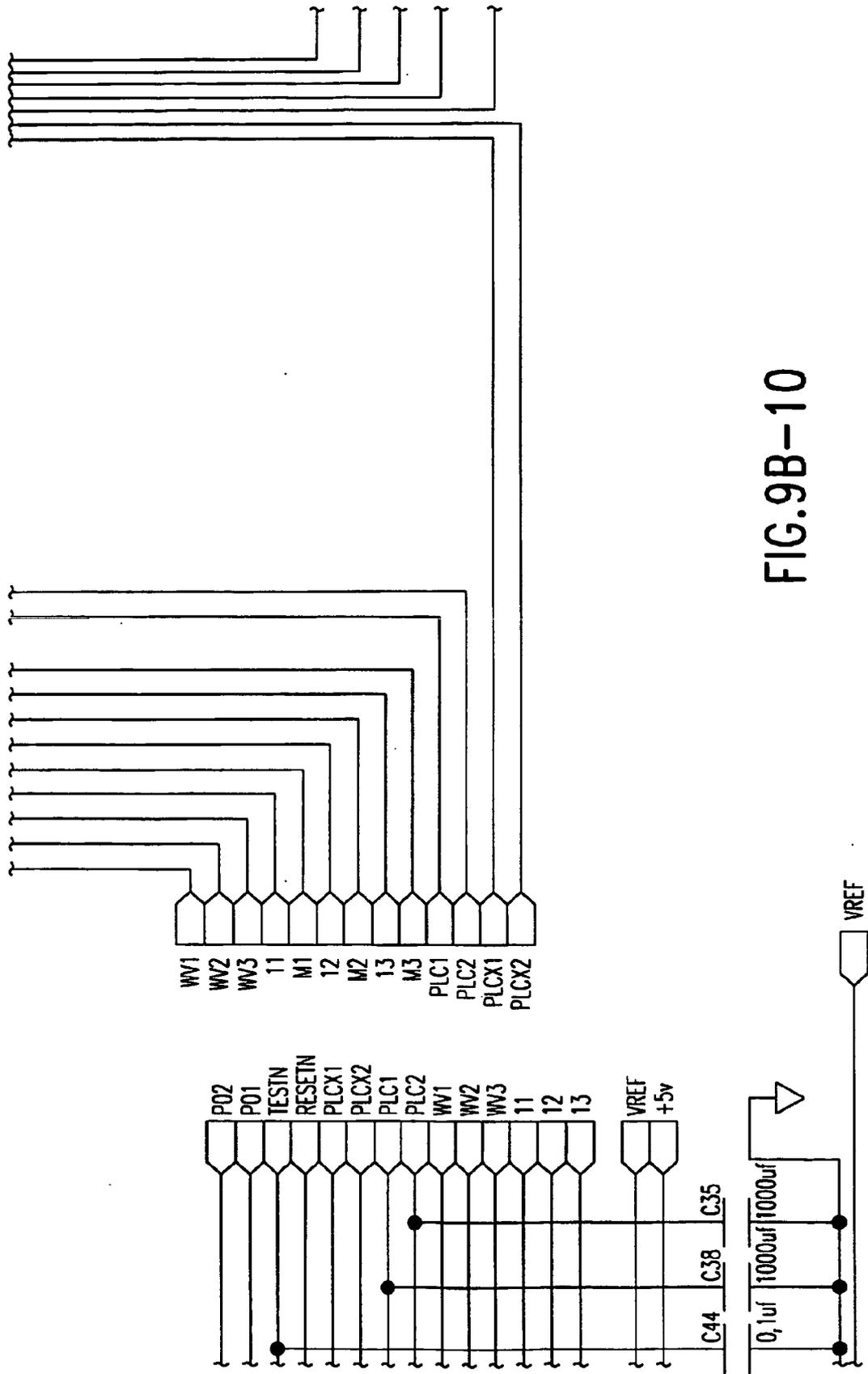


FIG.9B-10

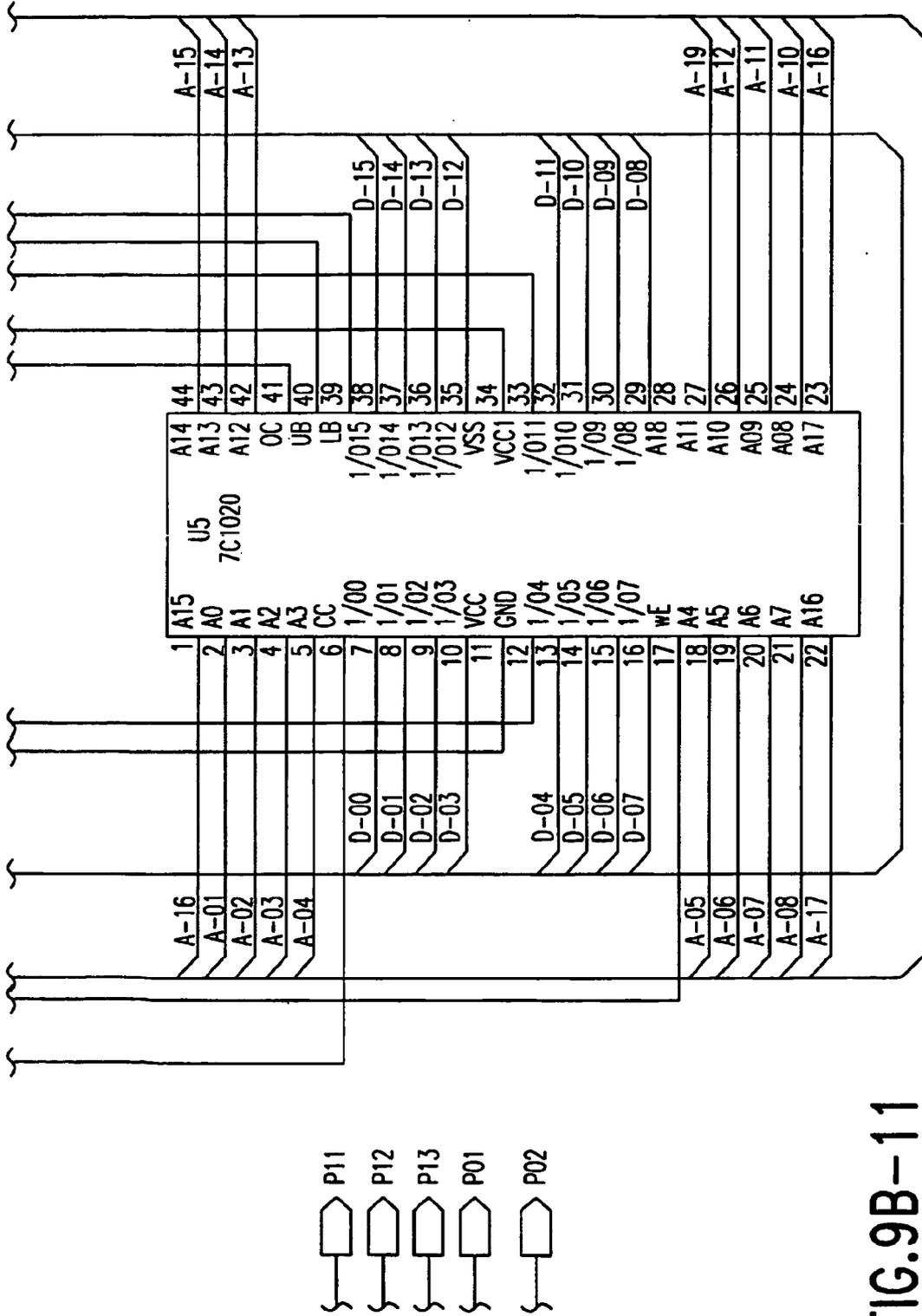


FIG.9B-11

FIG.10A	FIG.10B	FIG.10C
	FIG.10D	

FIG. 10

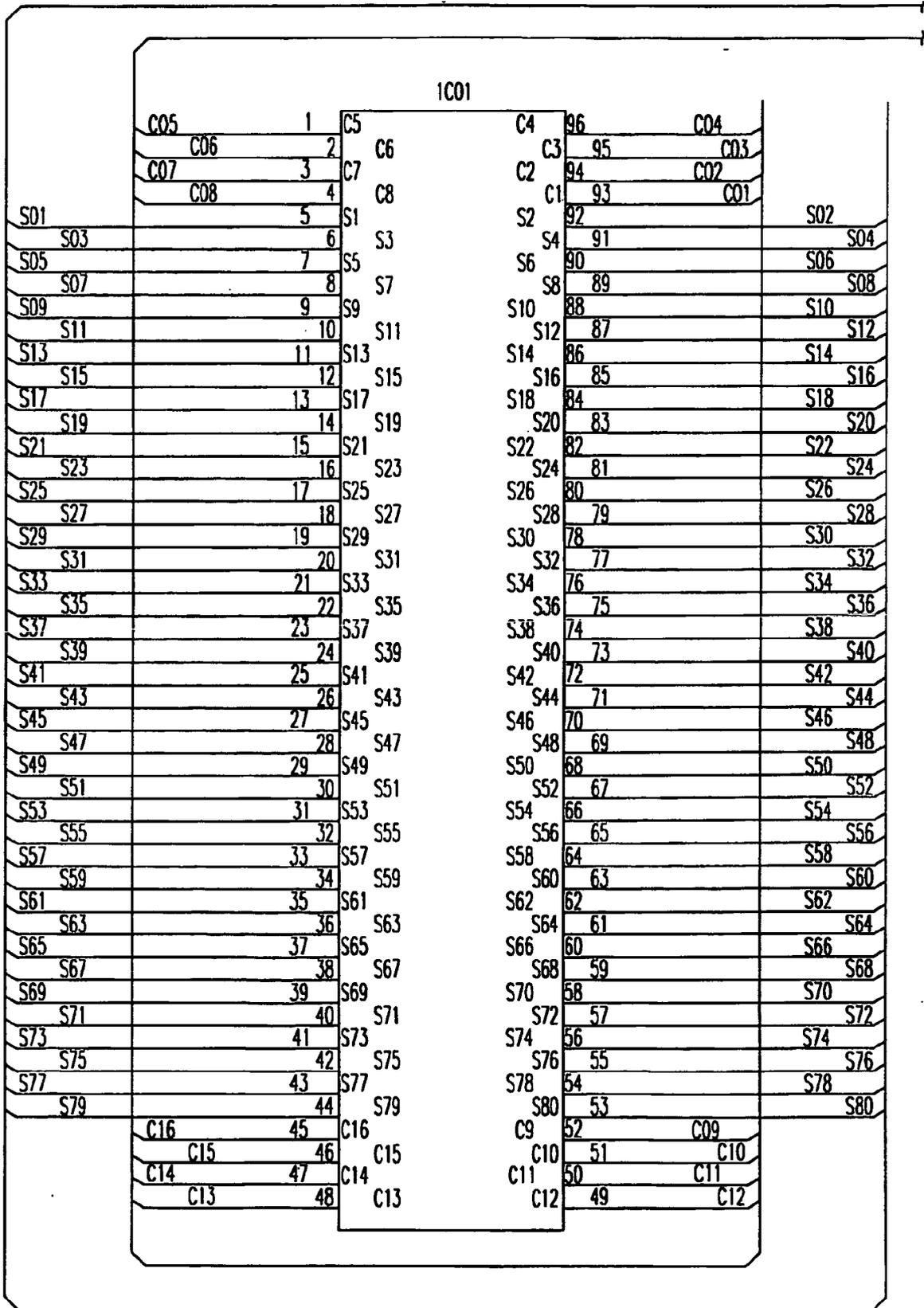


FIG.10A

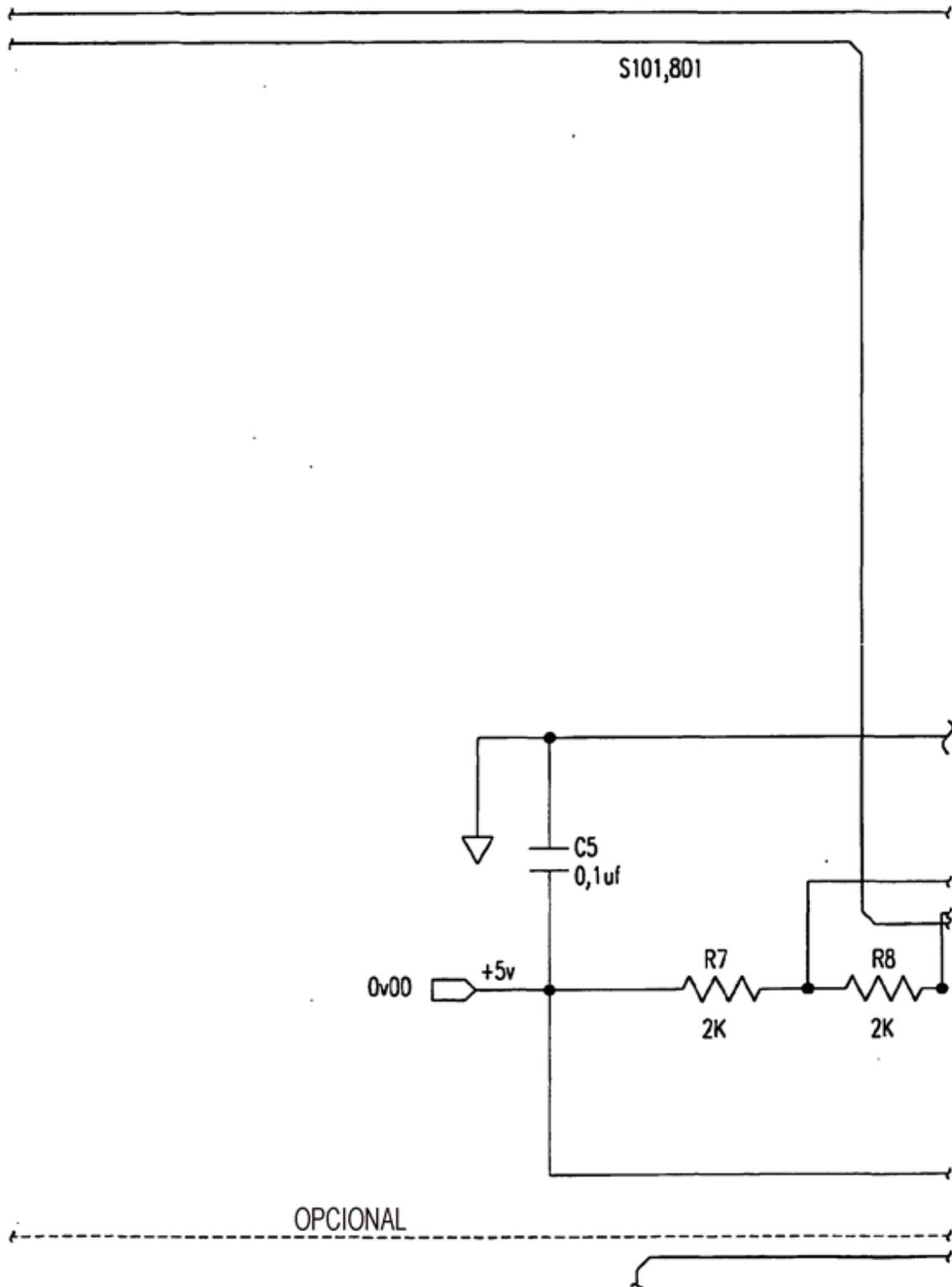


FIG.10B

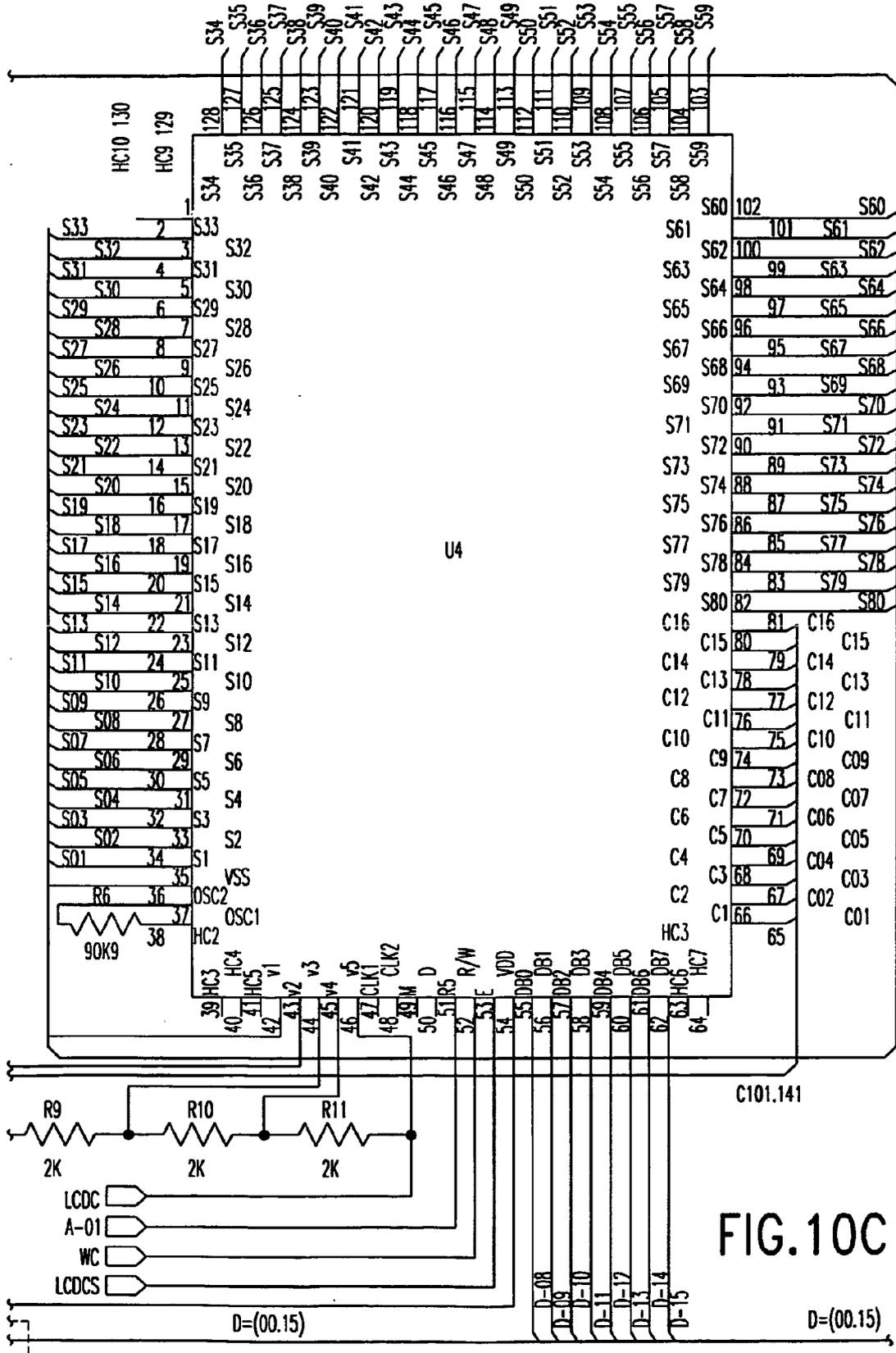


FIG.10C

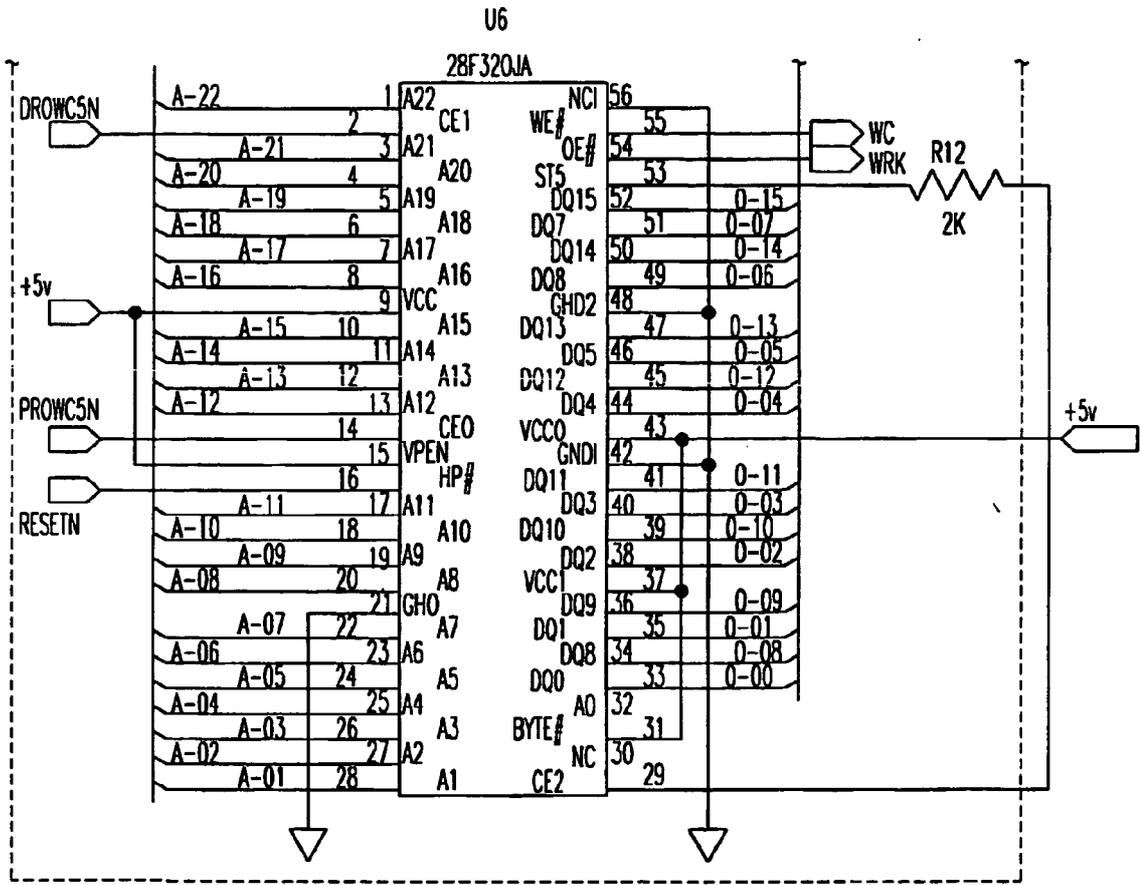


FIG.10D

FIG.11A-1	FIG.11A-2	FIG.11A-3
FIG.11A-4	FIG.11A-5	FIG.11A-6
FIG.11A-7	FIG.11A-8	FIG.11A-9
FIG.11A-10	FIG.11A-11	

FIG.11A

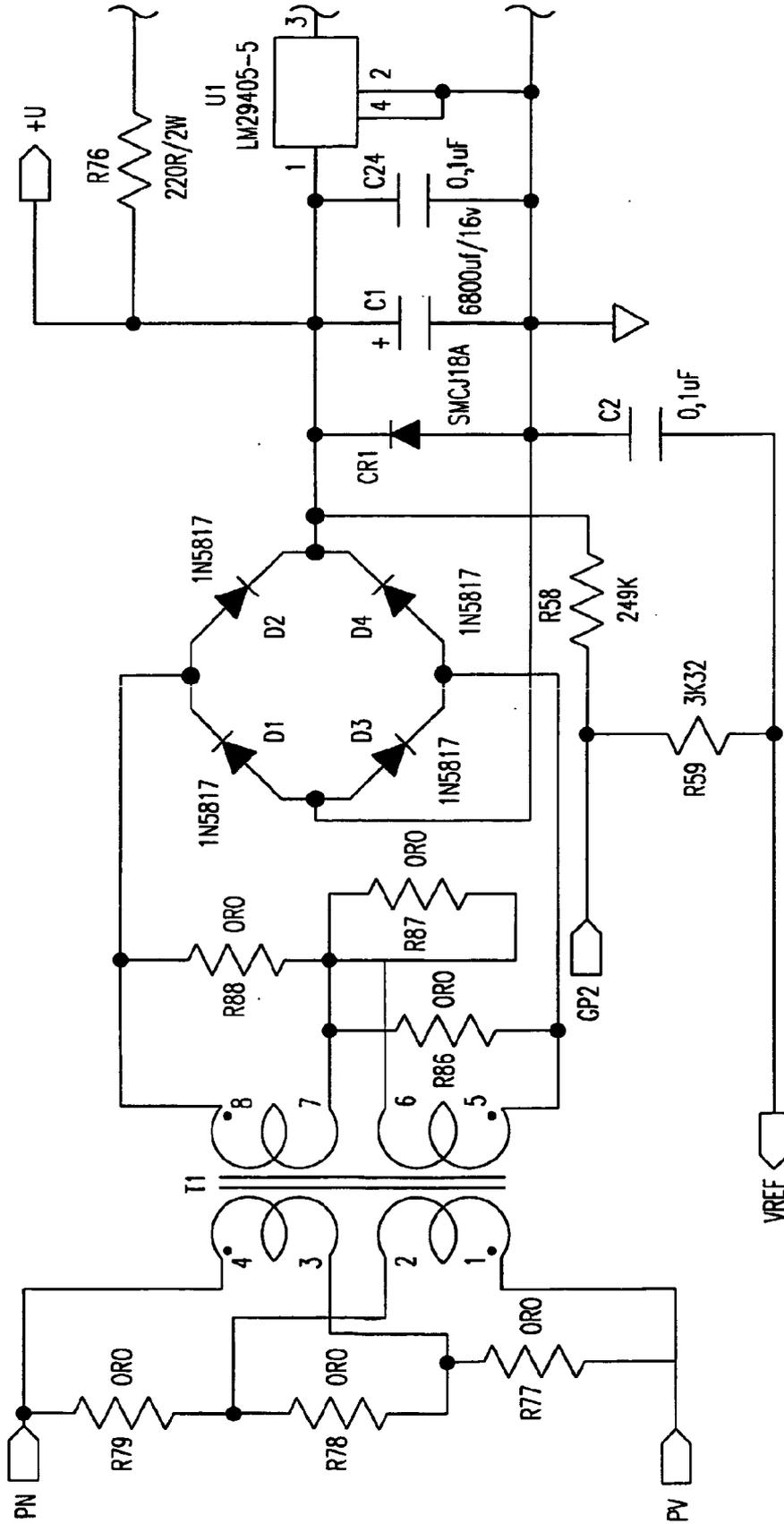


FIG.11A-1

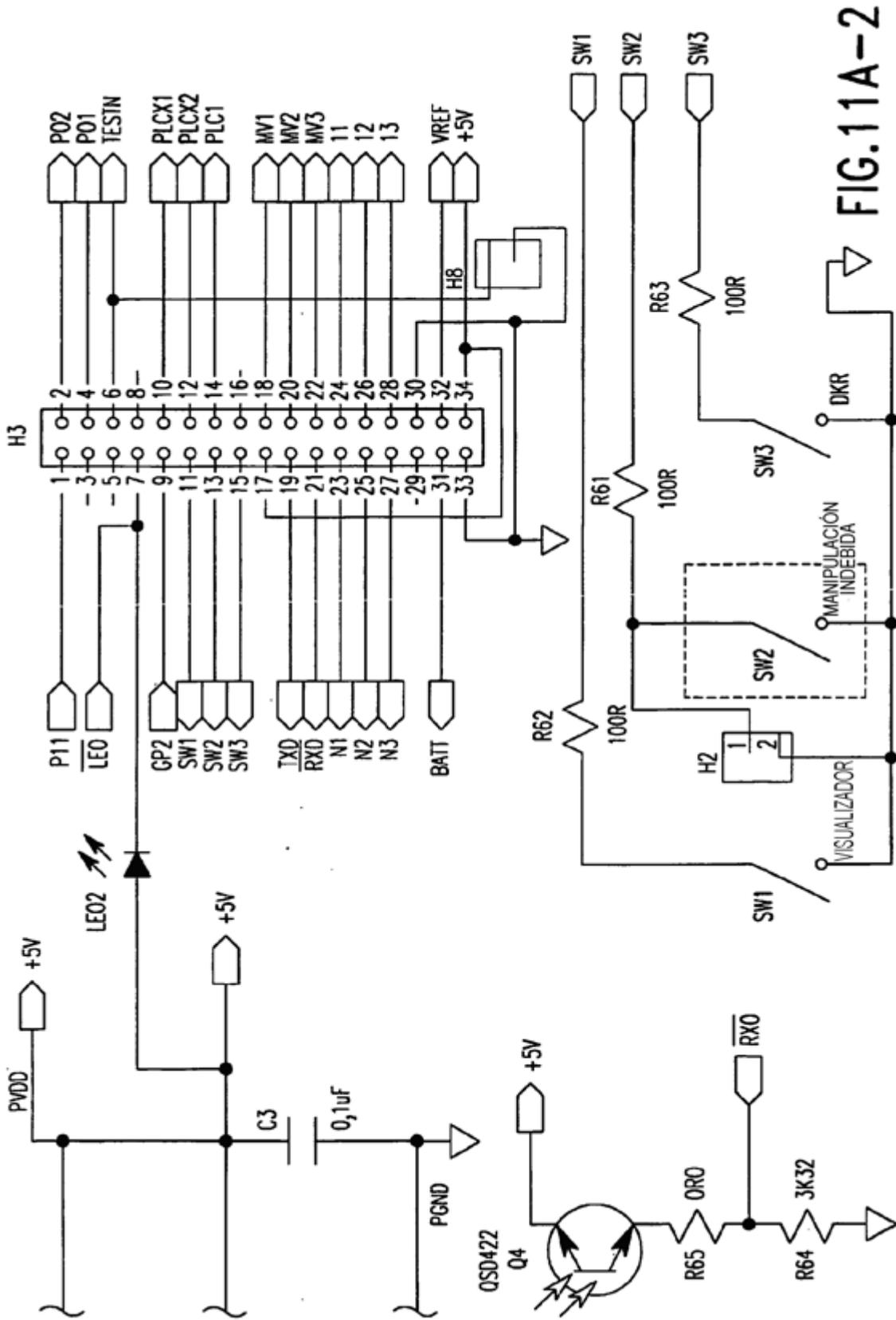


FIG.11A-2

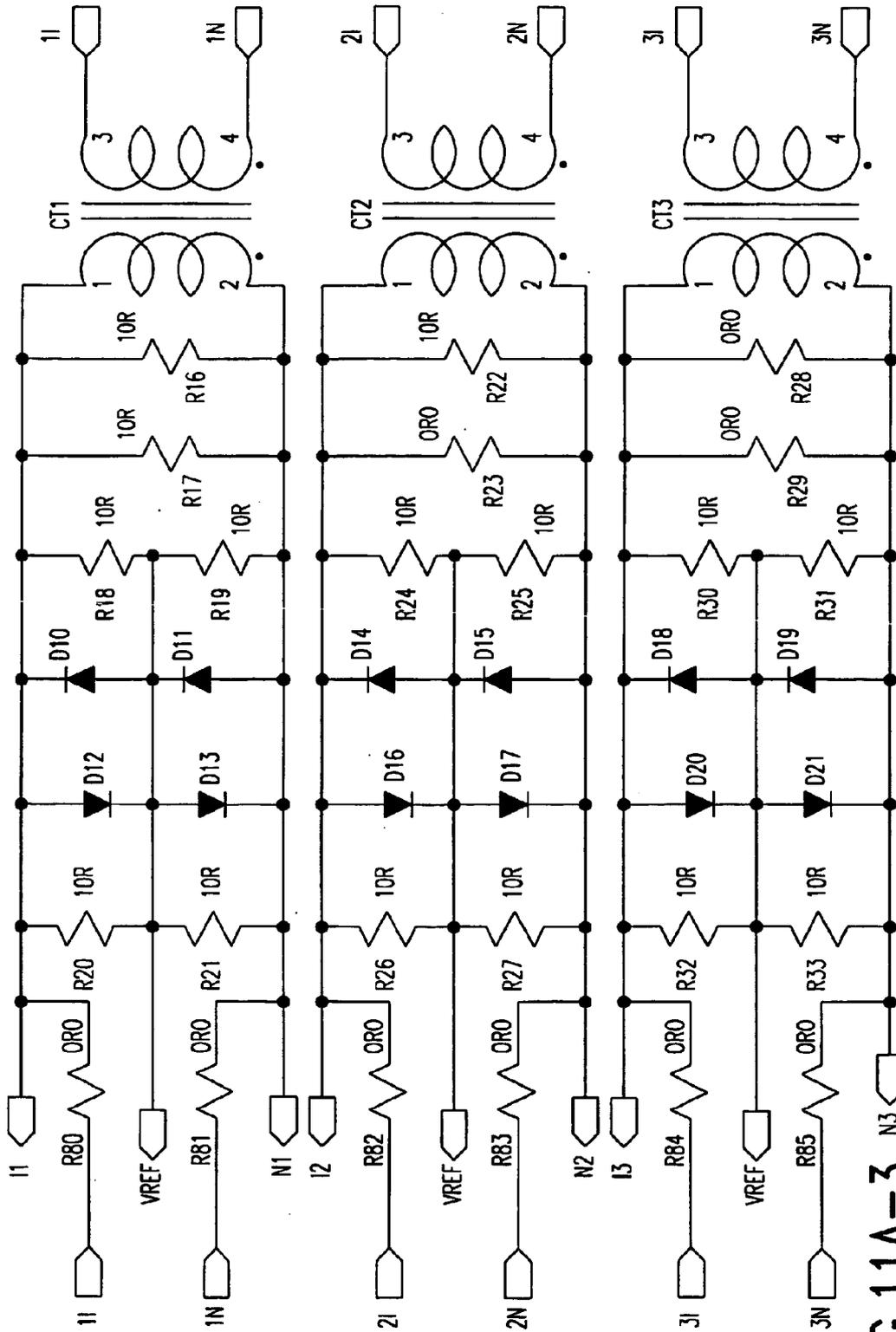


FIG.11A-3

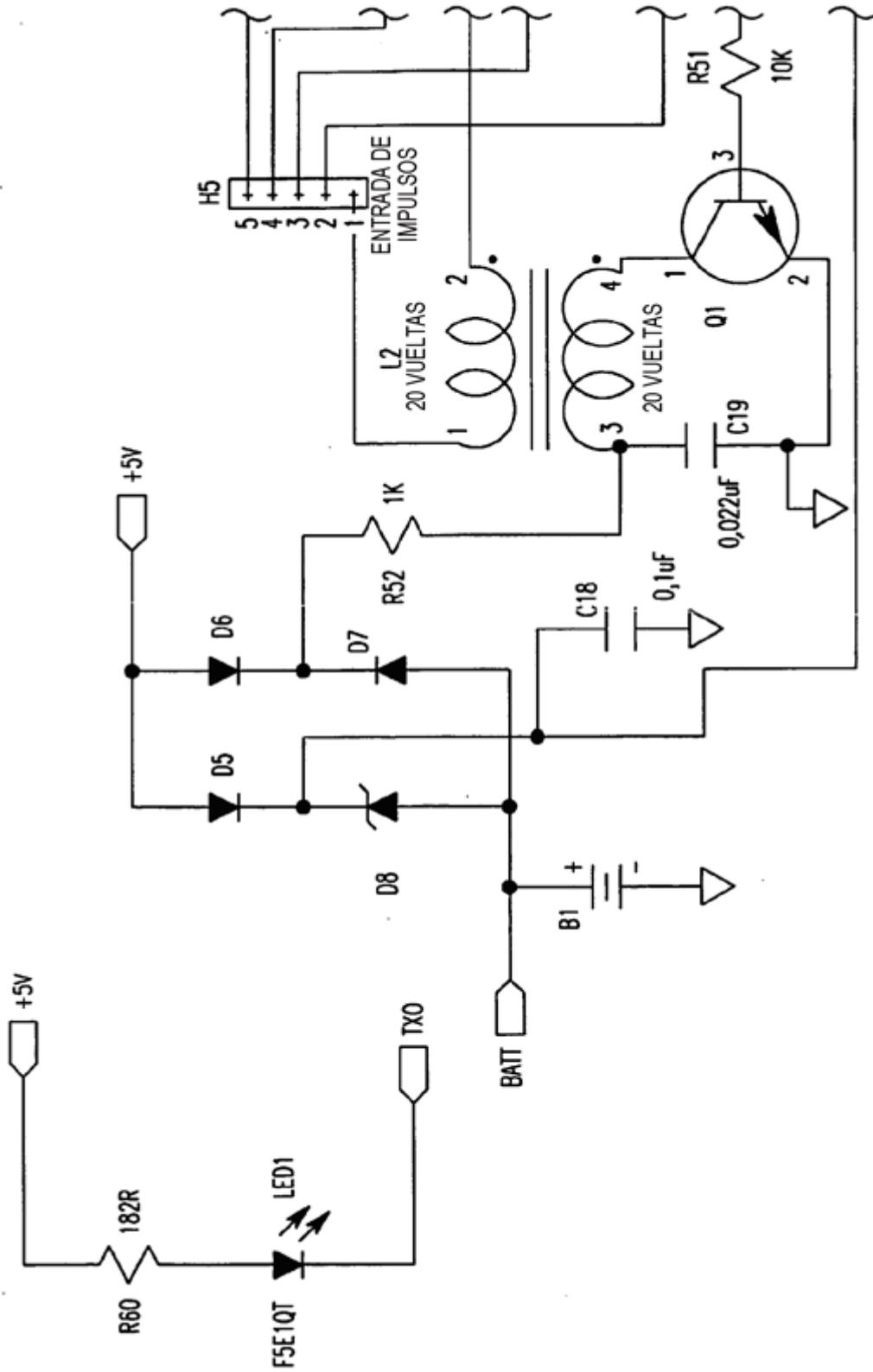


FIG.11A-4

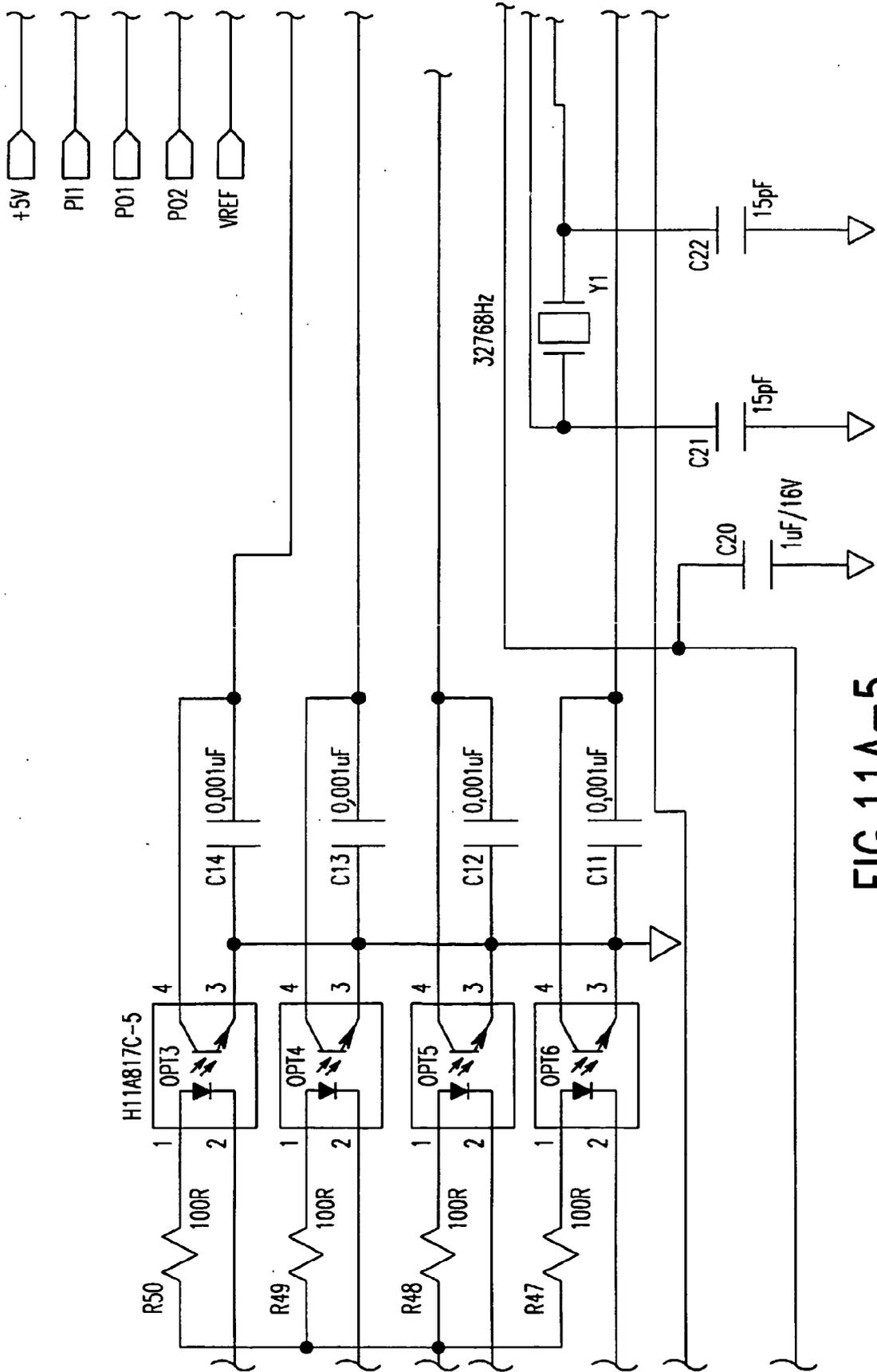


FIG.11A-5

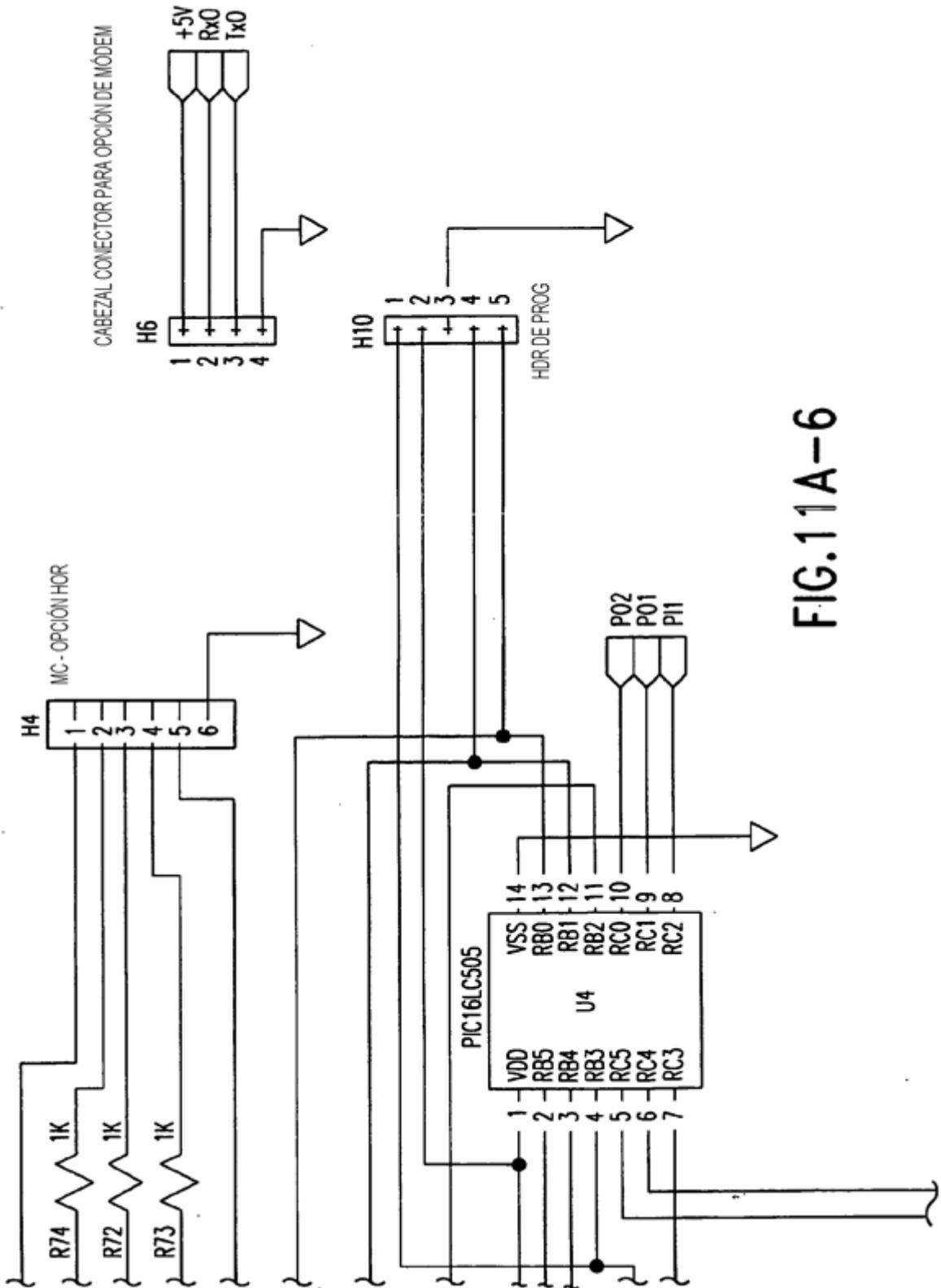


FIG.11A-6

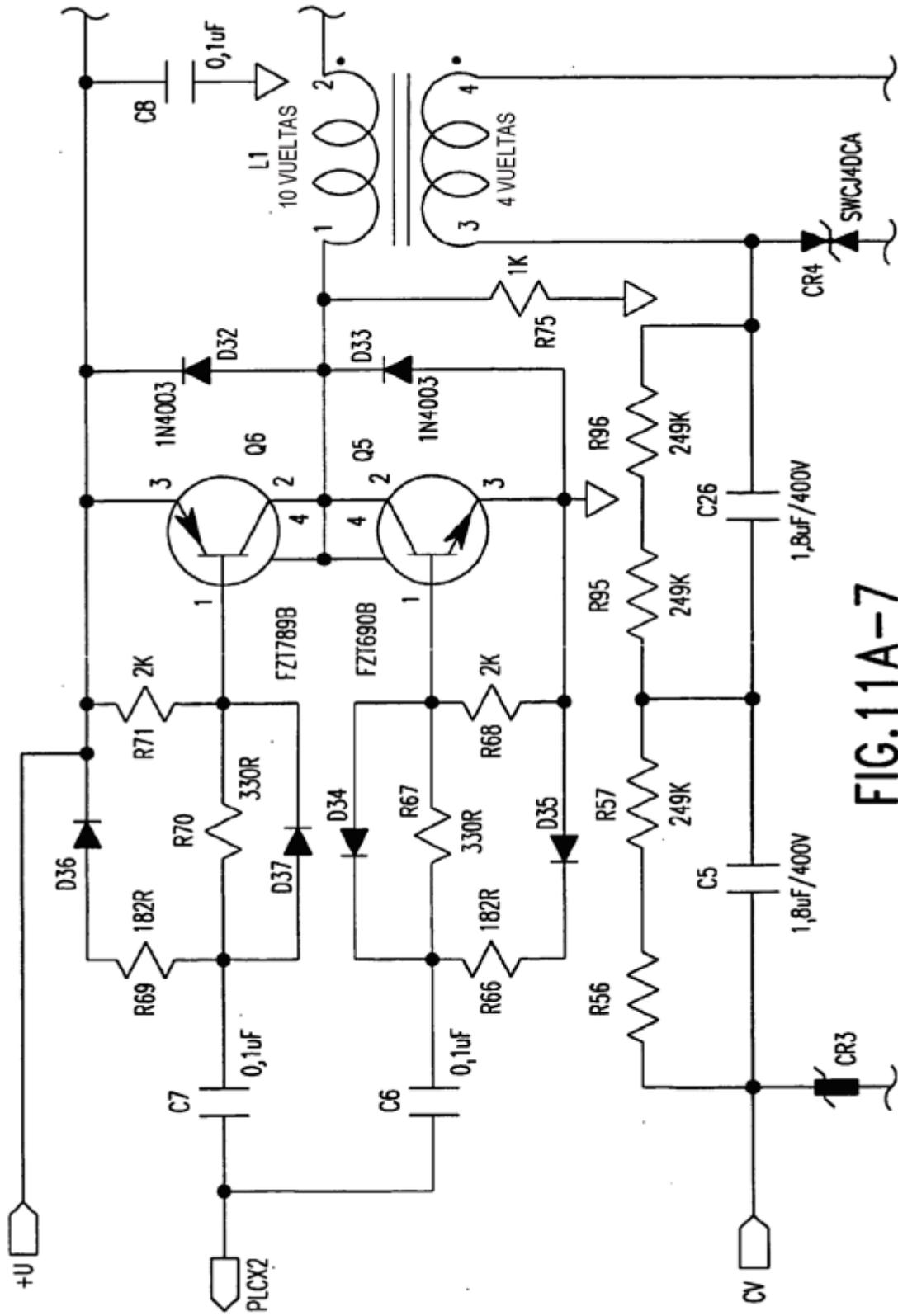


FIG.11A-7

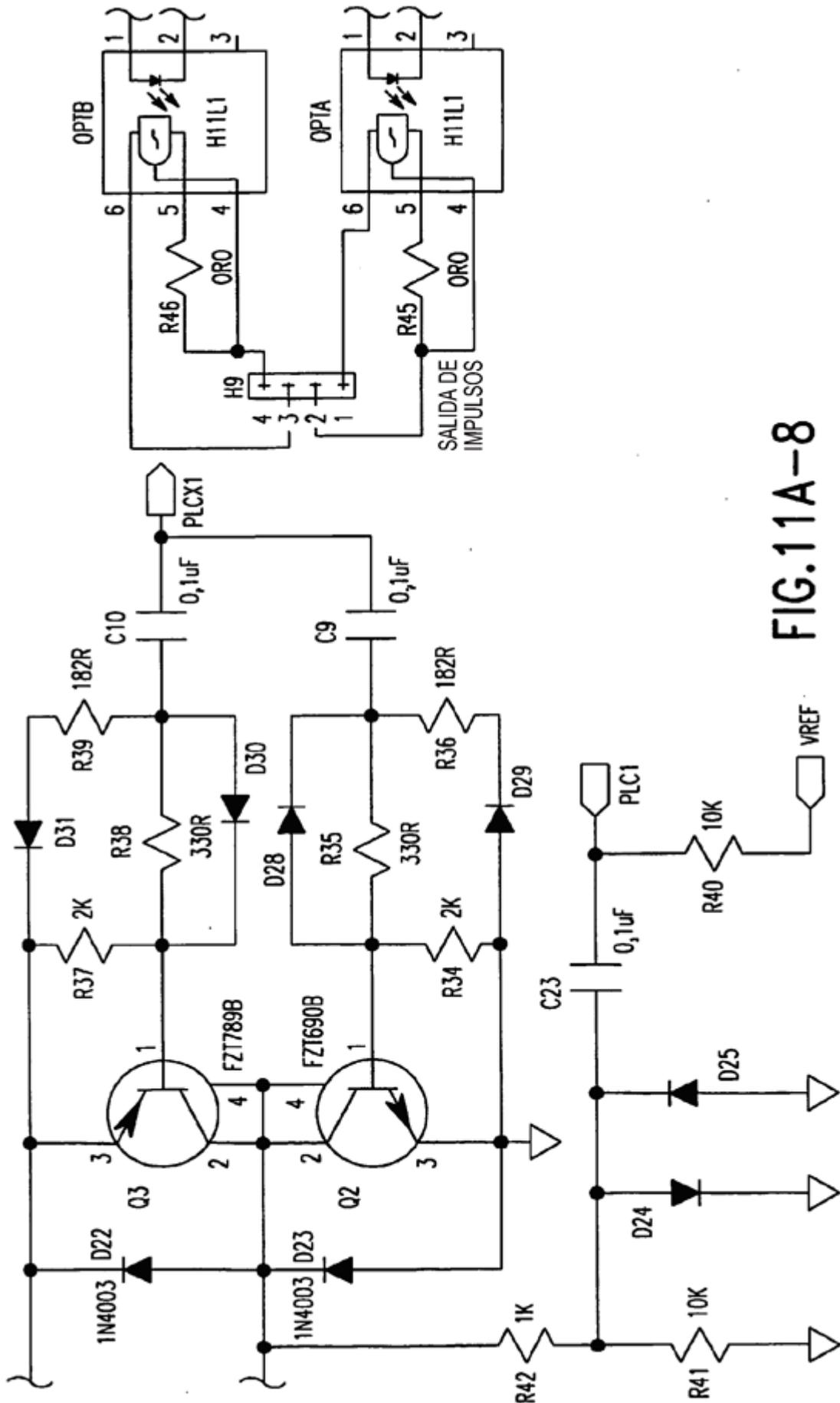


FIG.11A-8

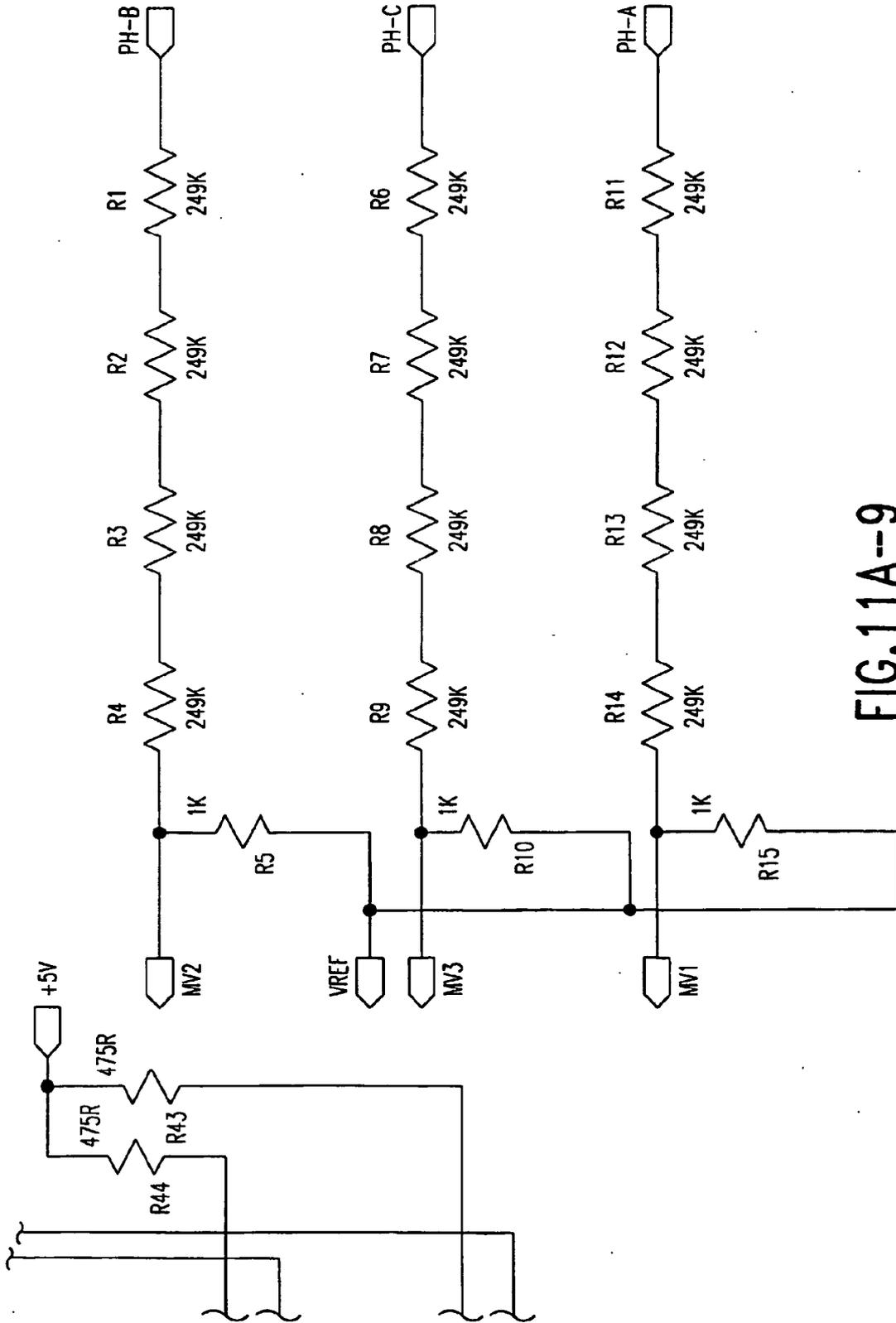


FIG.11A--9

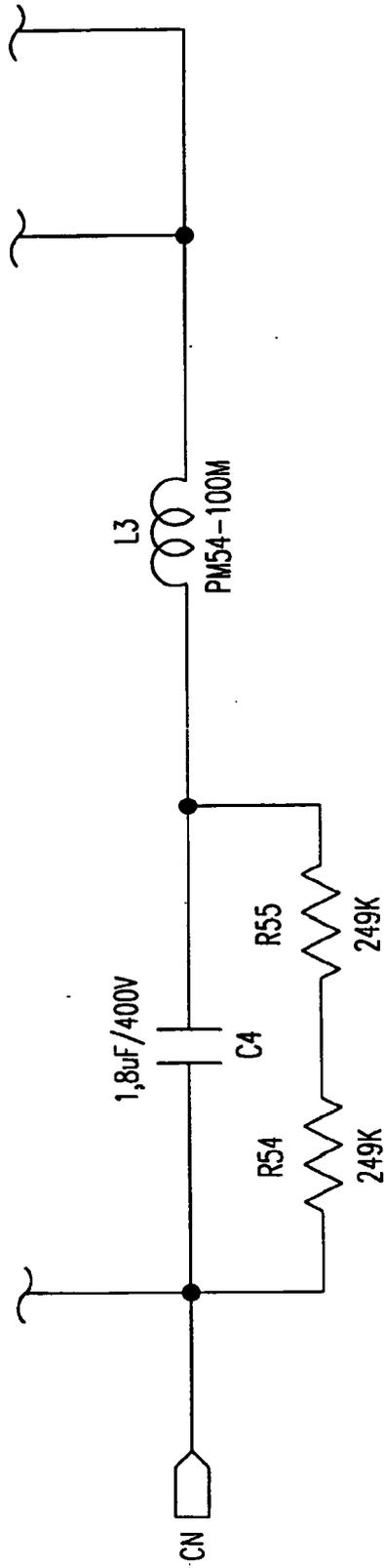


FIG.11A-10

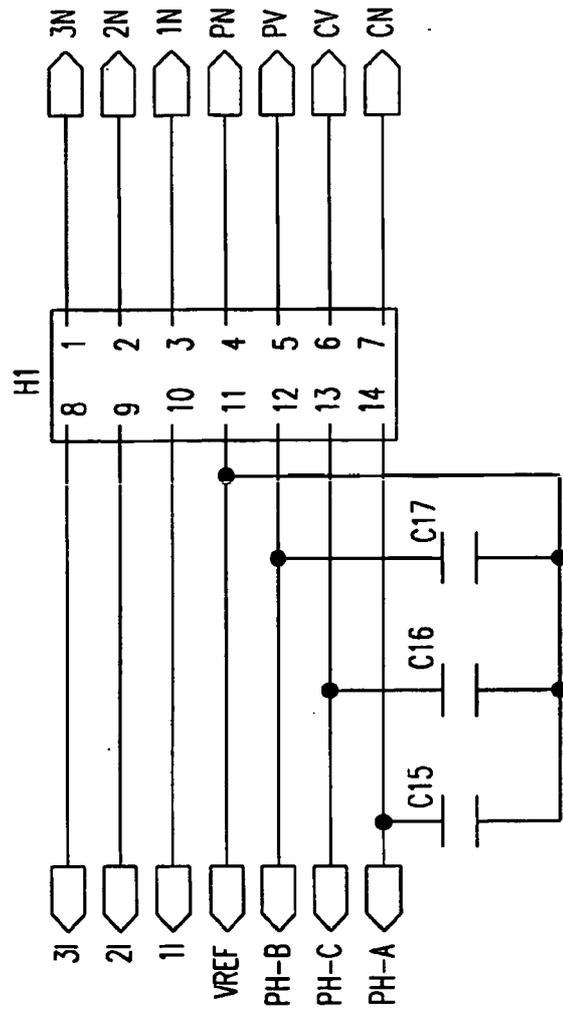


FIG.11A-11

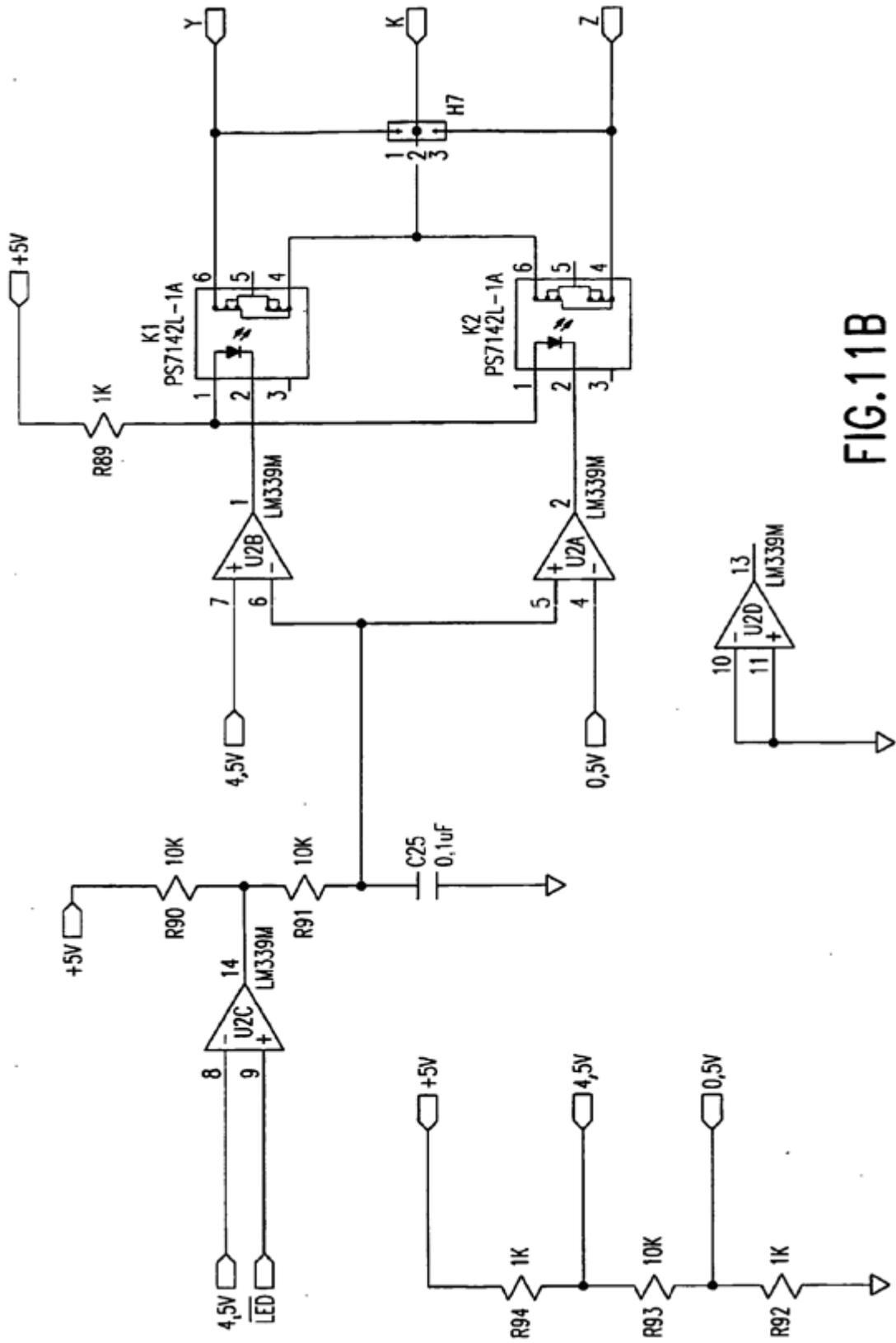


FIG.11B

FIG.11C-1	FIG.11C-2	FIG.11C-3	FIG.11C-4
FIG.11C-5	FIG.11C-6	FIG.11C-7	FIG.11C-8
FIG.11C-9	FIG.11C-10	FIG.11C-11	FIG.11C-12
FIG.11C-13			

FIG.11C

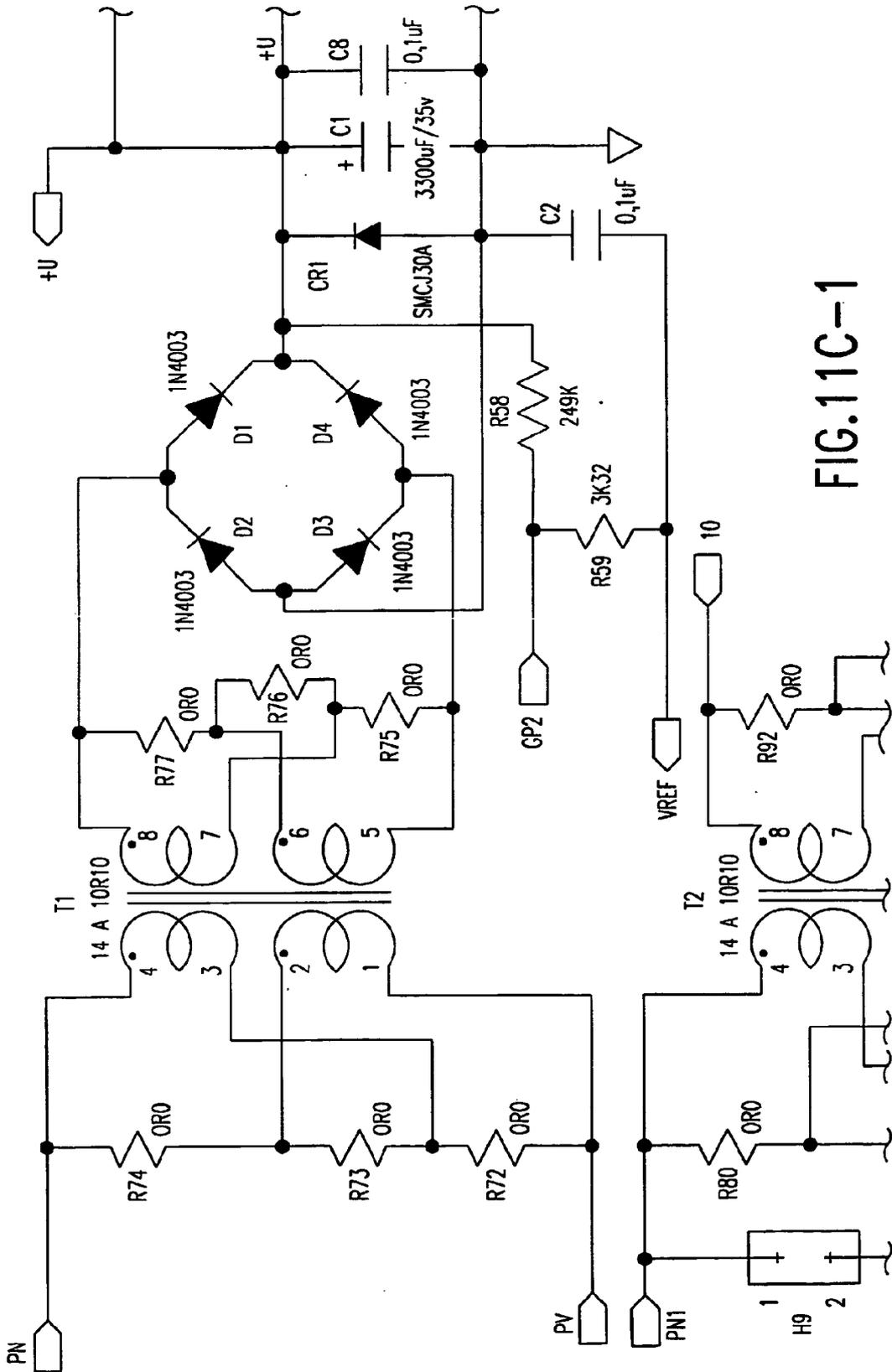


FIG. 11C-1

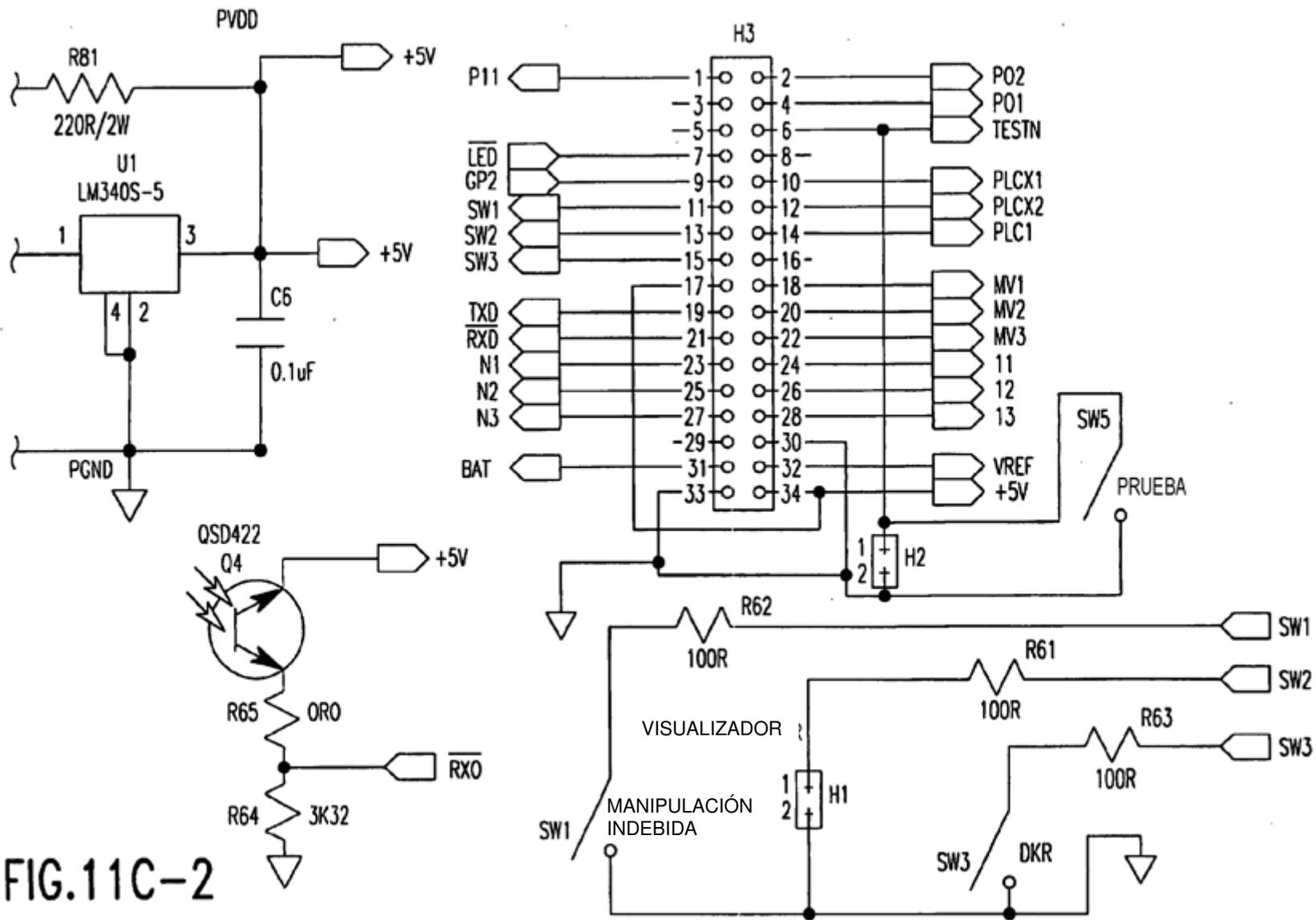


FIG.11C-2

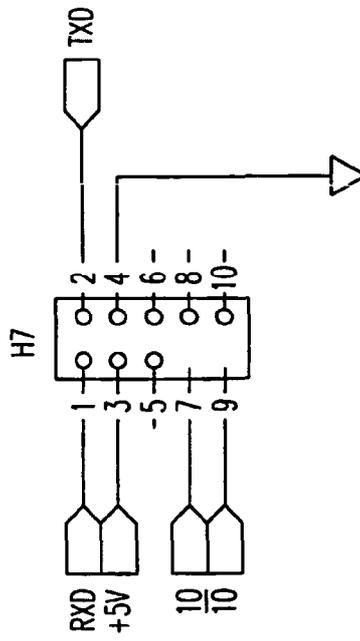


FIG.11C-3

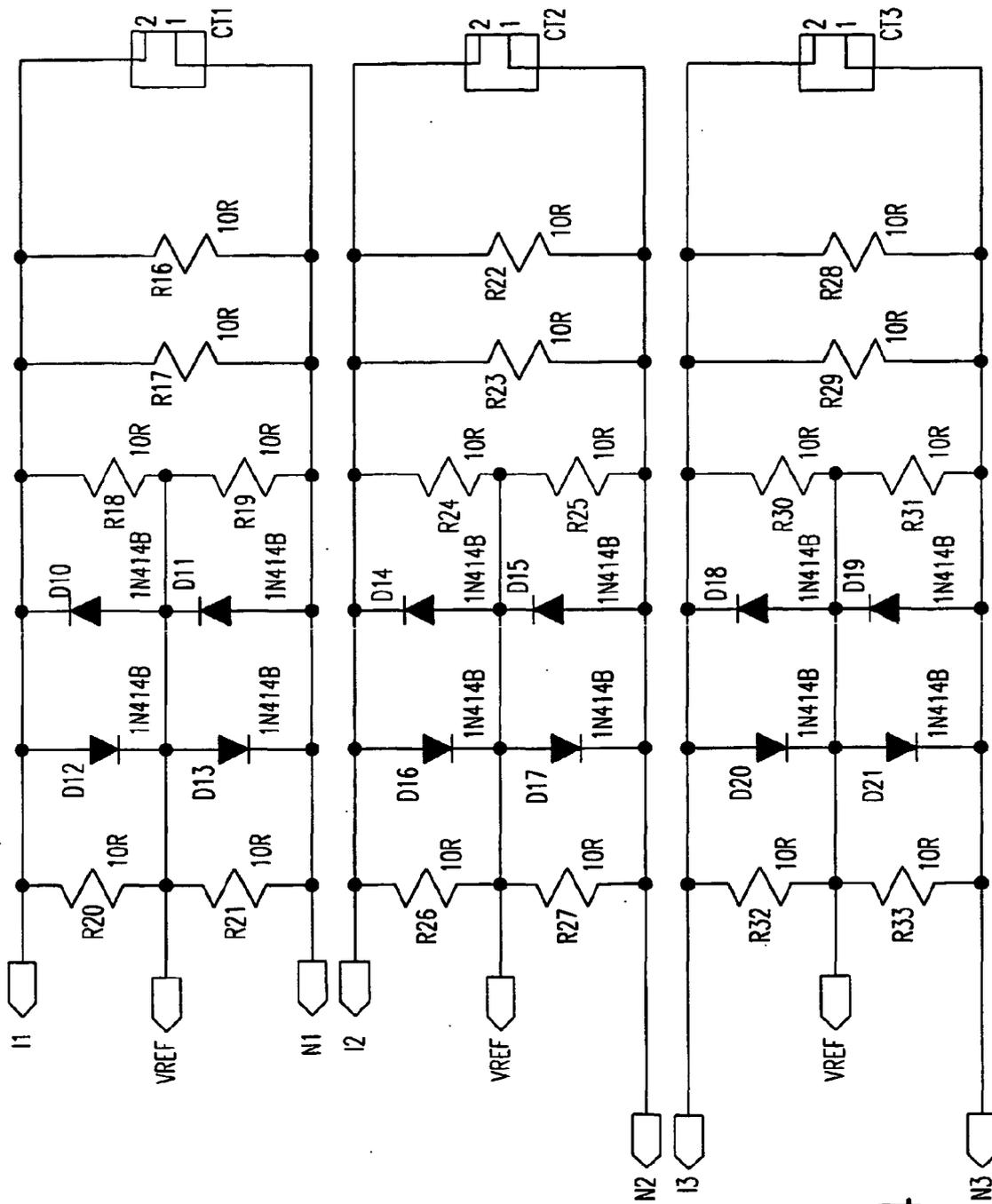


FIG.11C-4

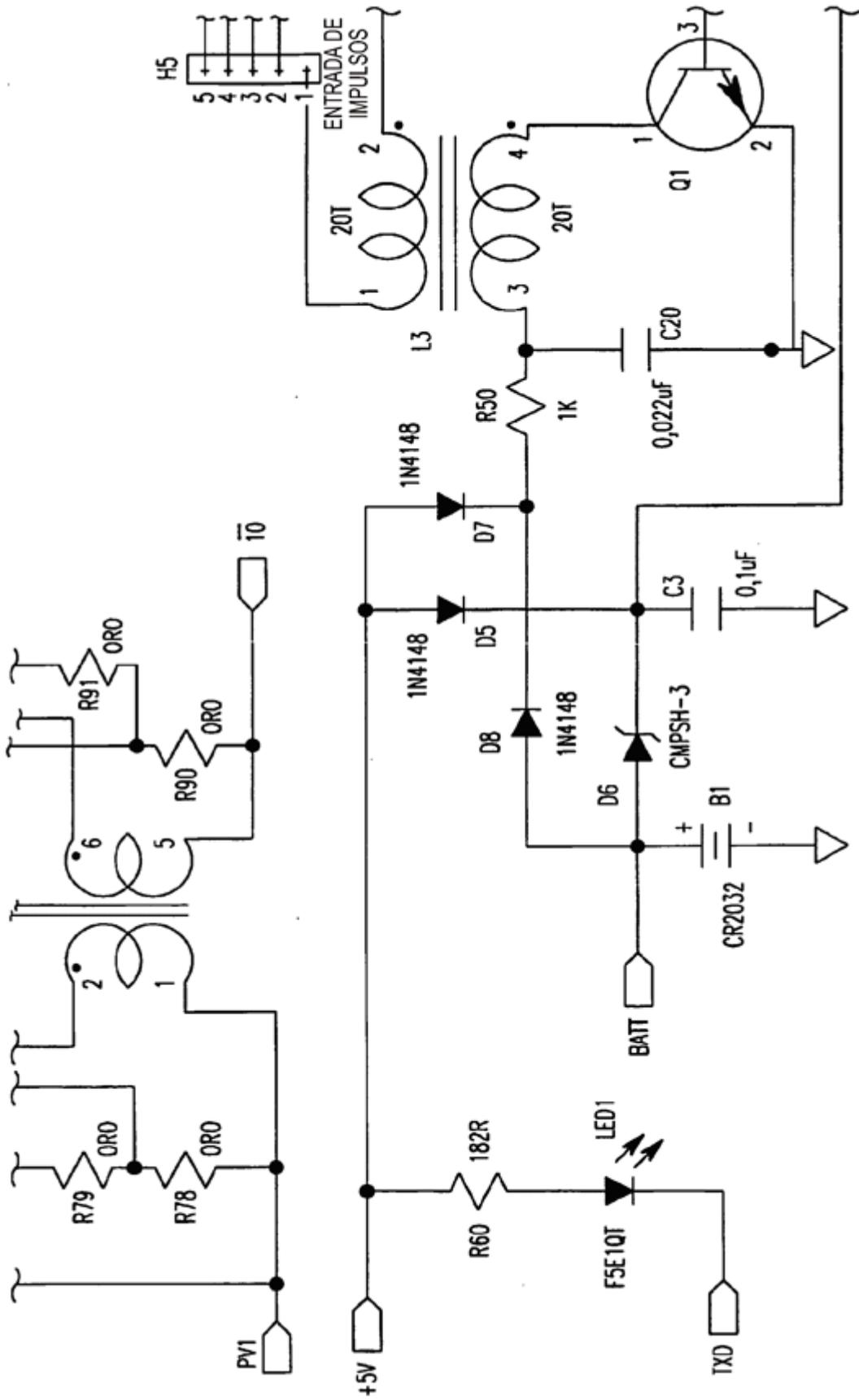


FIG.11C--5

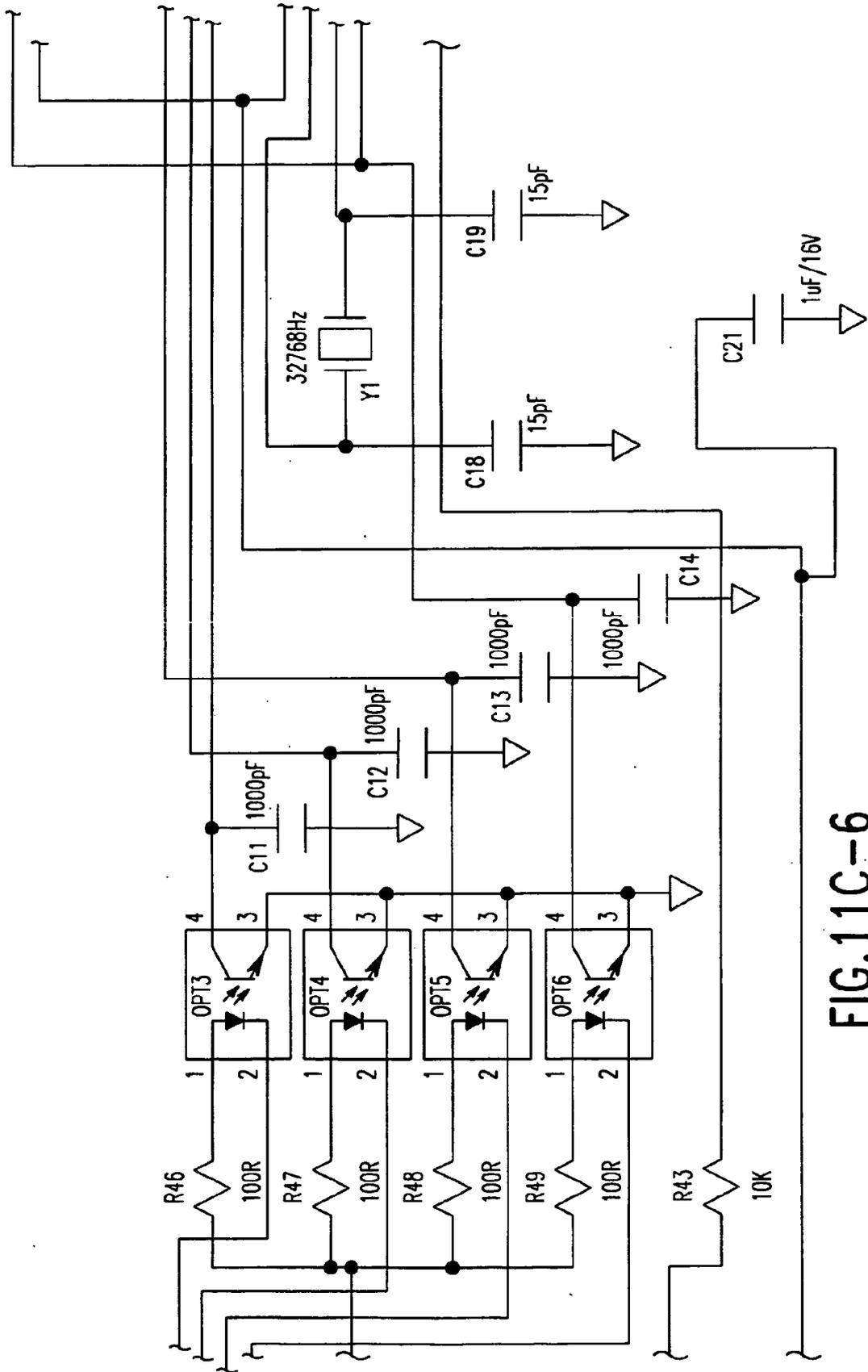


FIG.11C-6

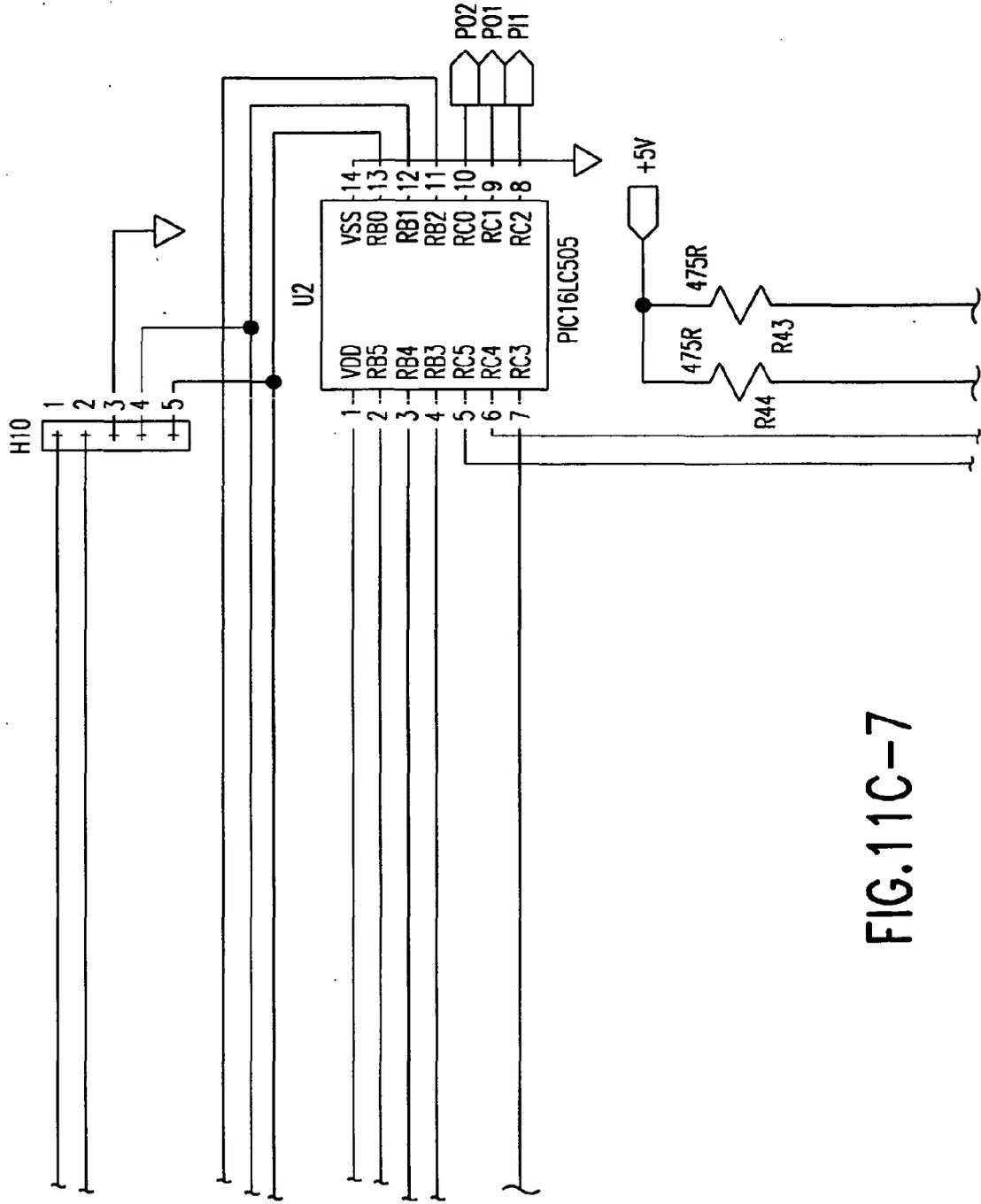


FIG.11C-7

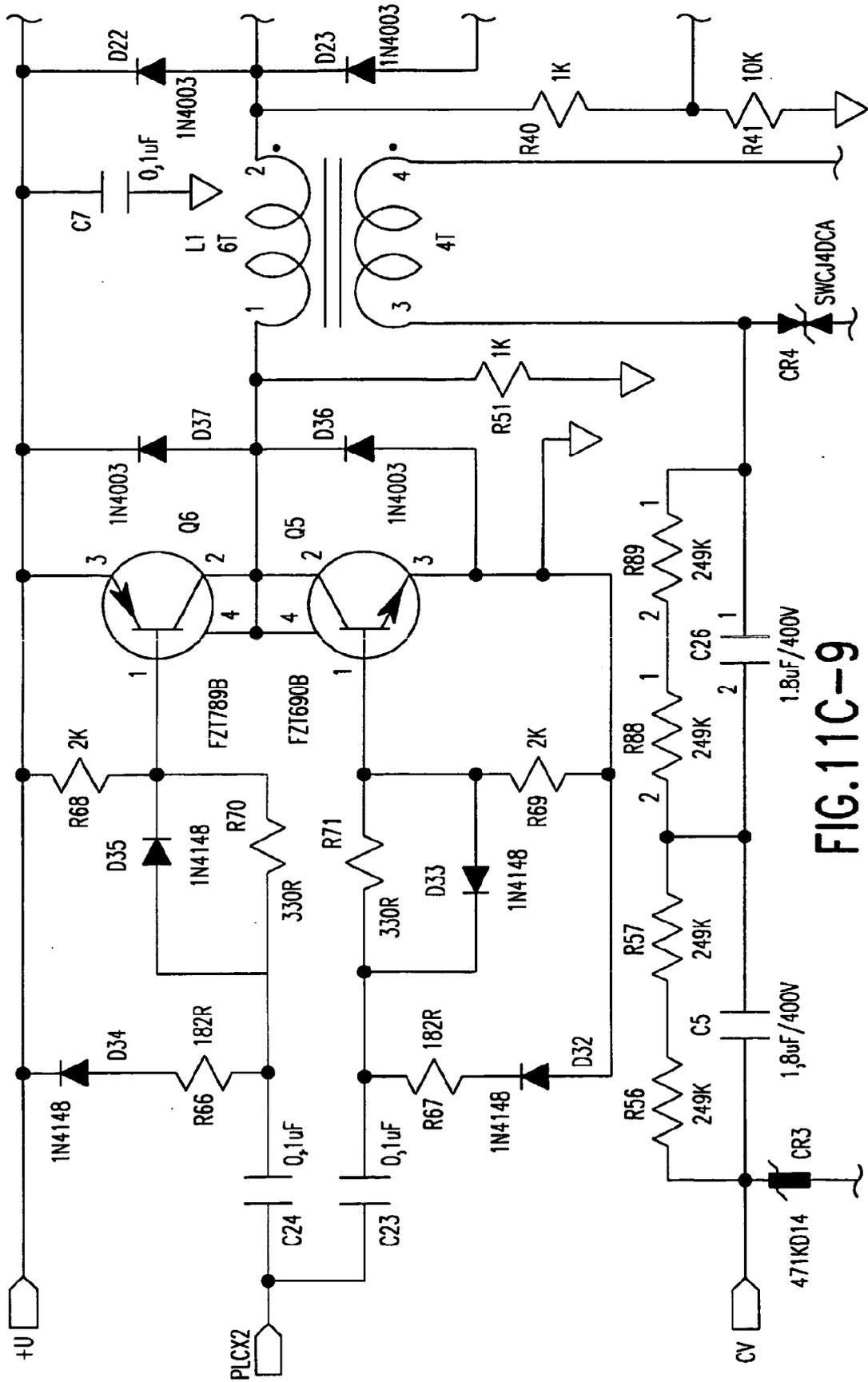


FIG.11C-9

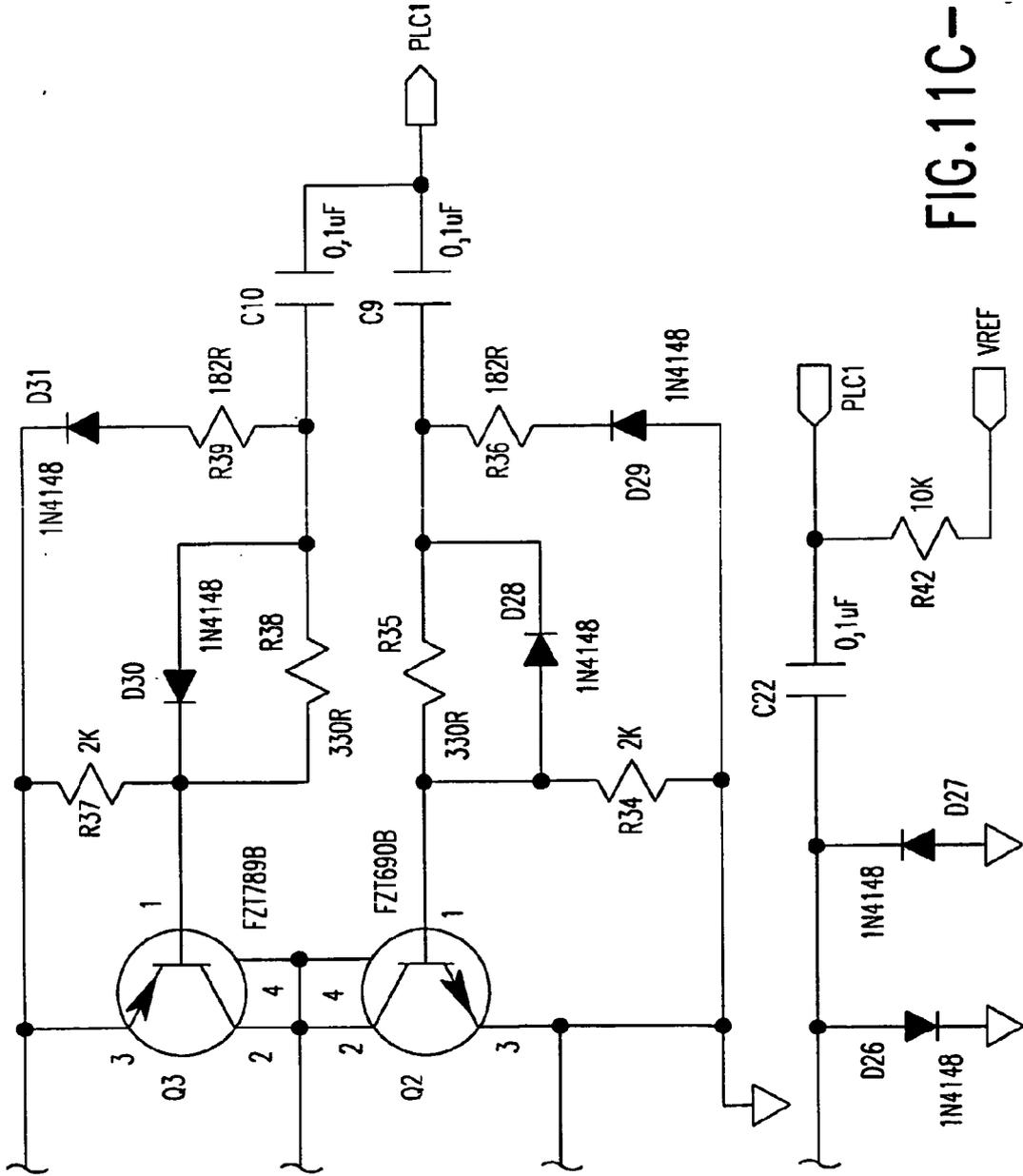


FIG.11C-10

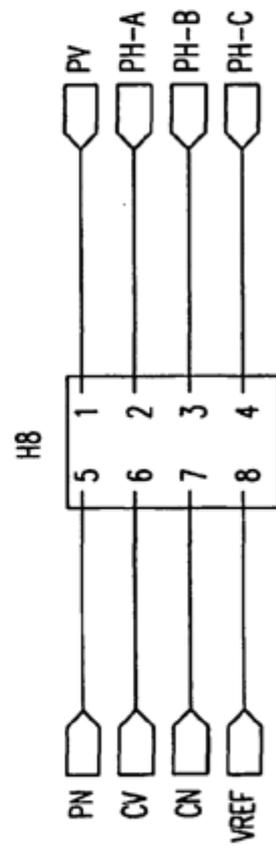
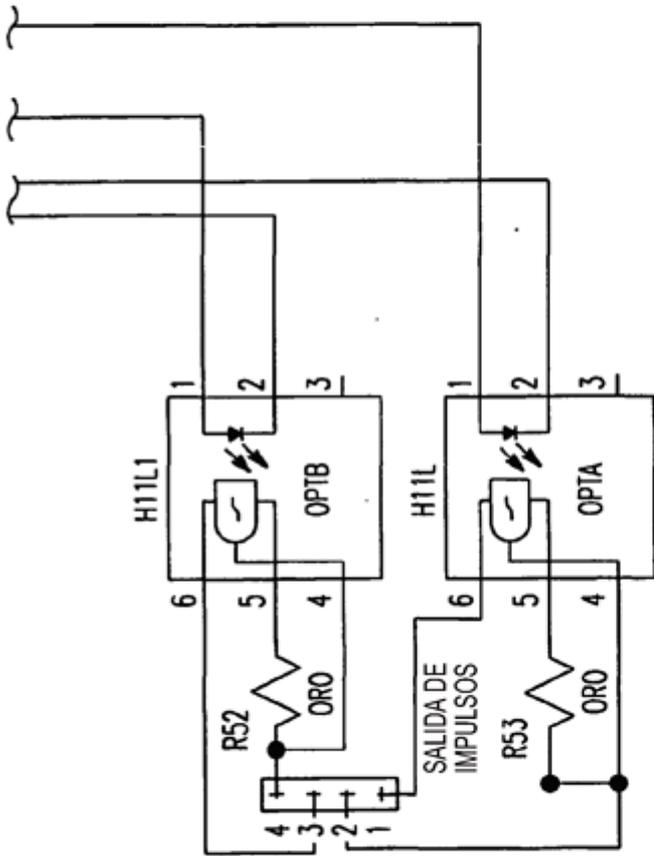


FIG.11C-11

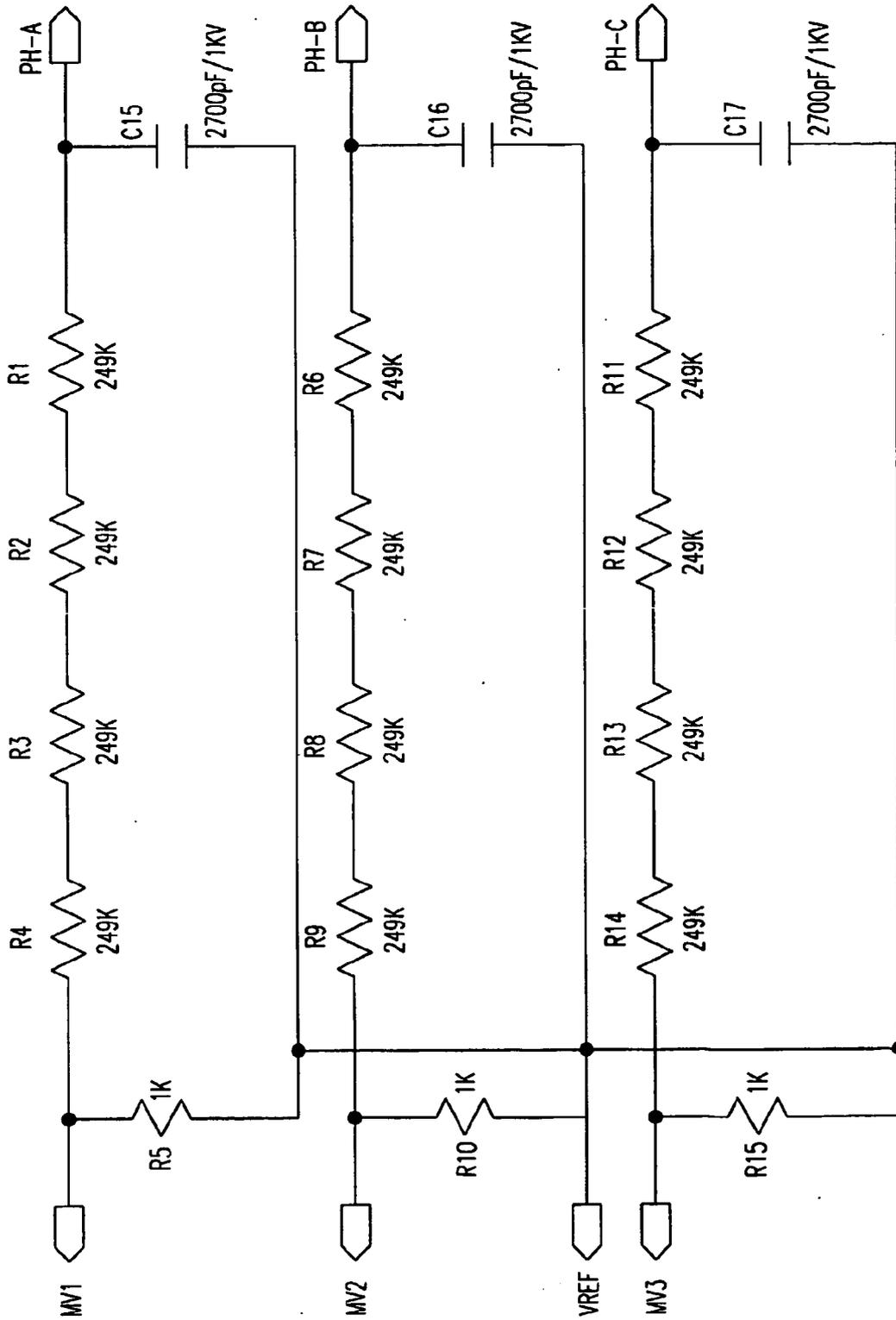


FIG.11C-12

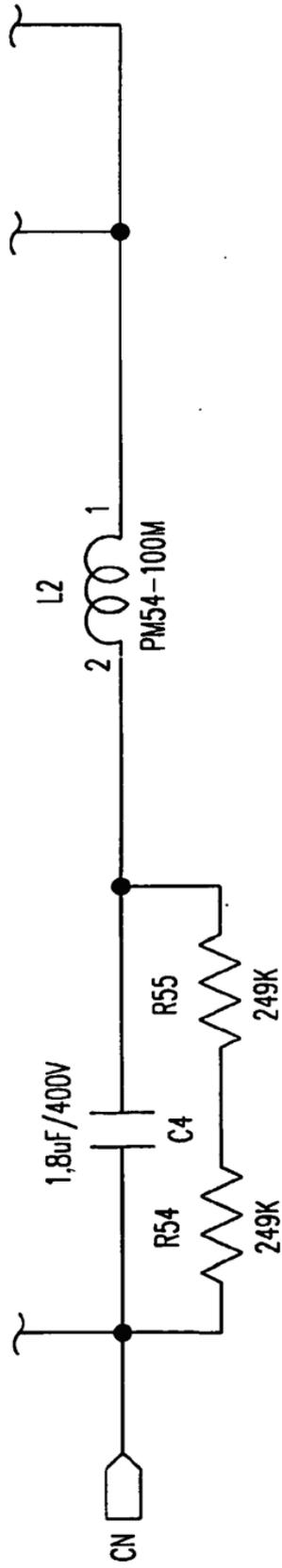


FIG.11C-13

FIG.12A-1	FIG.12A-2	FIG.12A-3
FIG.12A-4	FIG.12A-5	FIG.12A-6
FIG.12A-7	FIG.12A-8	FIG.12A-9

FIG.12A

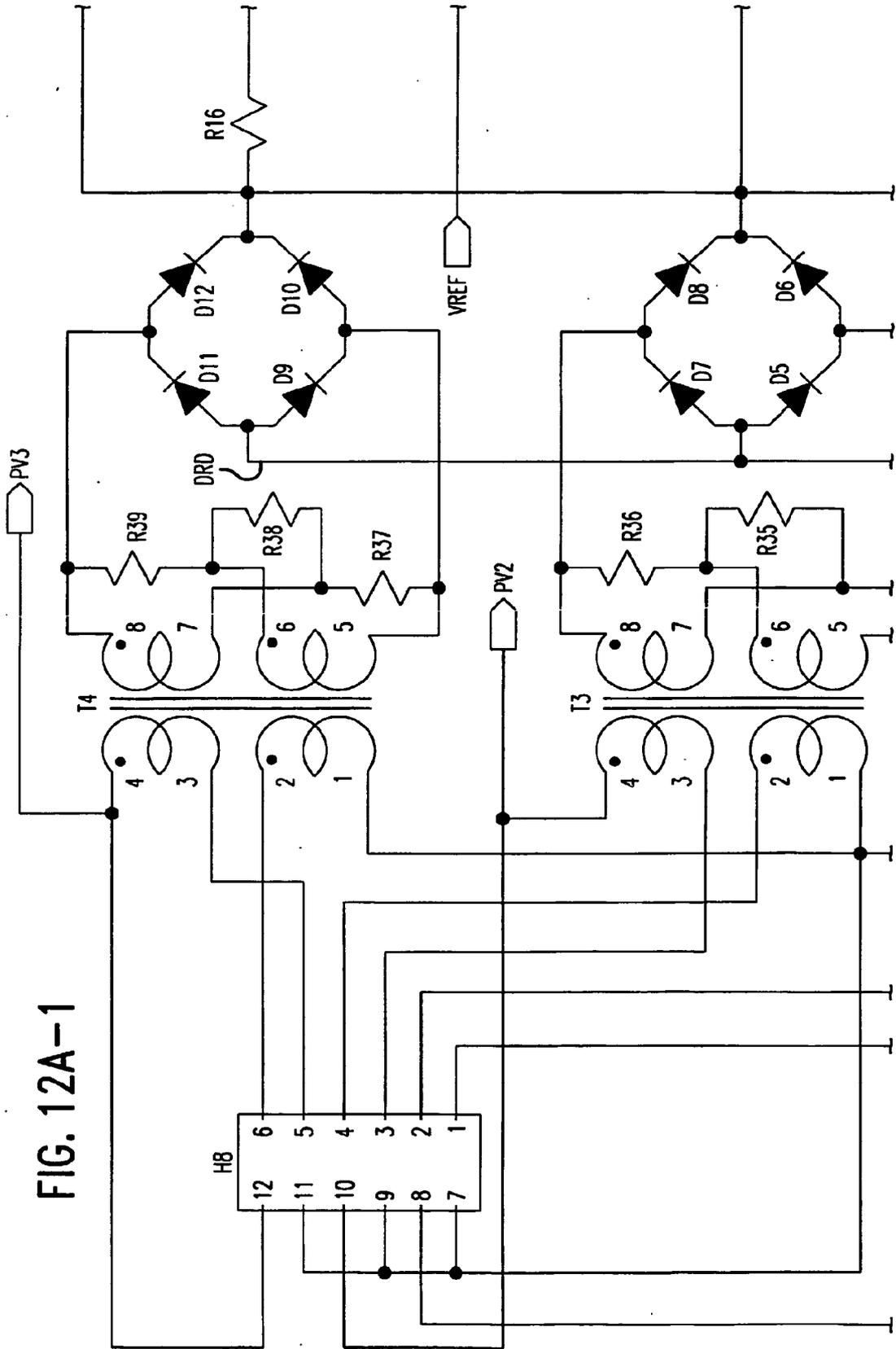


FIG. 12A-1

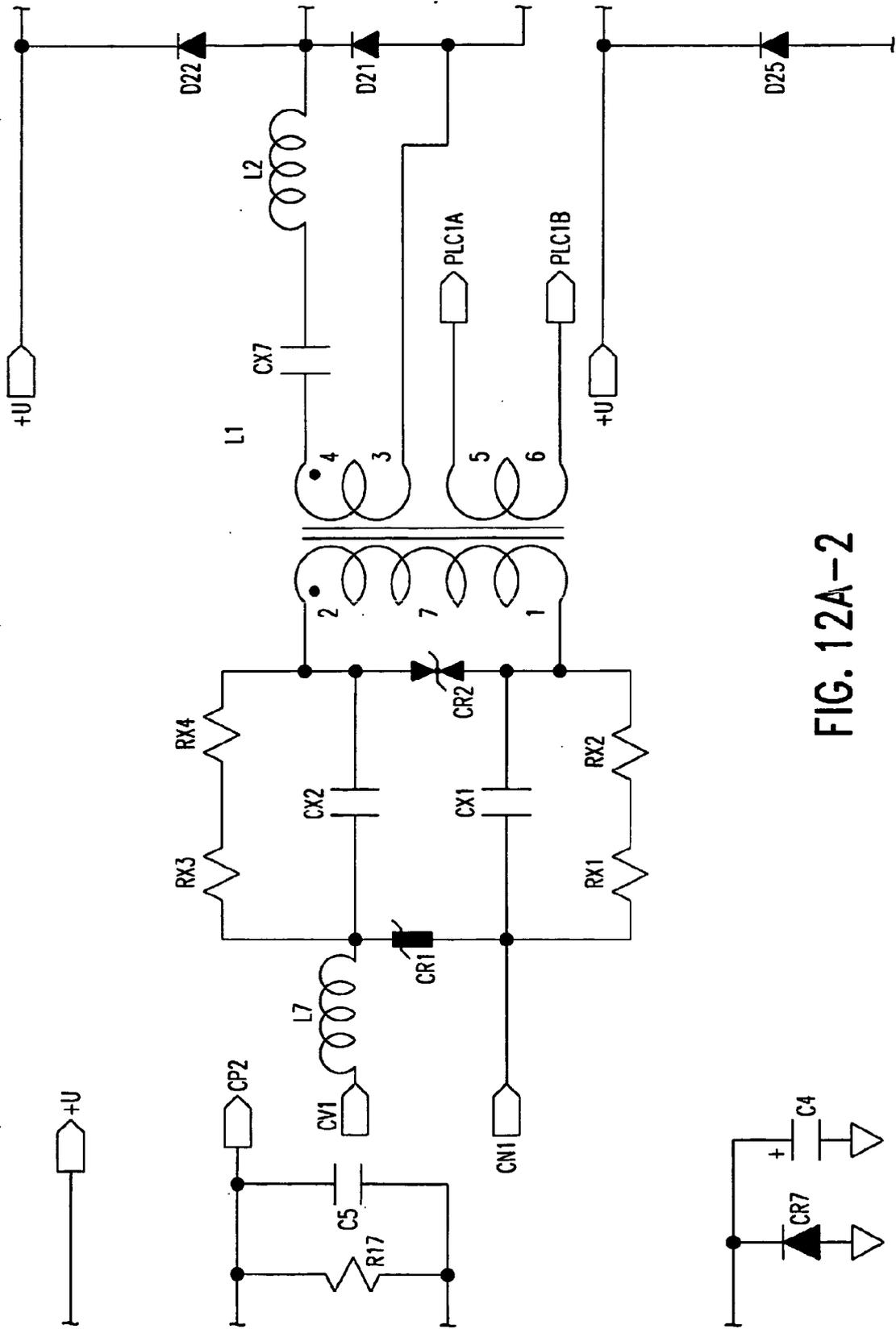


FIG. 12A-2

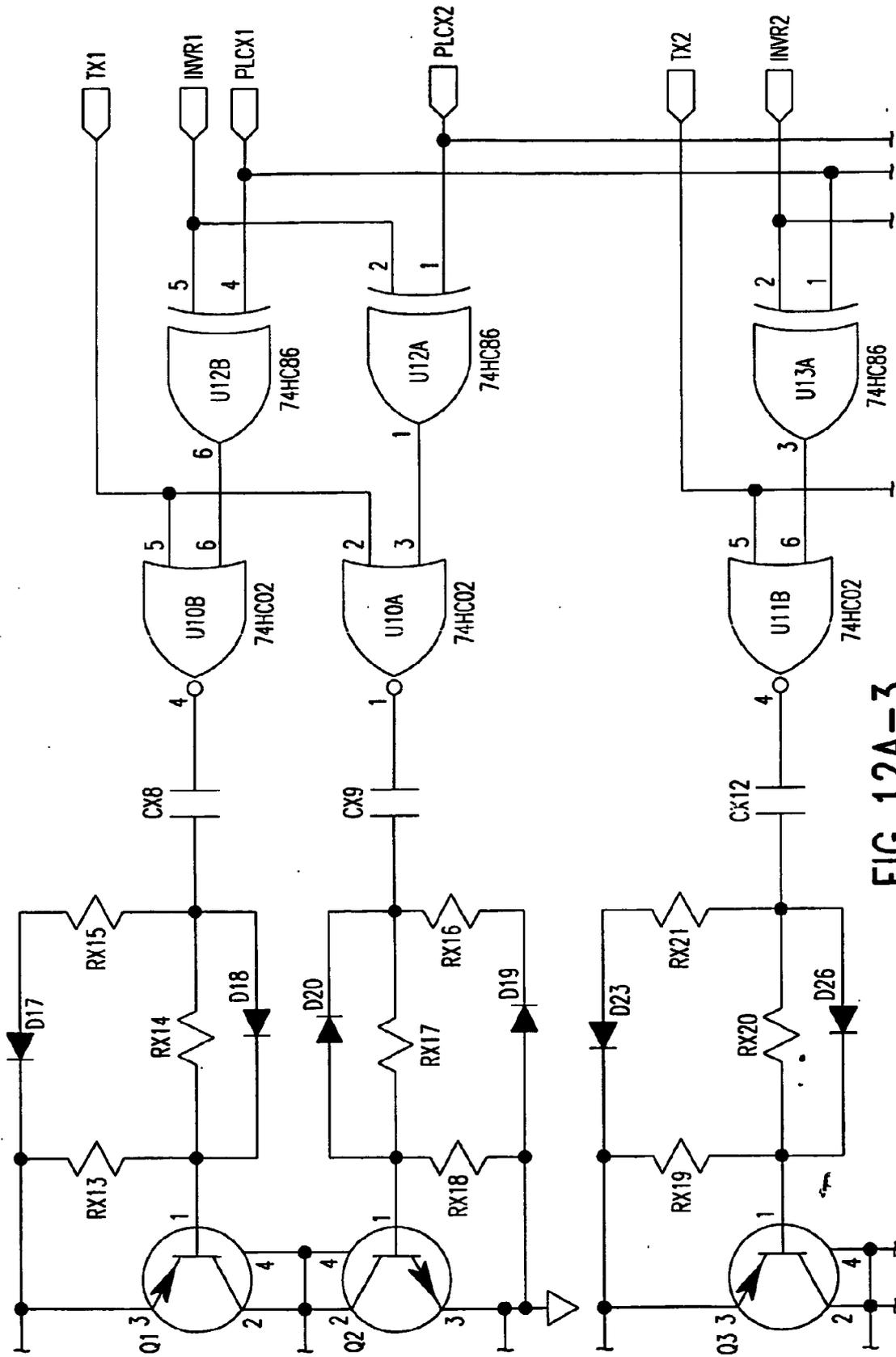


FIG. 12A-3

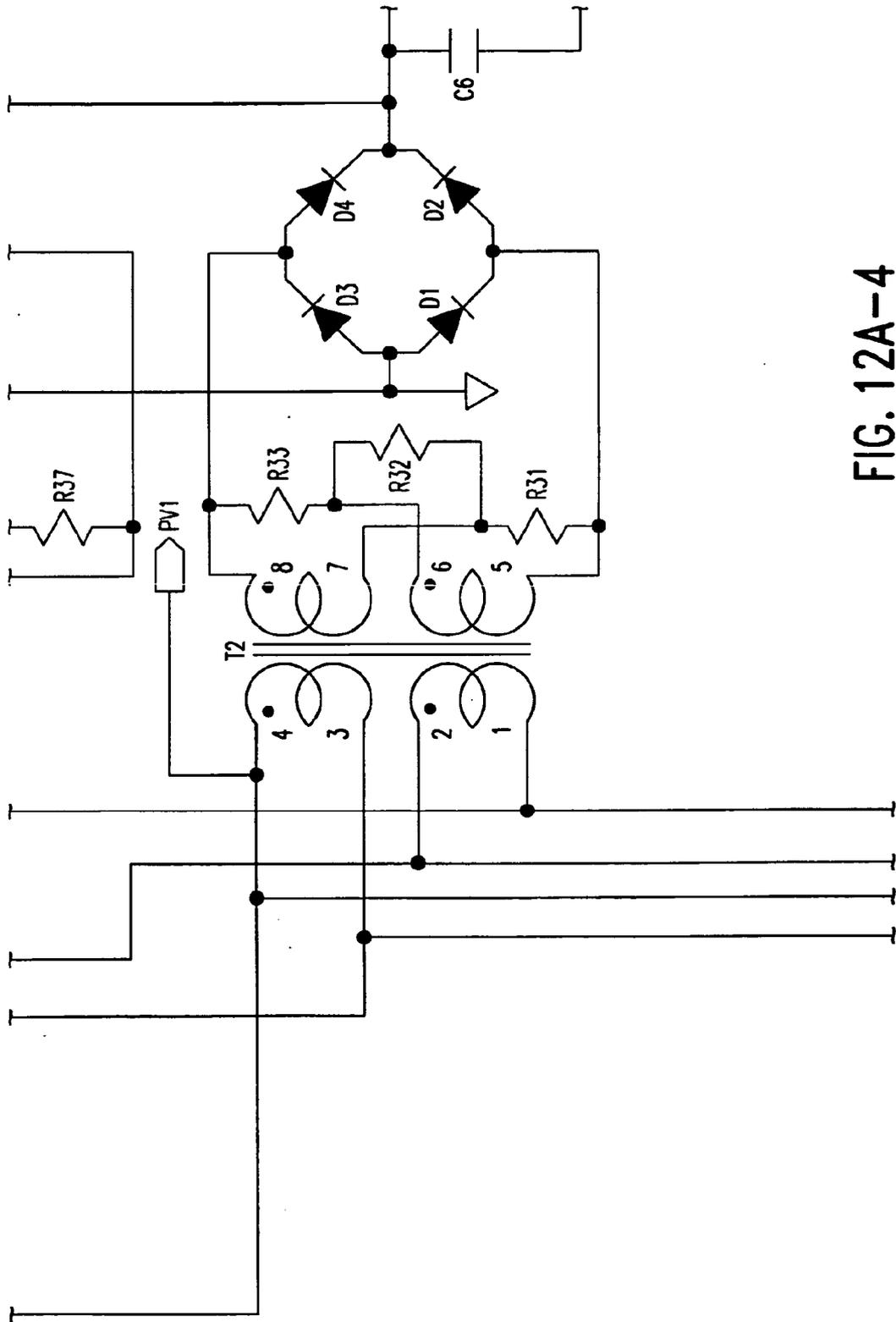


FIG. 12A-4

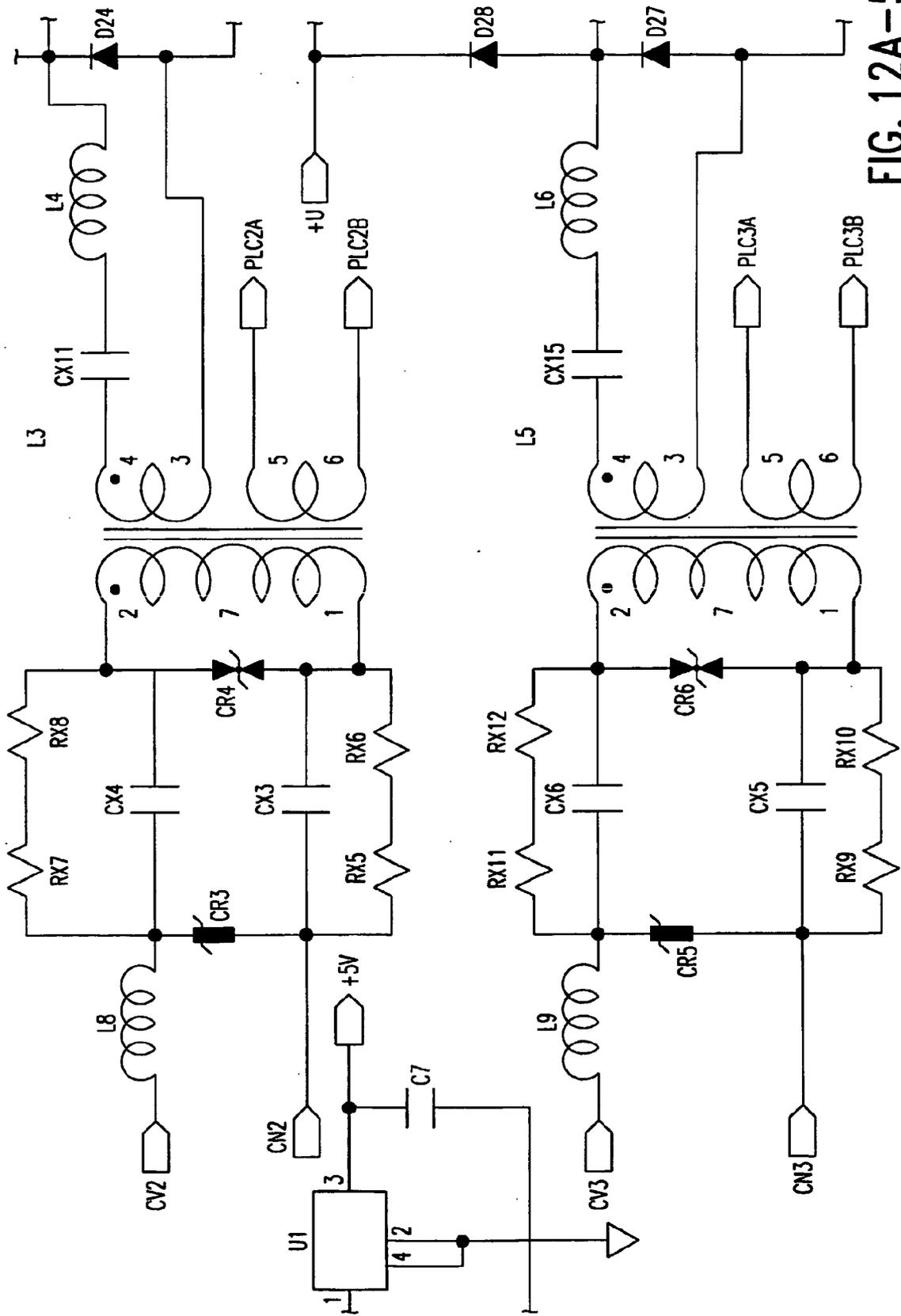


FIG. 12A-5

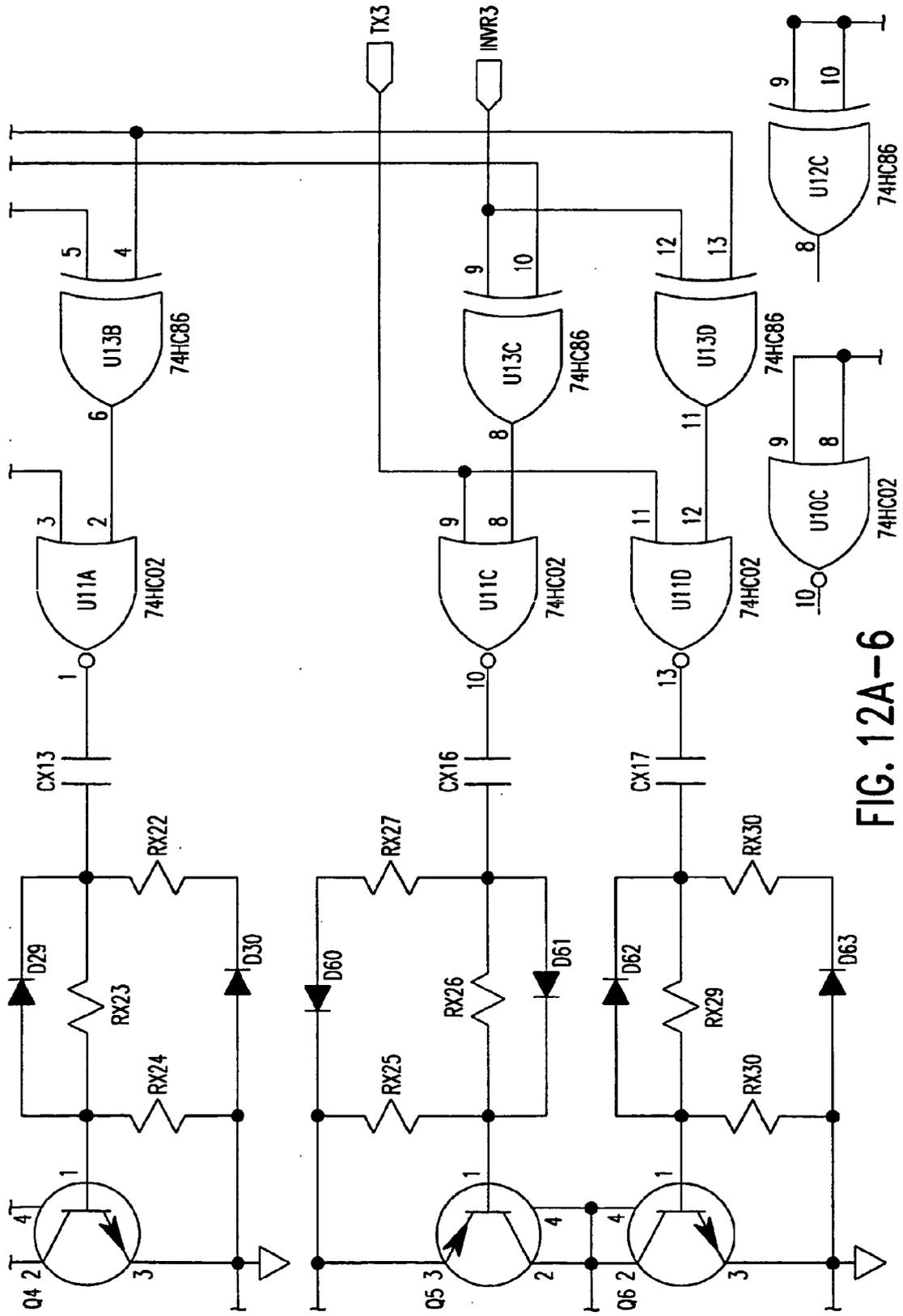


FIG. 12A-6

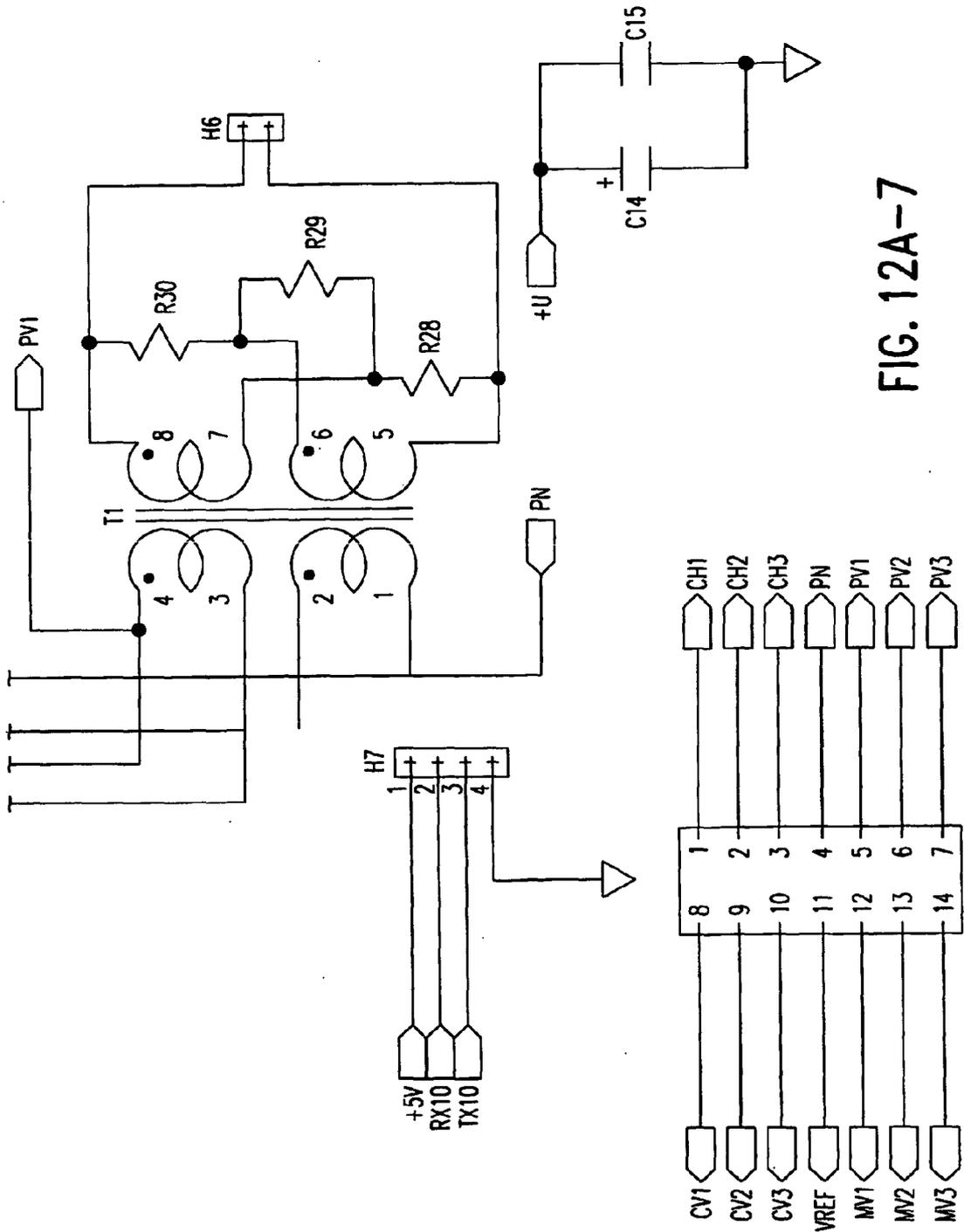


FIG. 12A-7

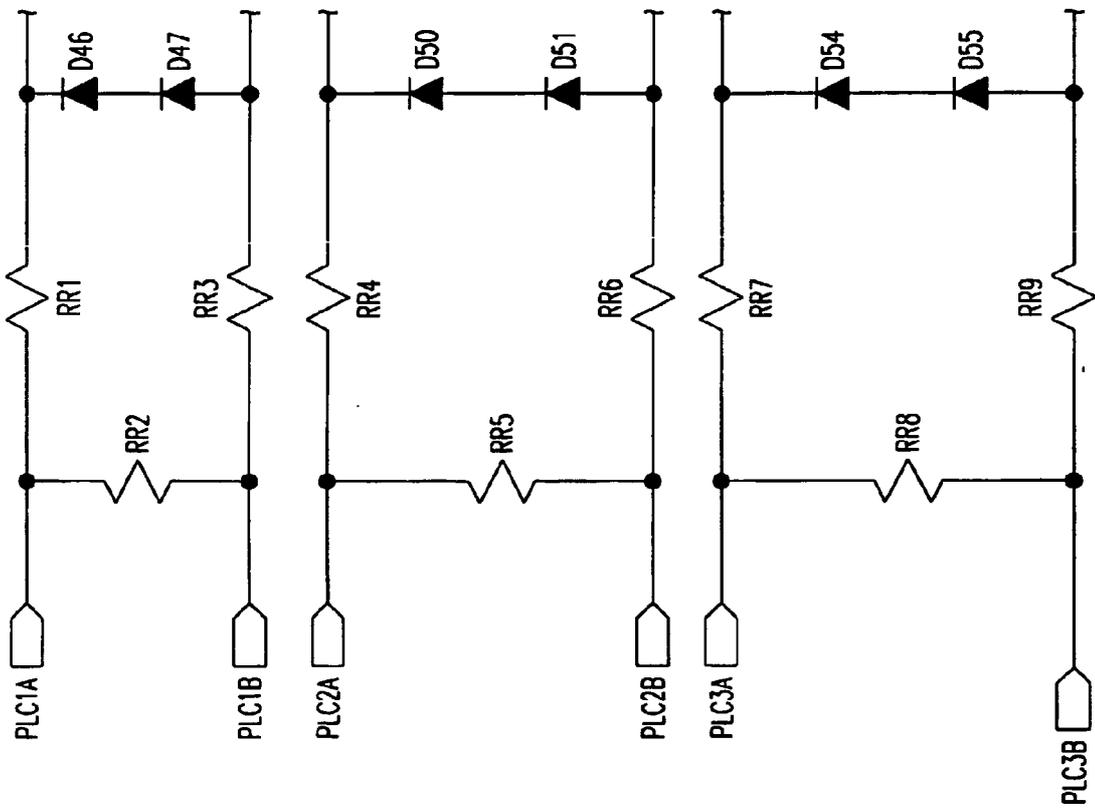


FIG. 12A-8

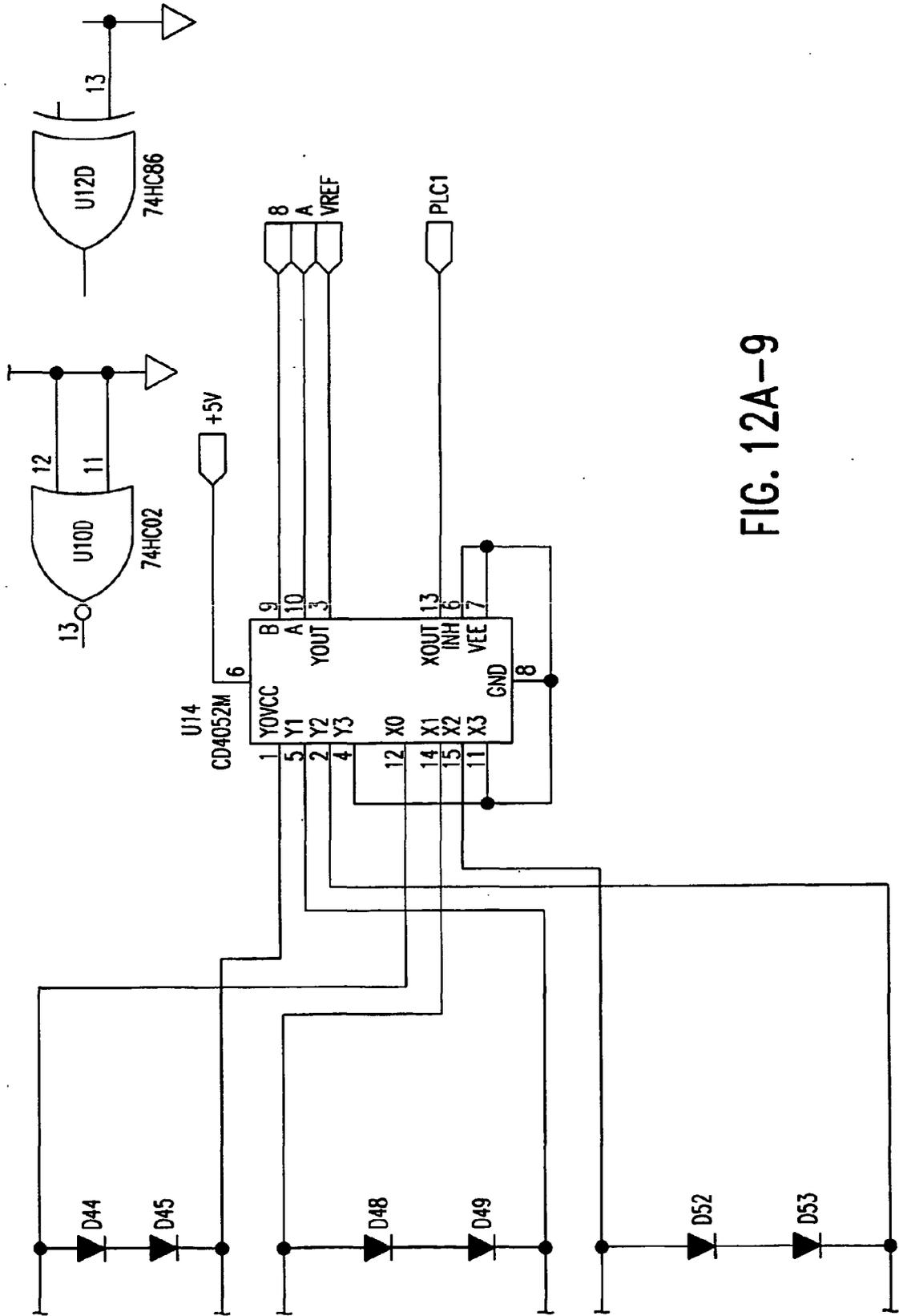


FIG. 12A-9

FIG.12B-1	FIG.12B-2	FIG.12B-3
FIG.12B-4	FIG.12B-5	FIG.12B-6
FIG.12B-7	FIG.12B-8	FIG.12B-9

FIG.12B

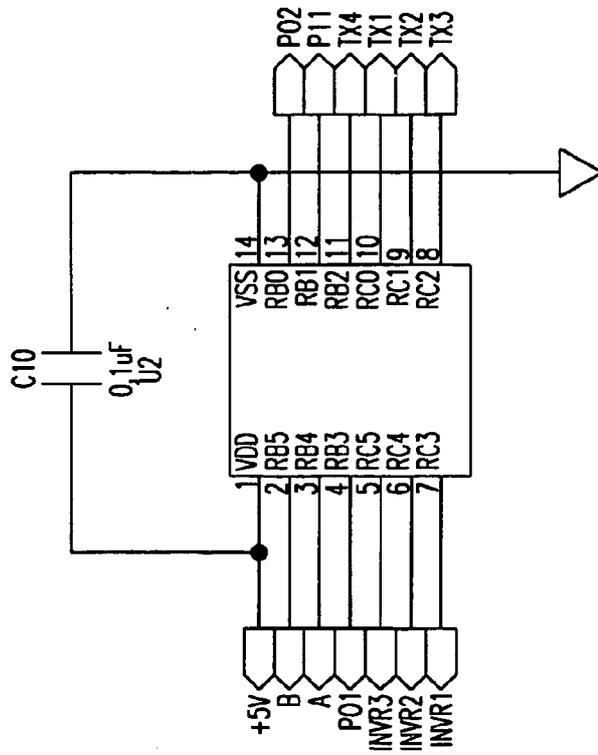
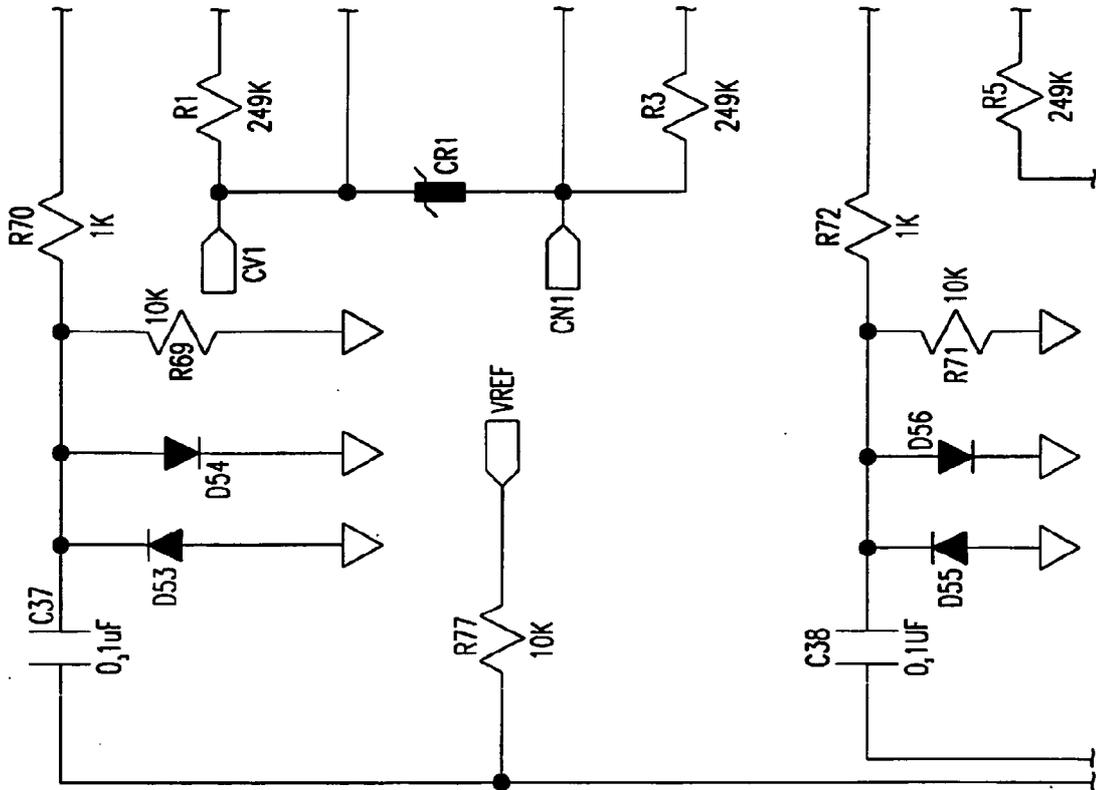


FIG. 12B-1

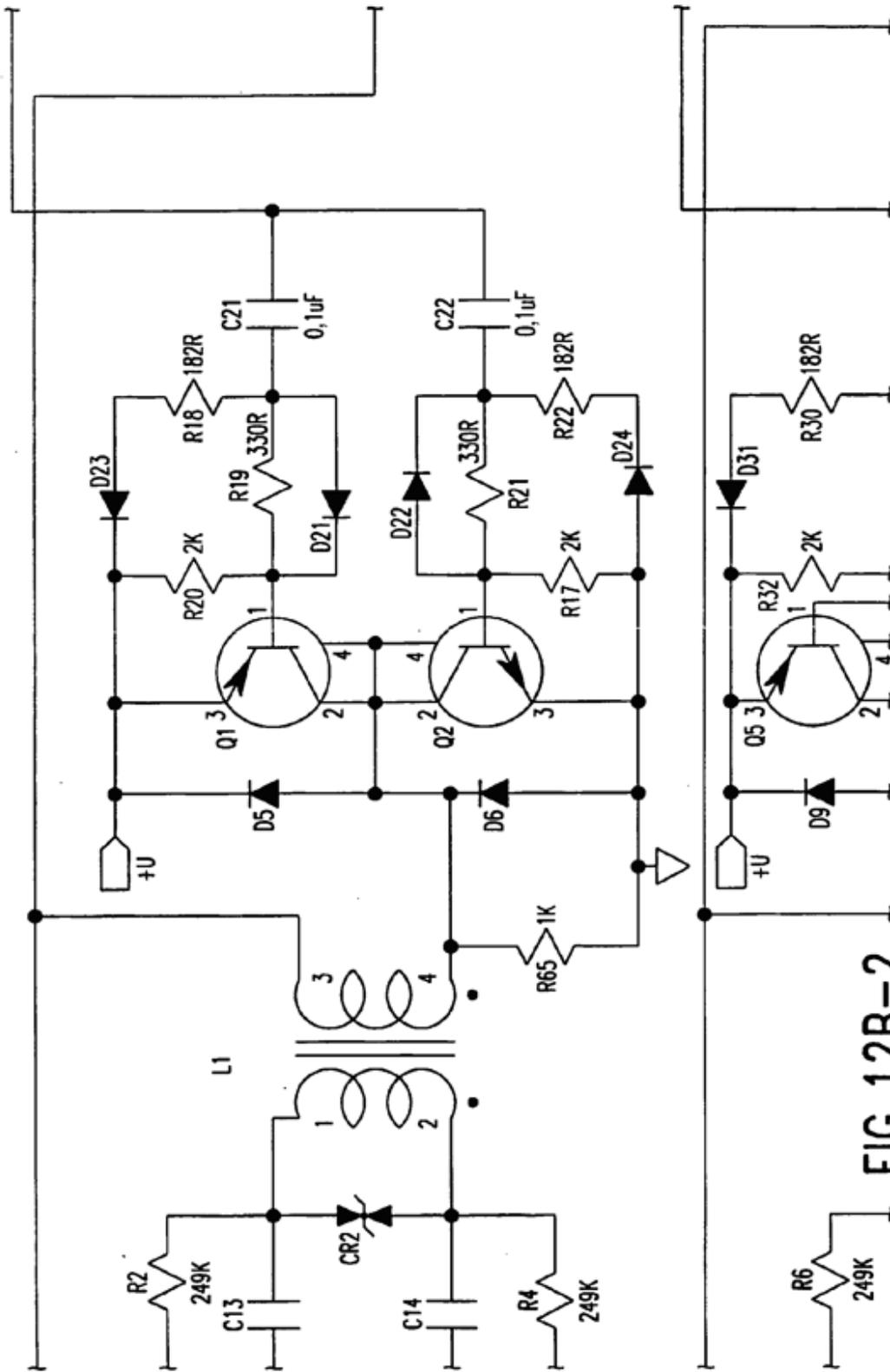


FIG. 12B-2

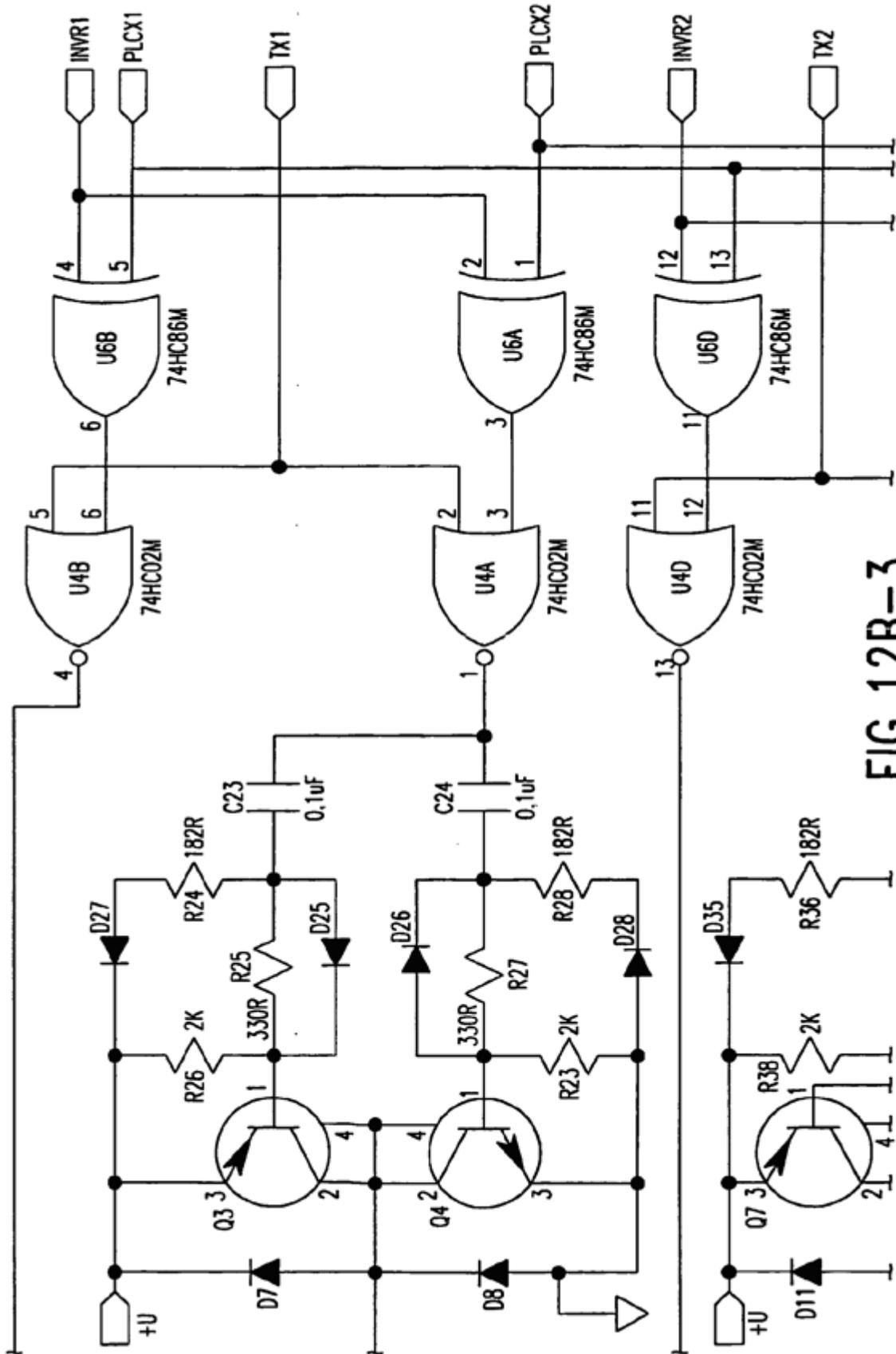


FIG. 12B-3

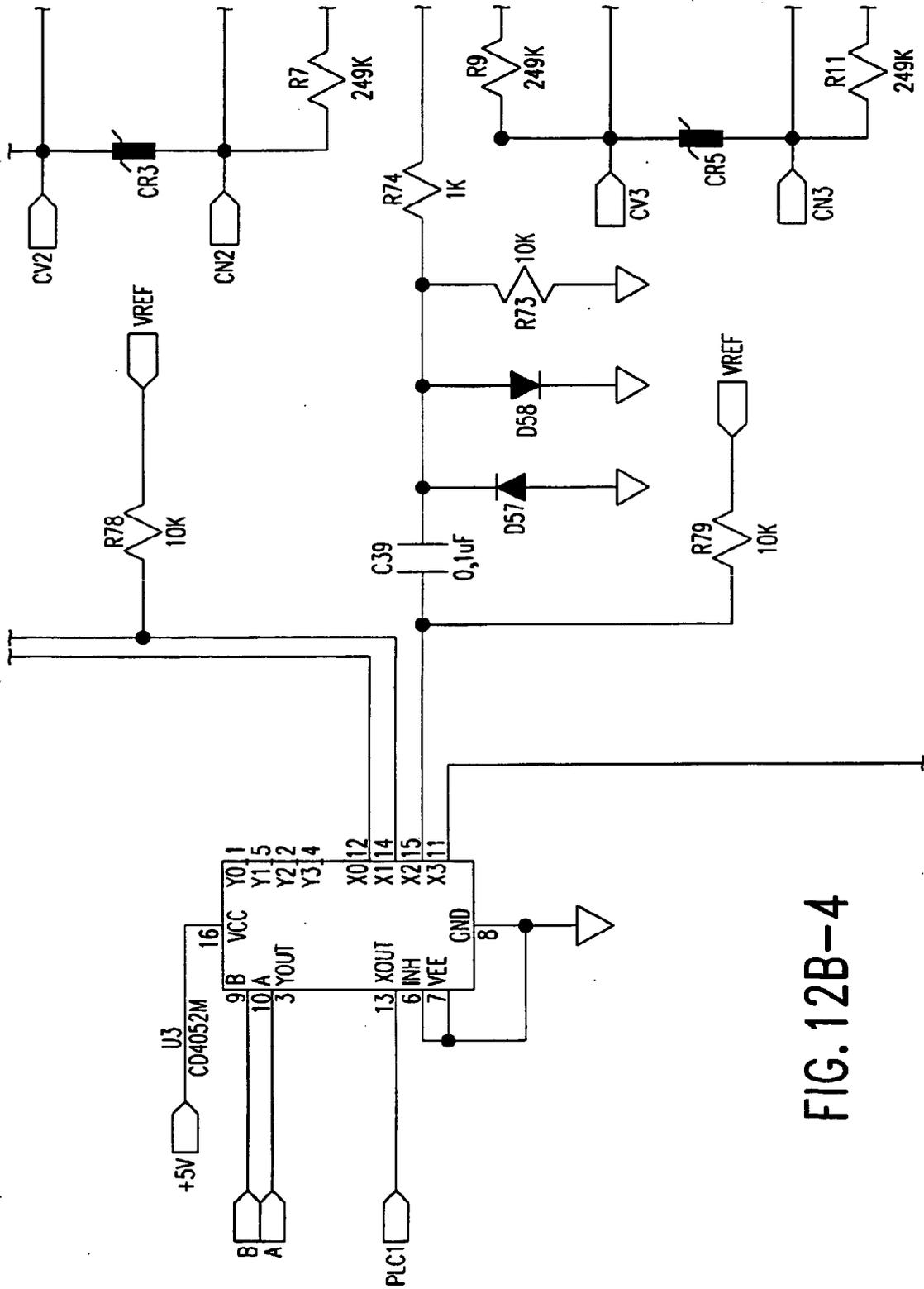


FIG. 12B-4

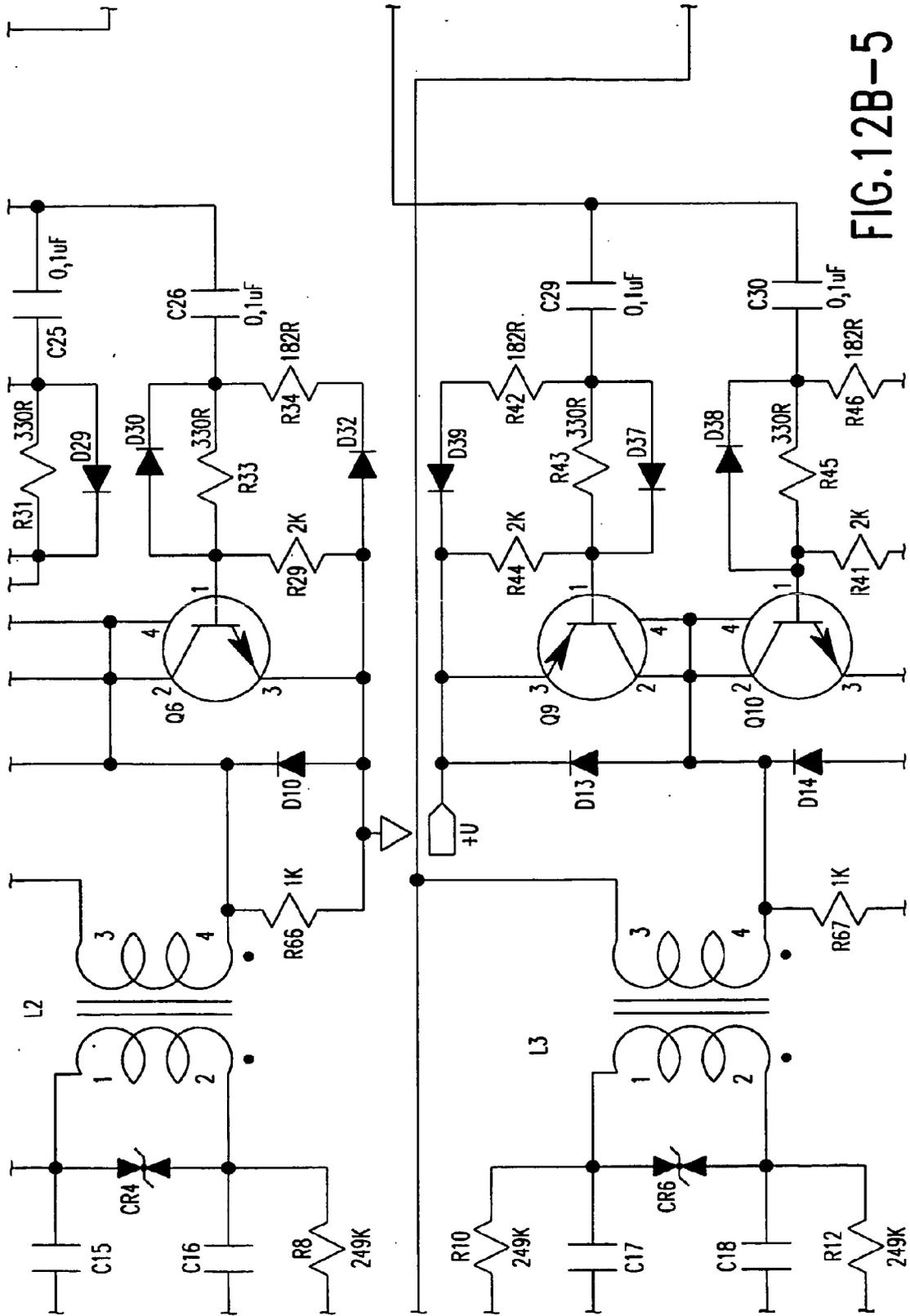


FIG.12B-5

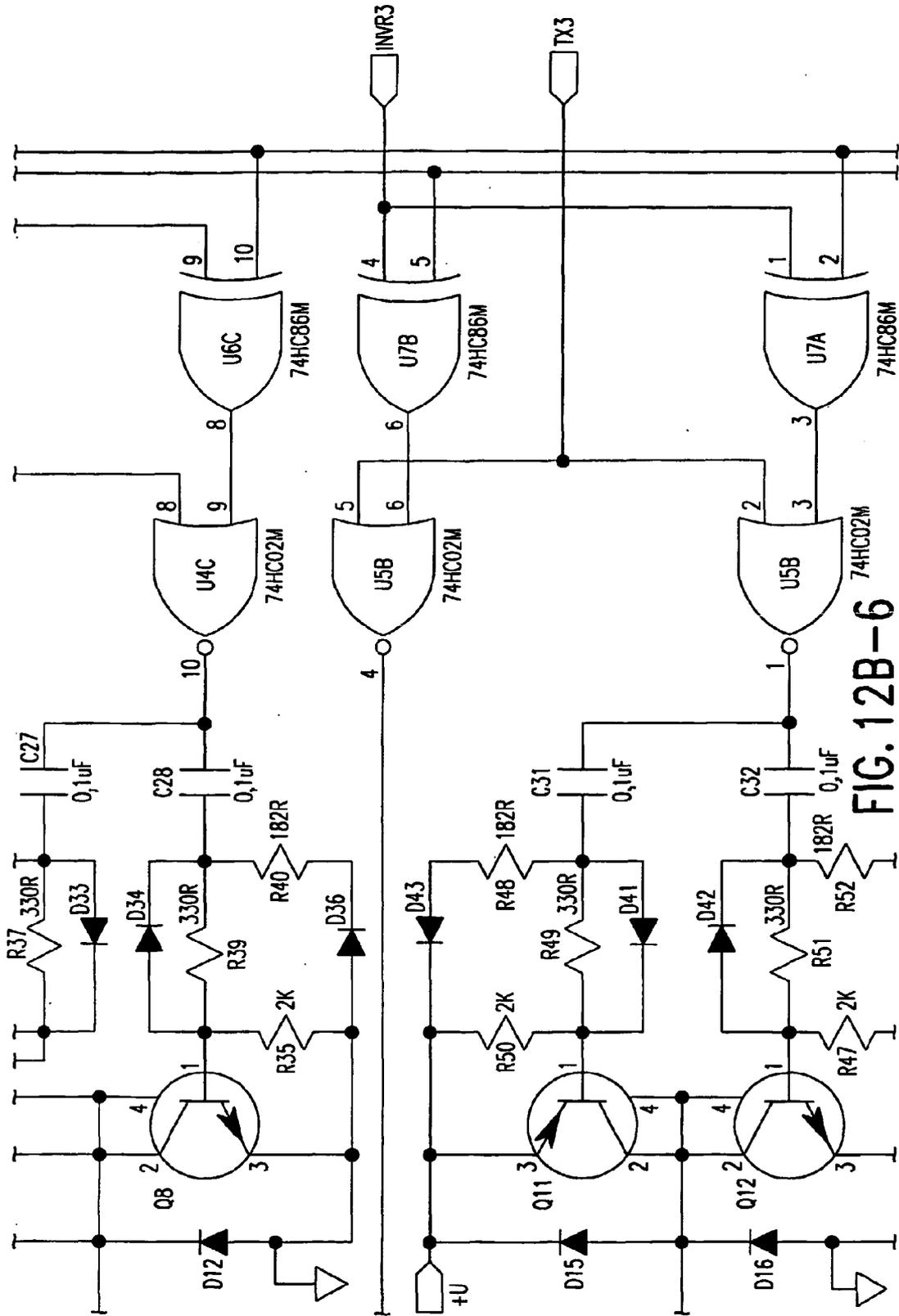


FIG. 12B-6

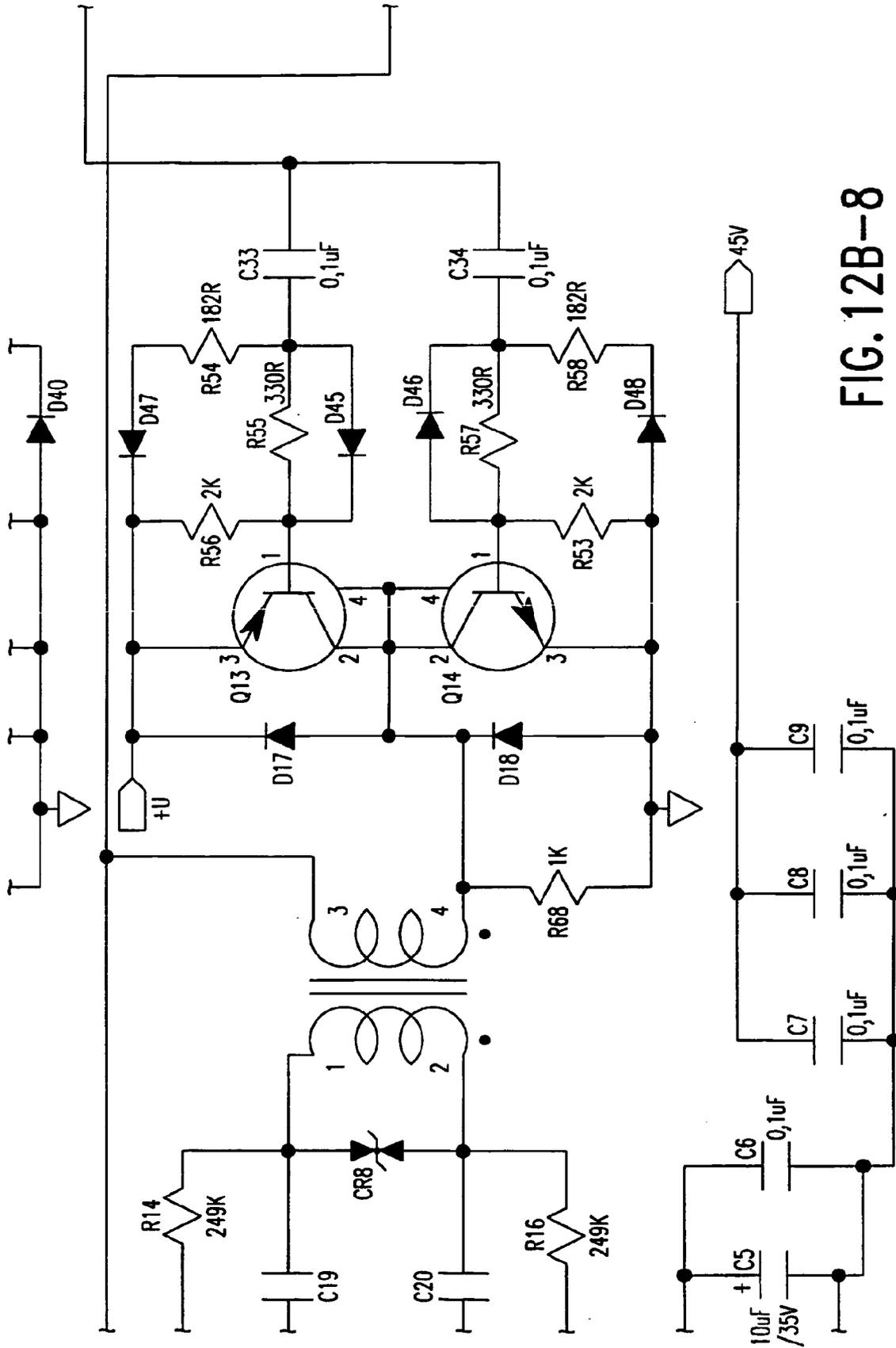


FIG. 12B-8

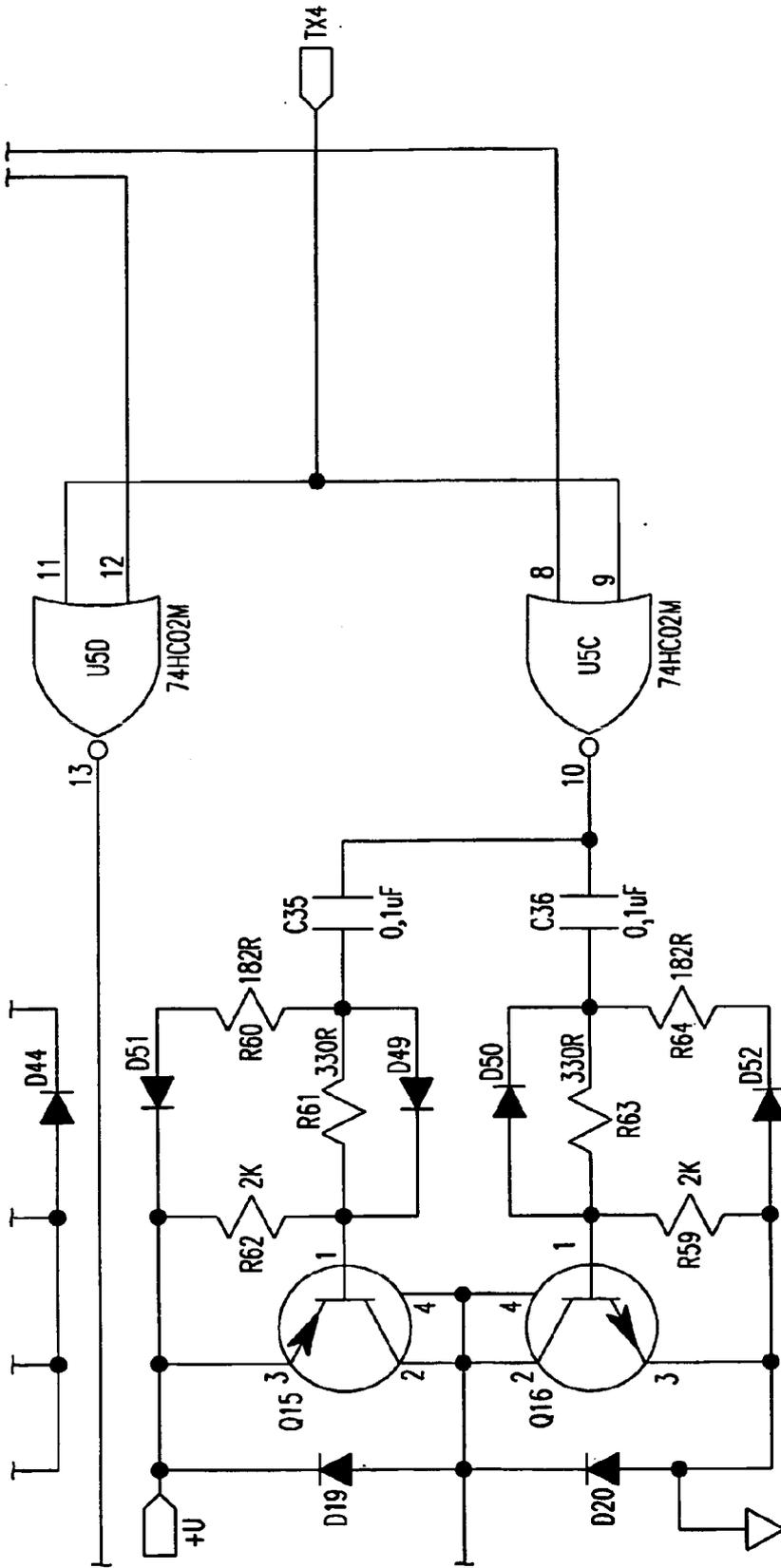


FIG. 12B-9

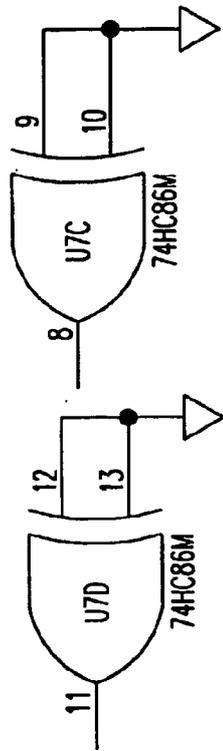


FIG.12C-1	FIG.12C-2	FIG.12C-3
FIG.12C-4		

FIG.12C

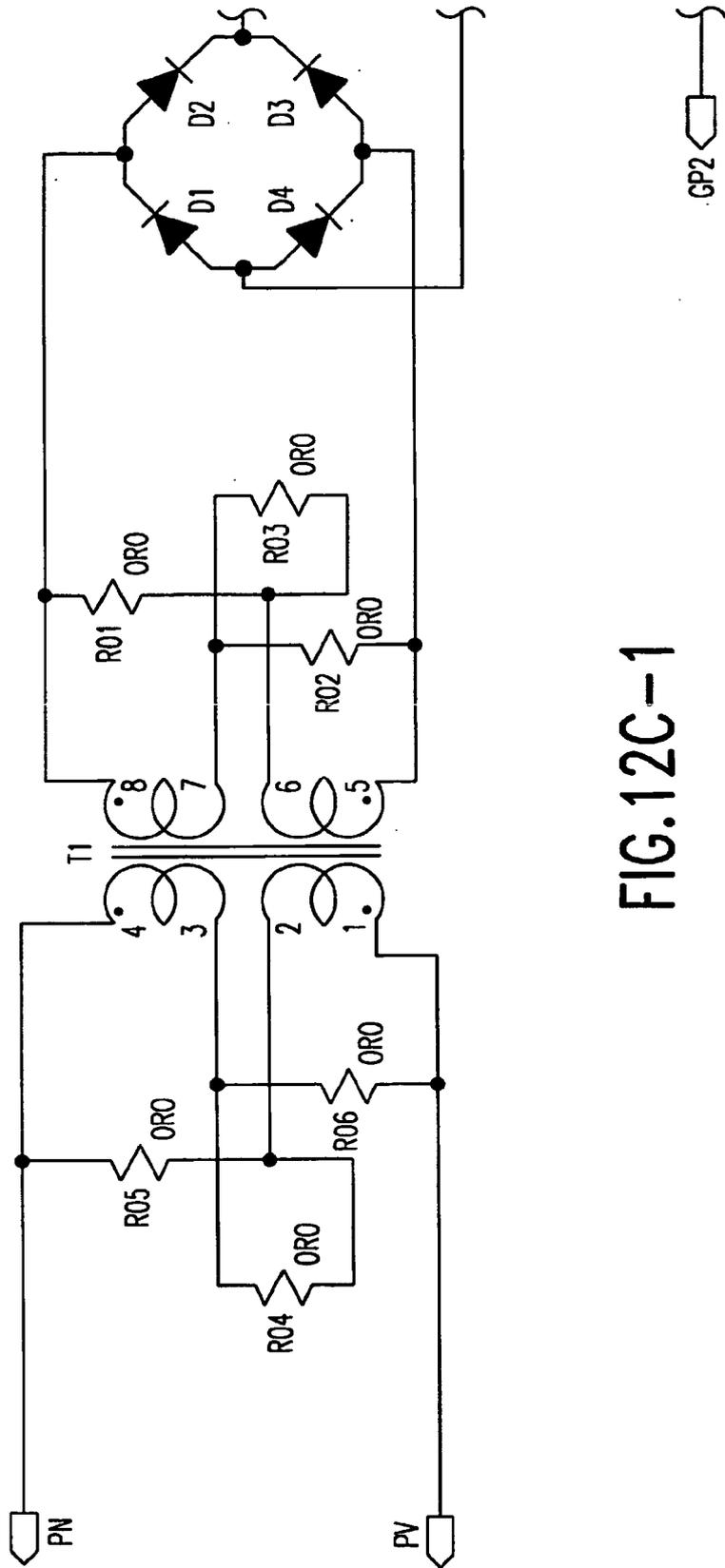


FIG.12C-1

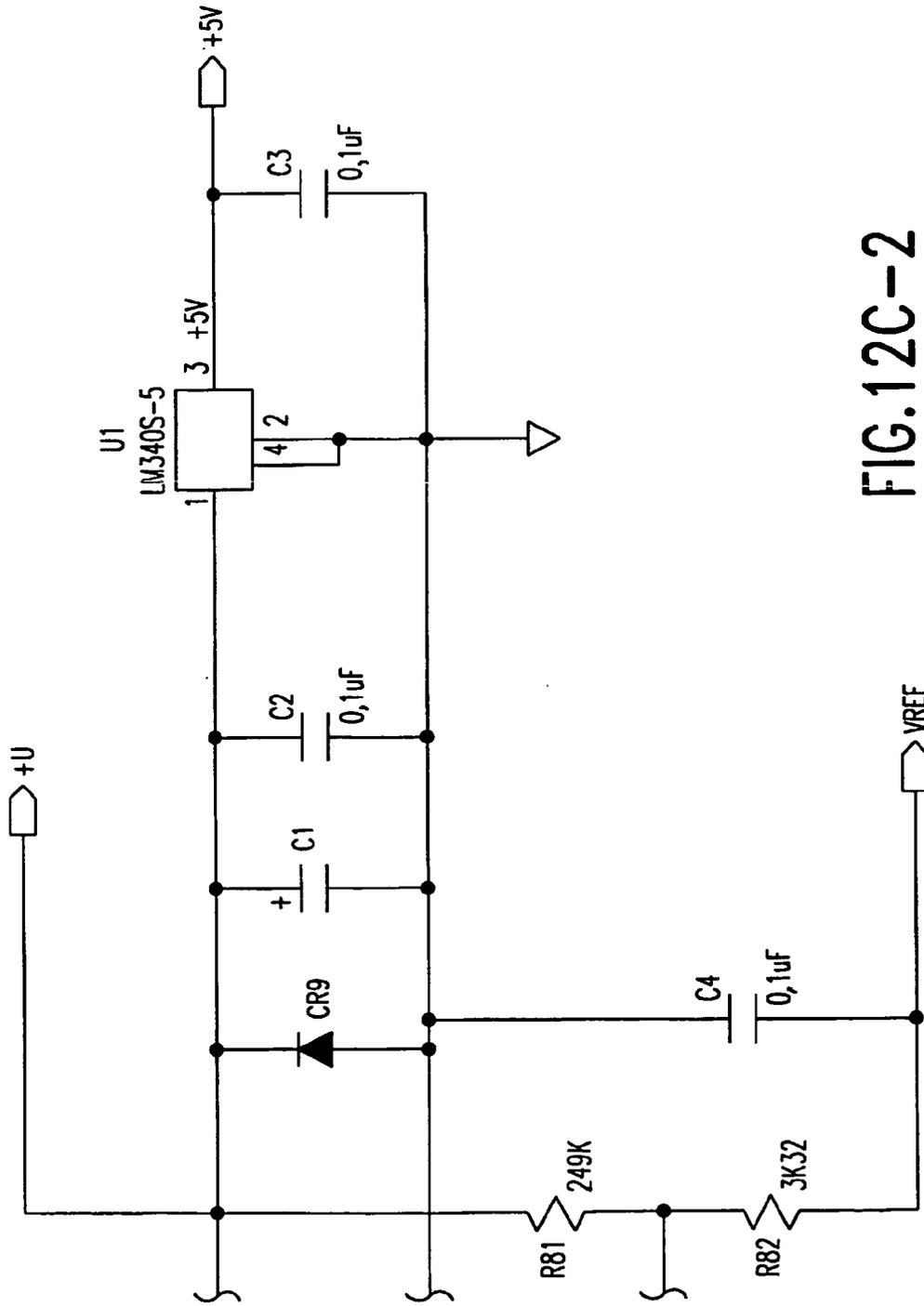


FIG.12C-2

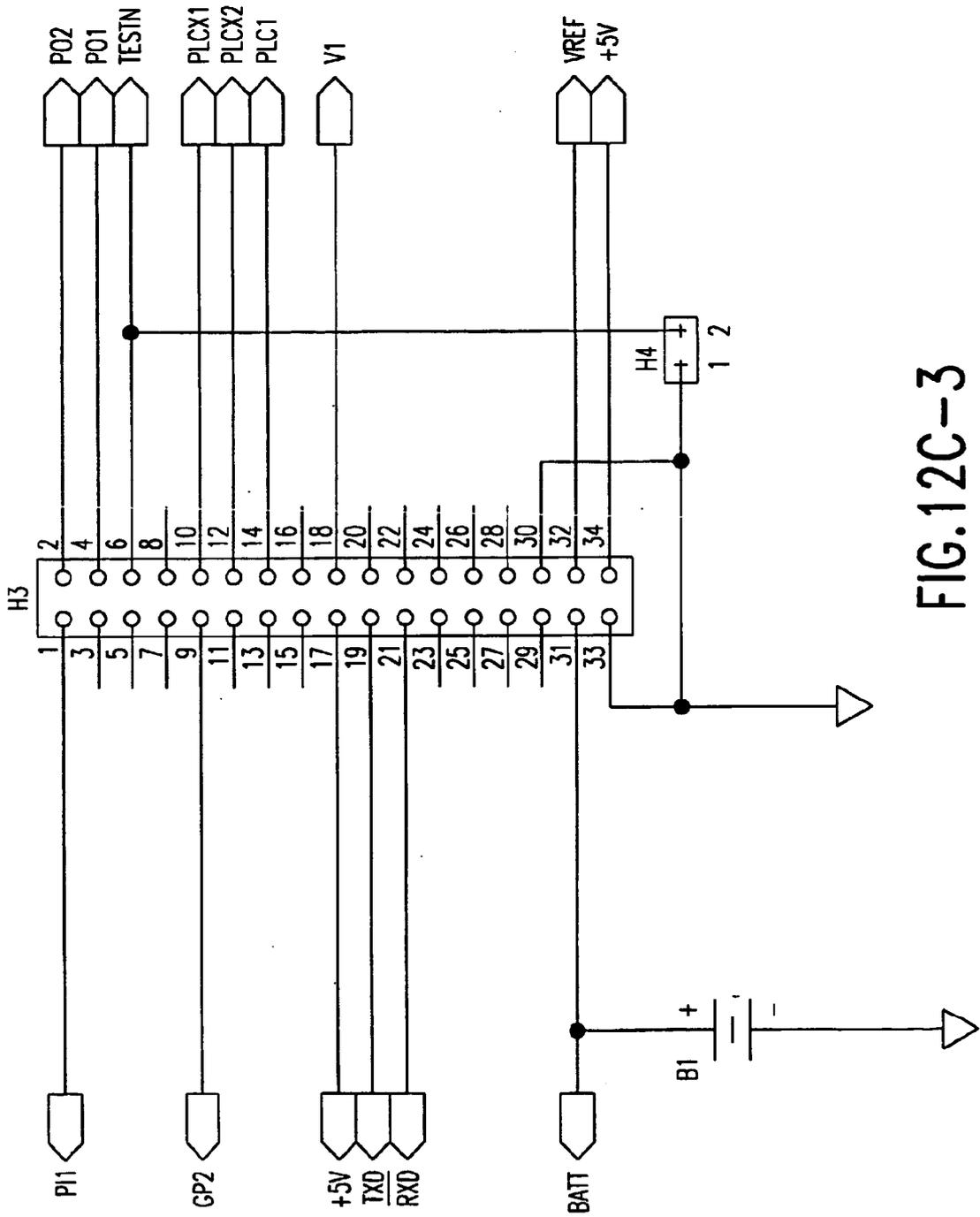


FIG.12C-3

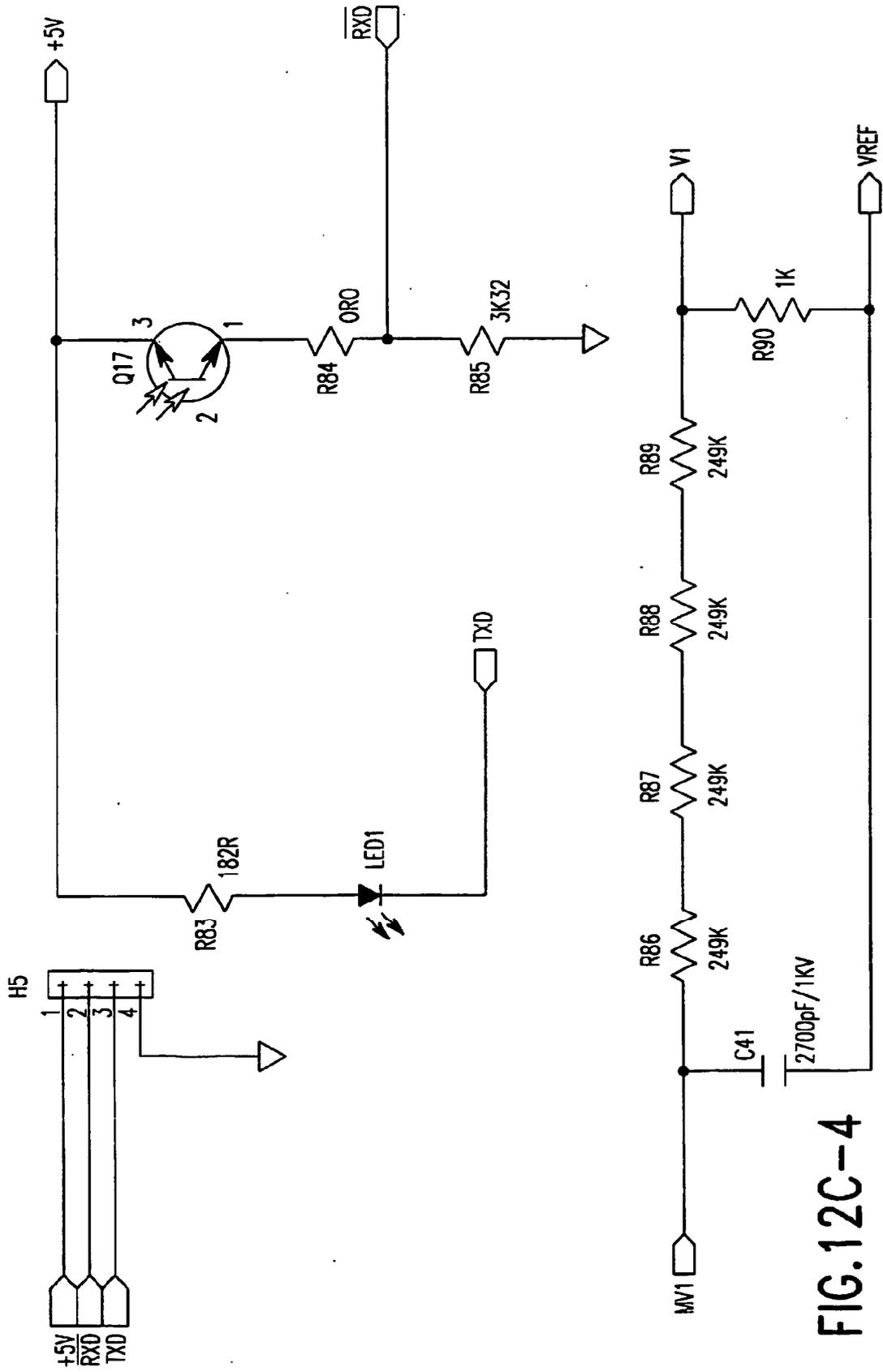


FIG.12C-4

FIG.13A	FIG.13B	FIG.13C
	FIG.13D	FIG.13E

FIG.13

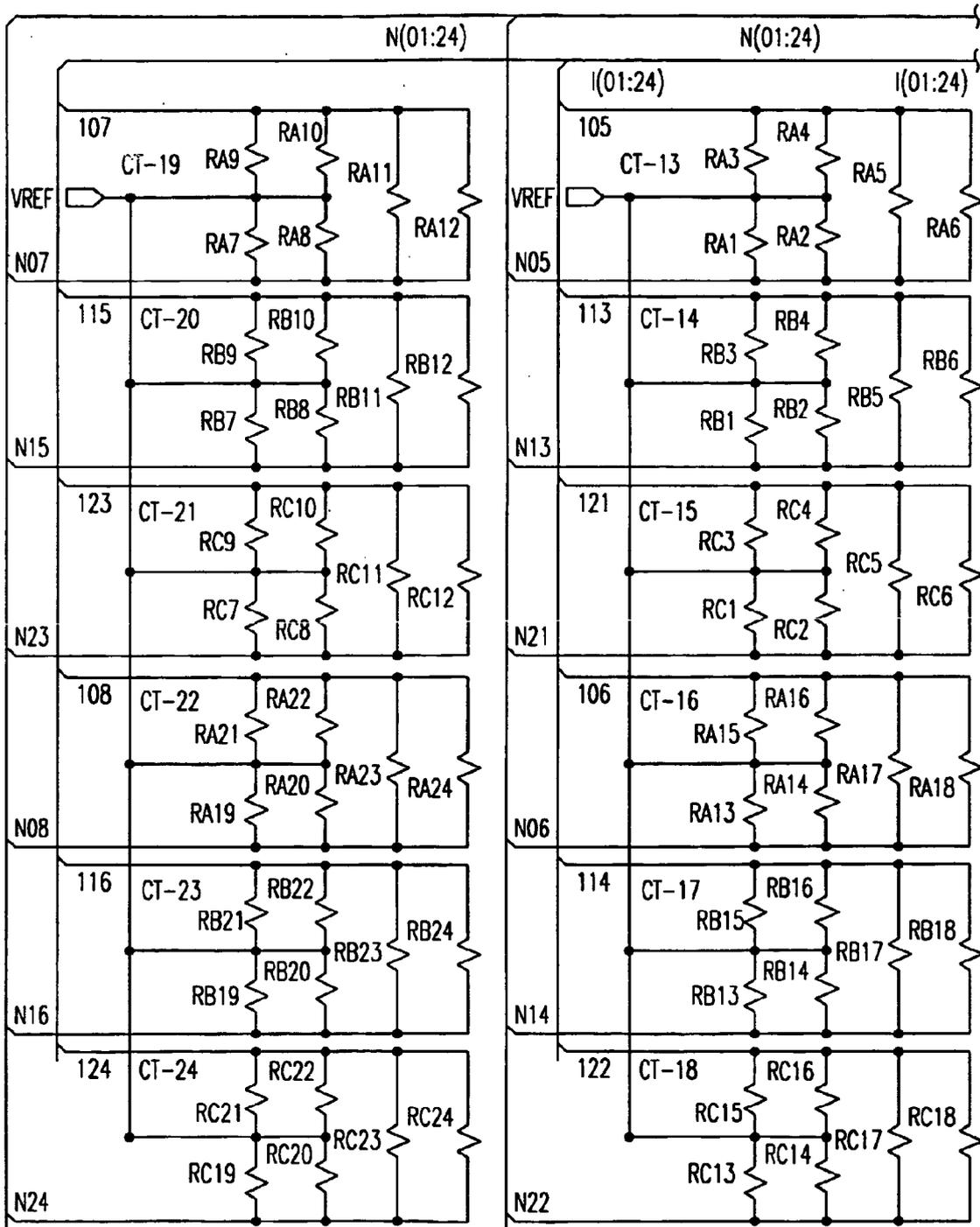


FIG.13A

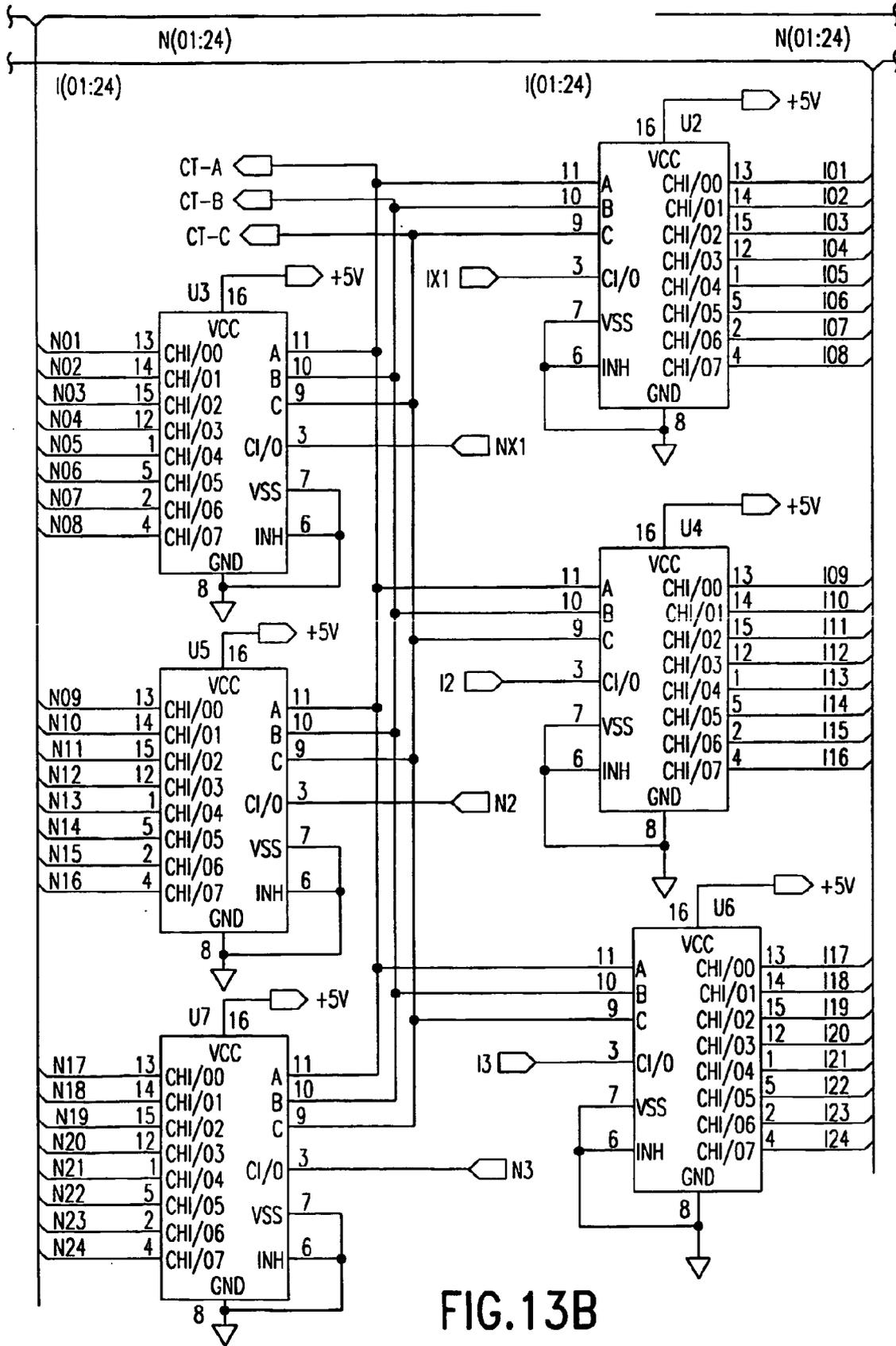


FIG. 13B

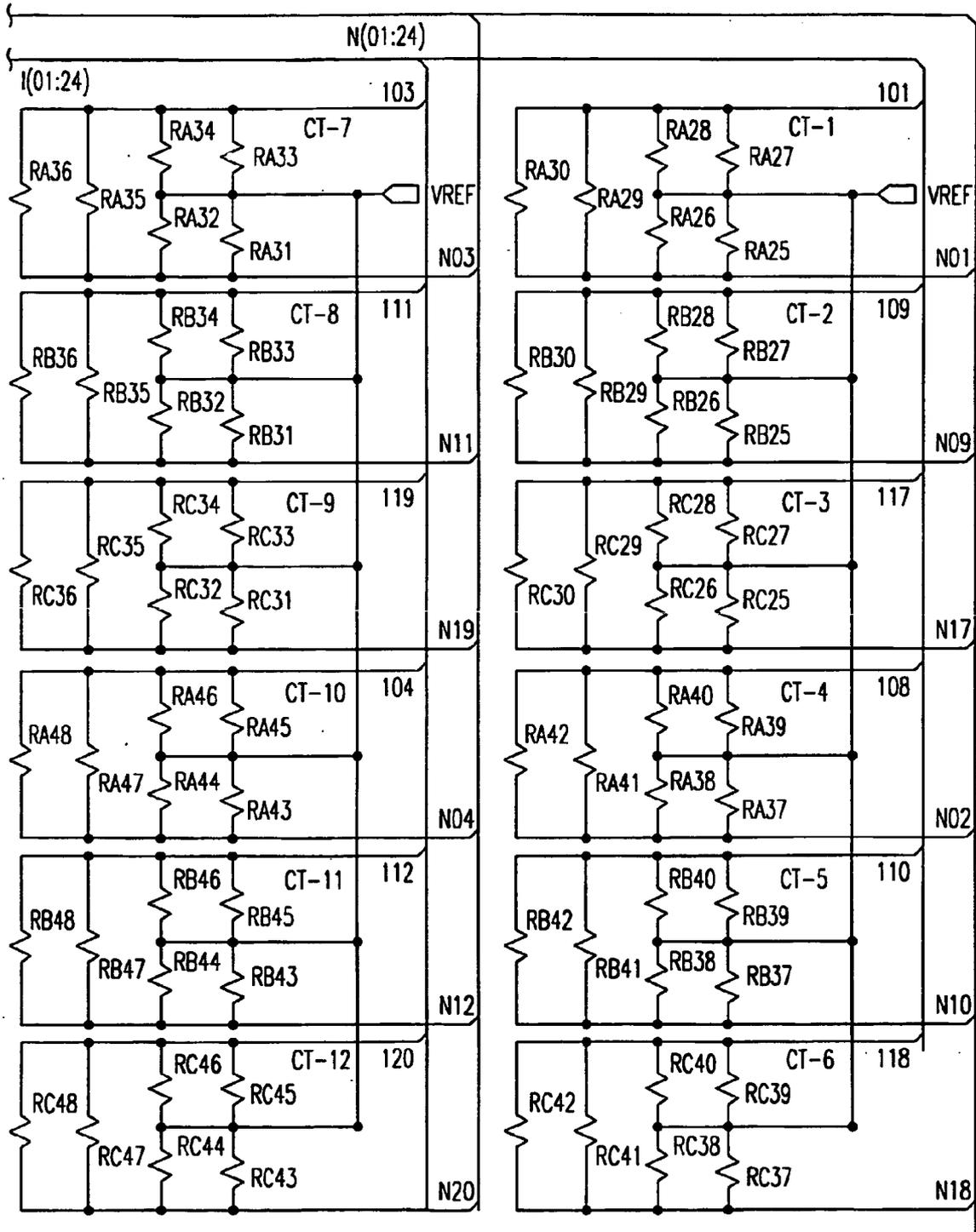


FIG.13C

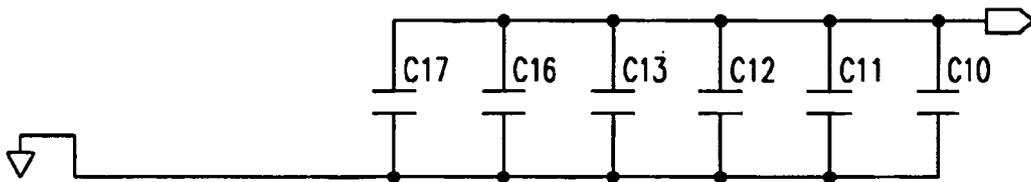


FIG.13D

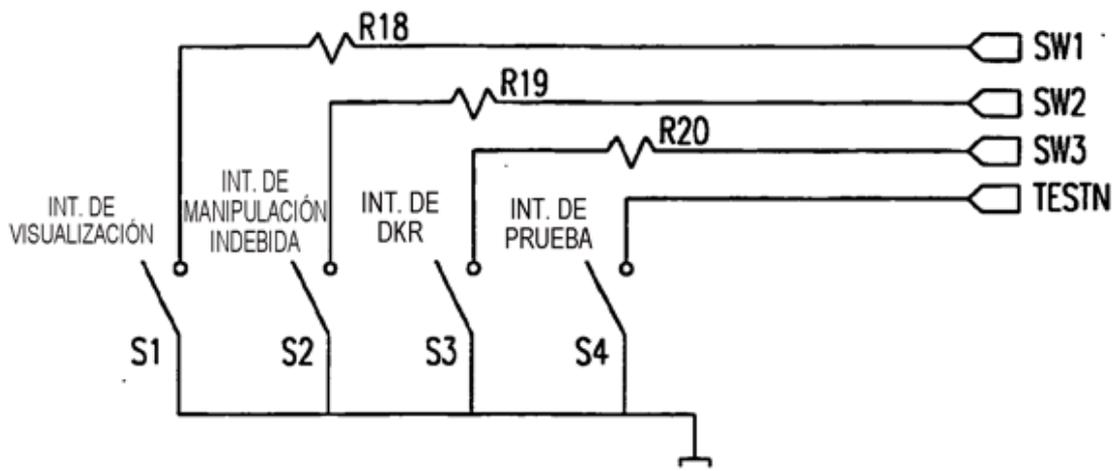


FIG.13E

FIG.14A	FIG.14B	FIG.14C
FIG.14D	FIG.14E	FIG.14F
FIG.14G	FIG.14H	

FIG. 14

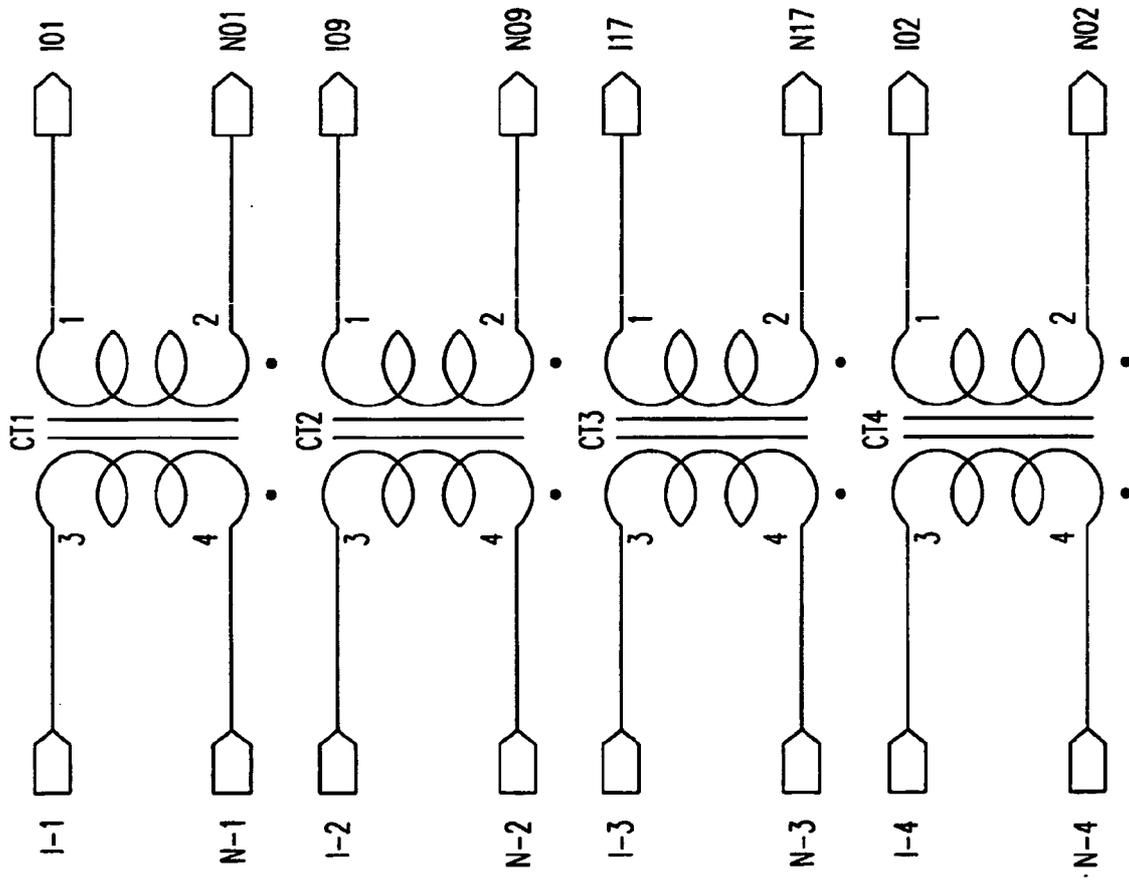


FIG.14A

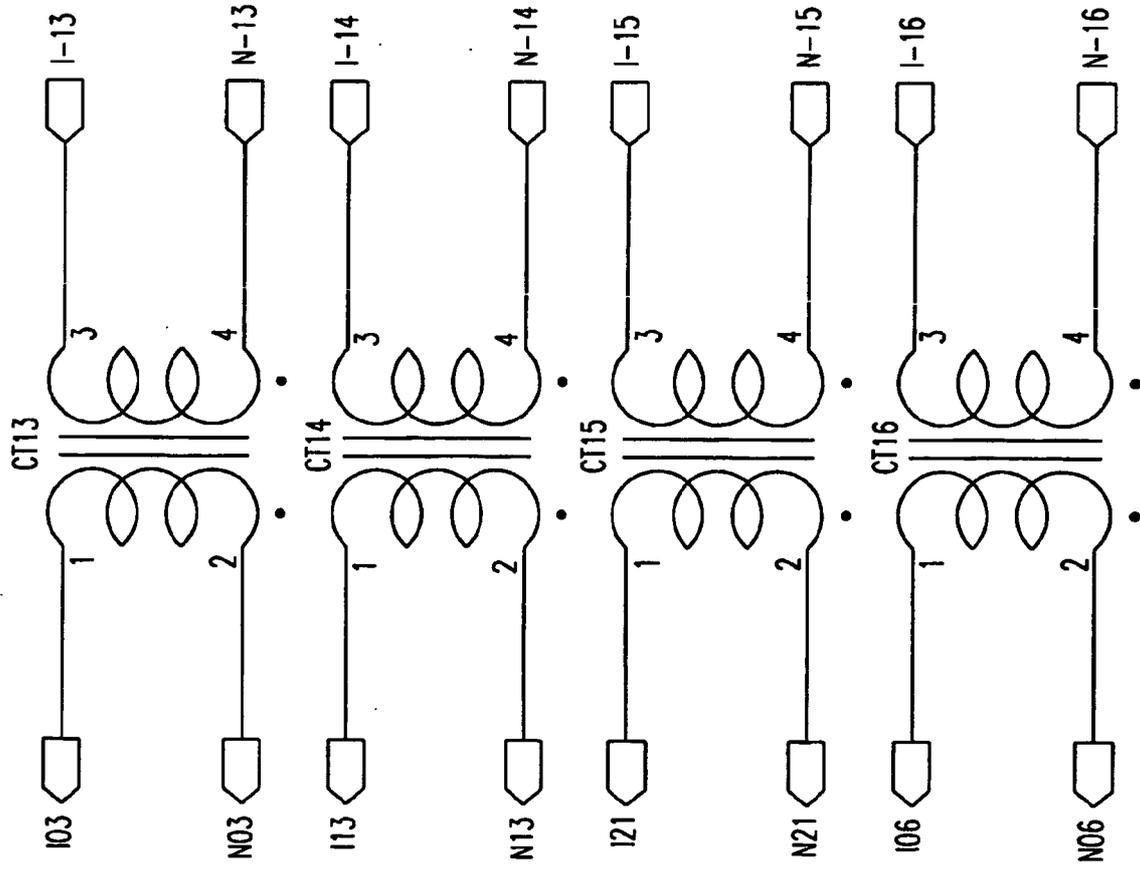


FIG.14B

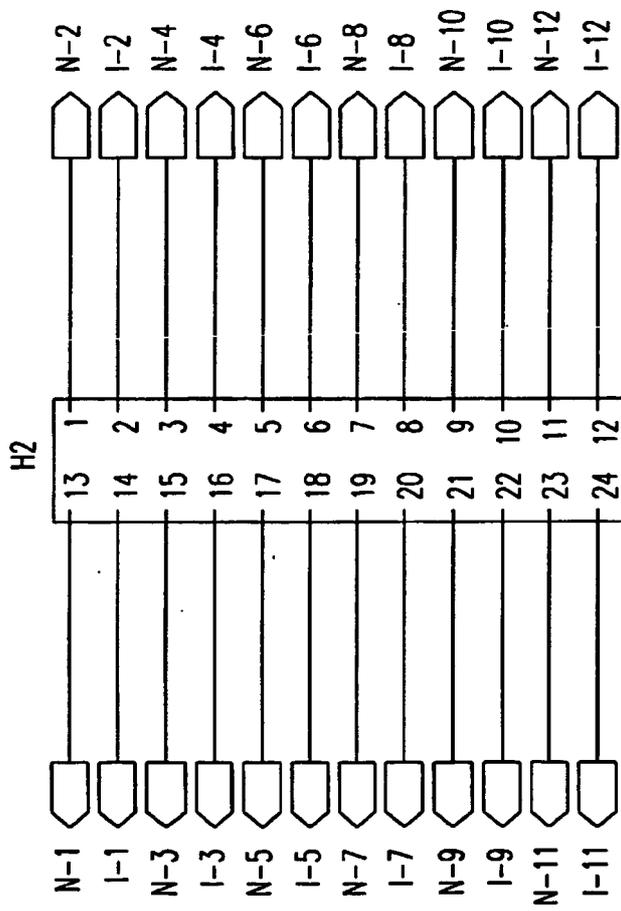


FIG.14C

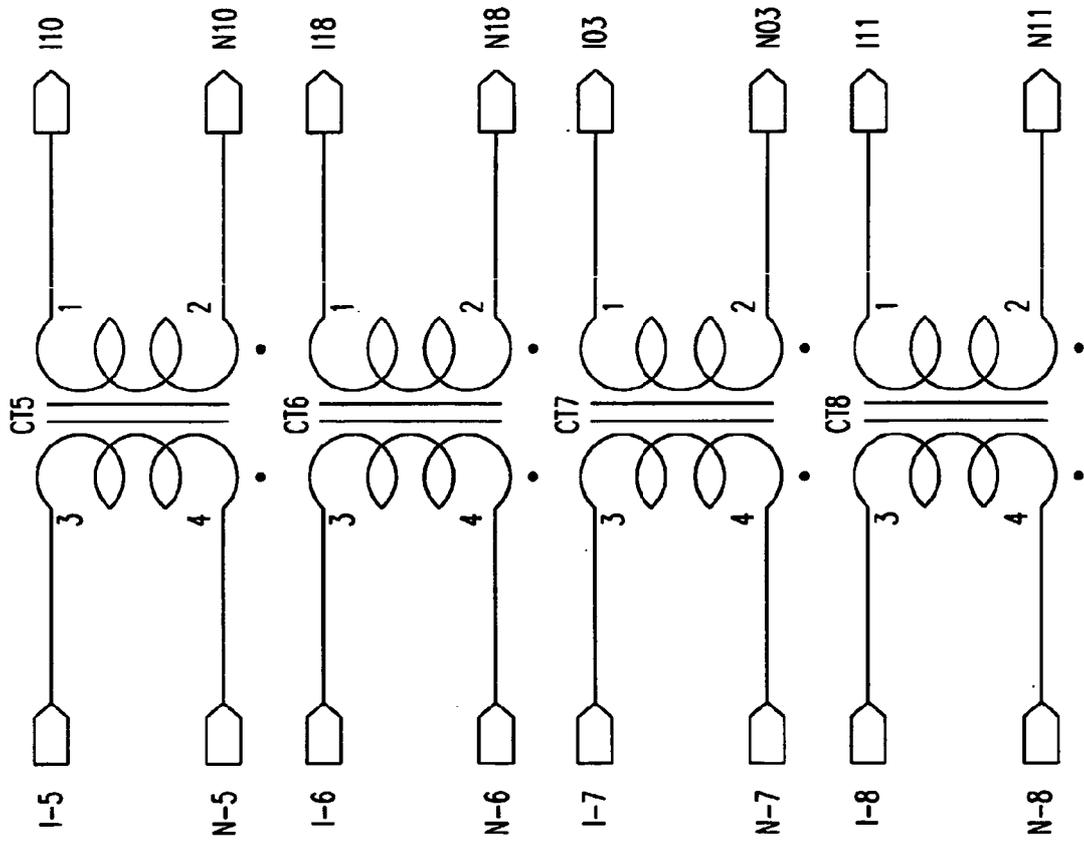


FIG.14D

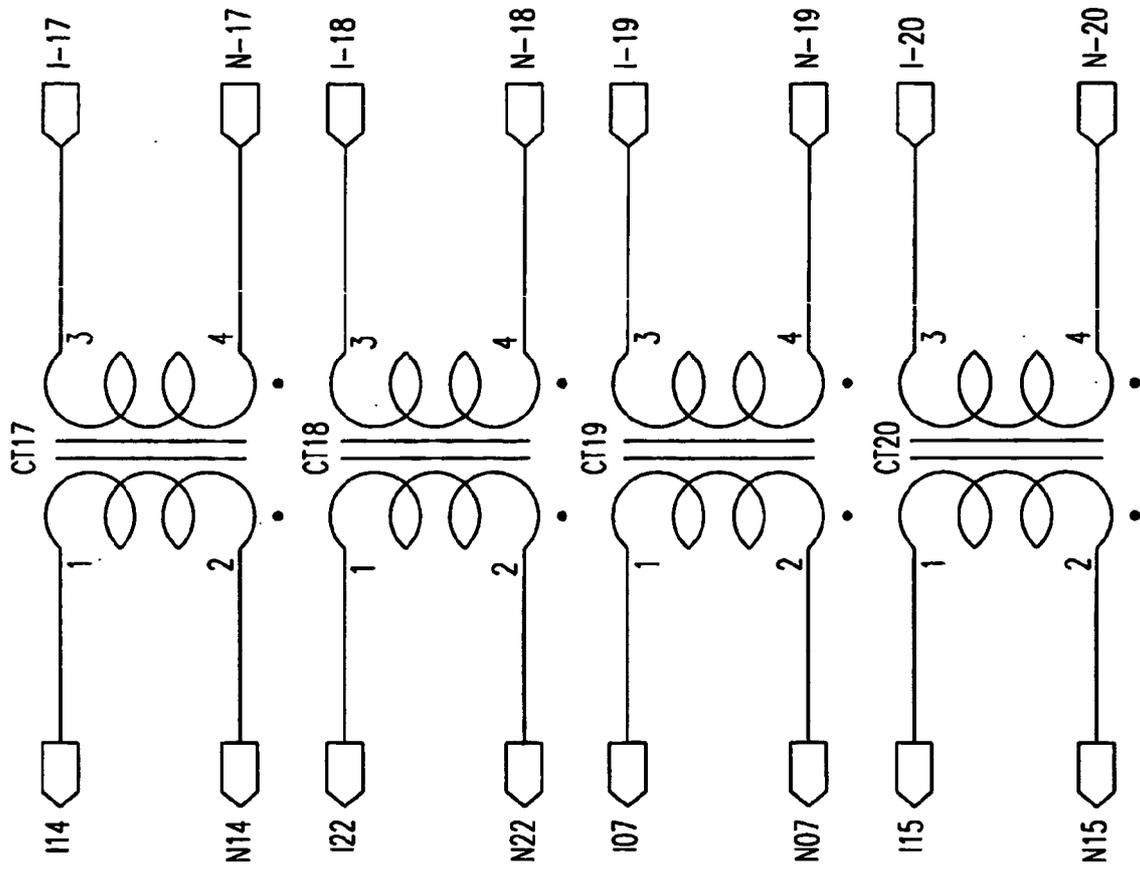


FIG.14E

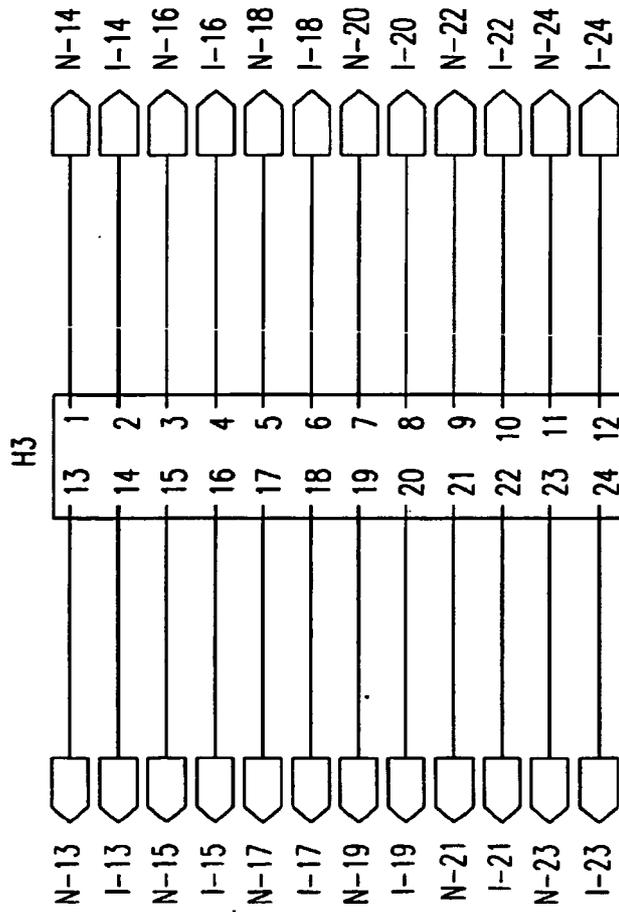


FIG.14F

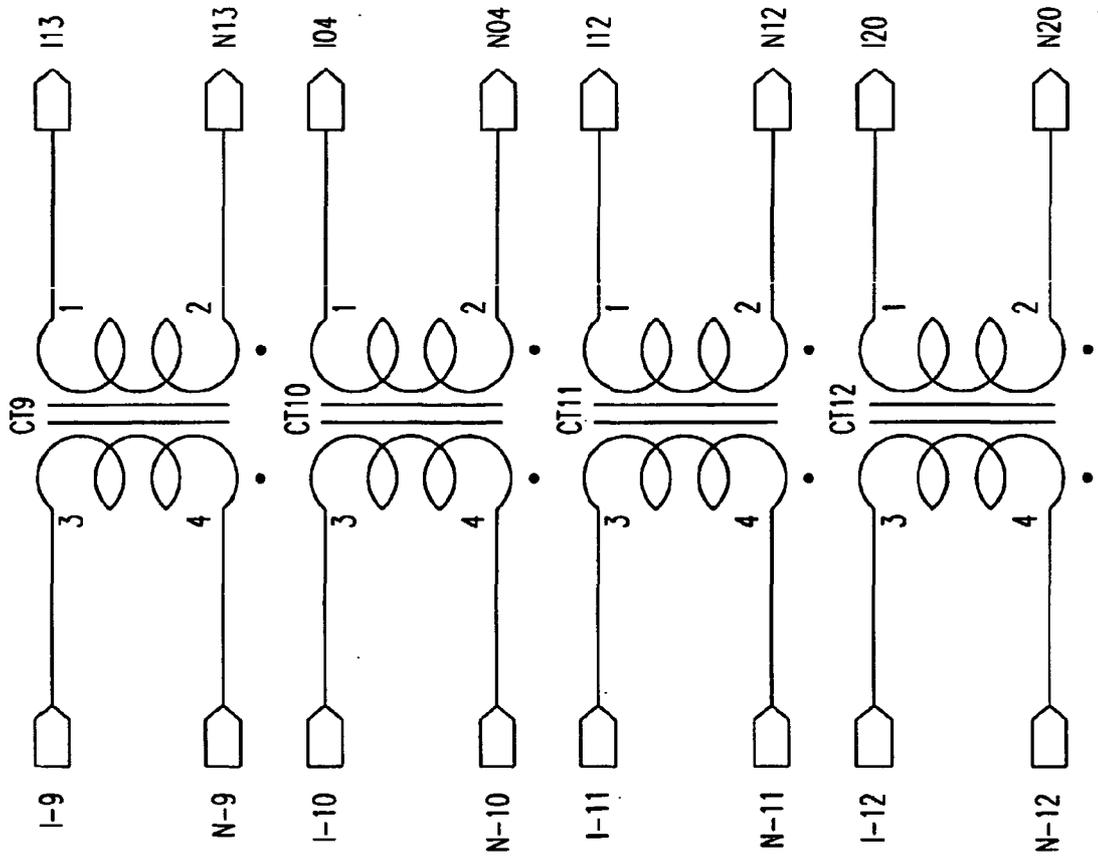


FIG.14G

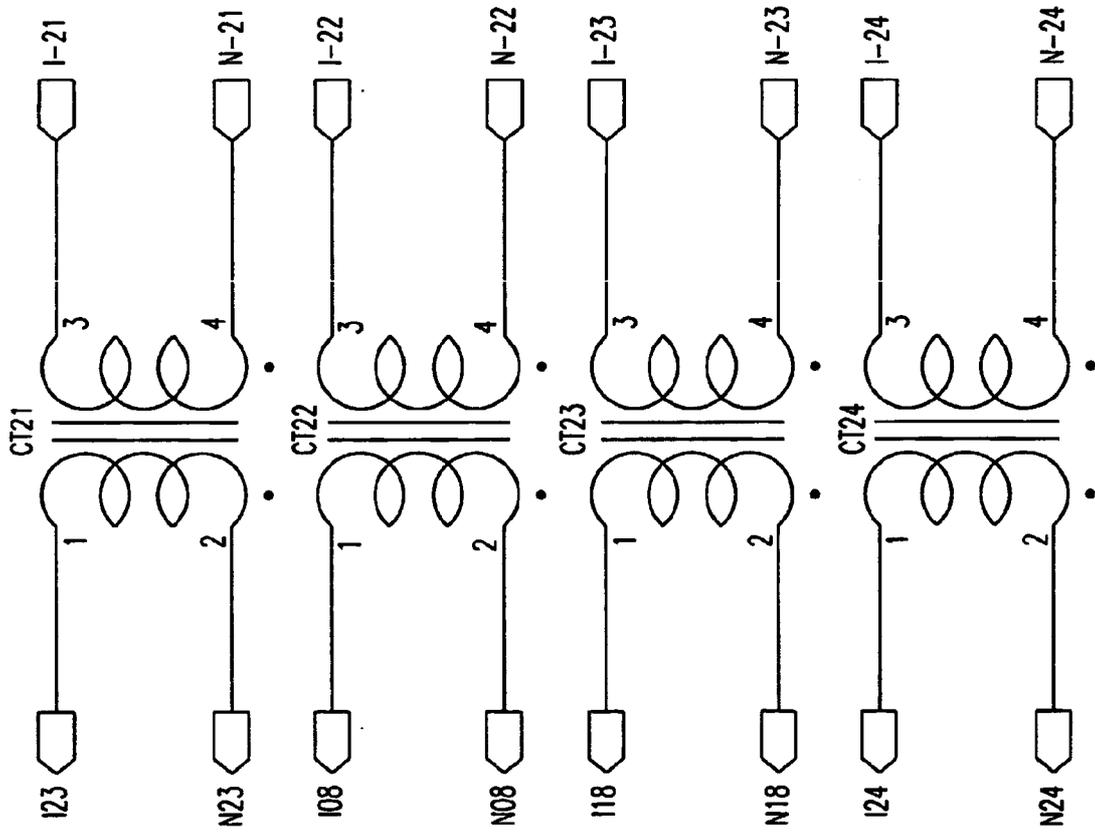


FIG.14H

FIG.15A-1	FIG.15A-2	FIG.15A-3
	FIG.15A-4	FIG.15A-5
FIG.15A-6	FIG.15A-7	

FIG.15A

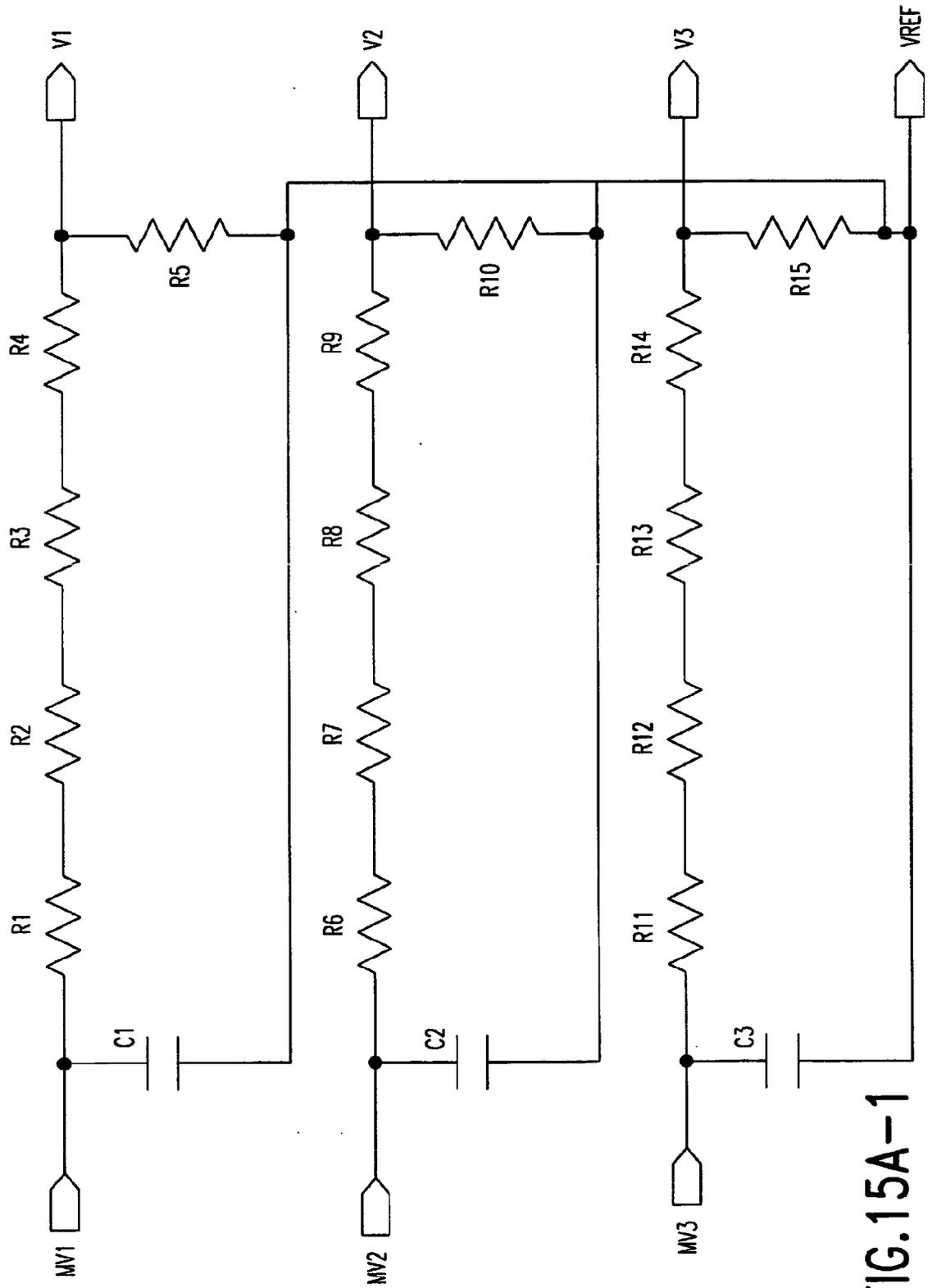


FIG.15A--1

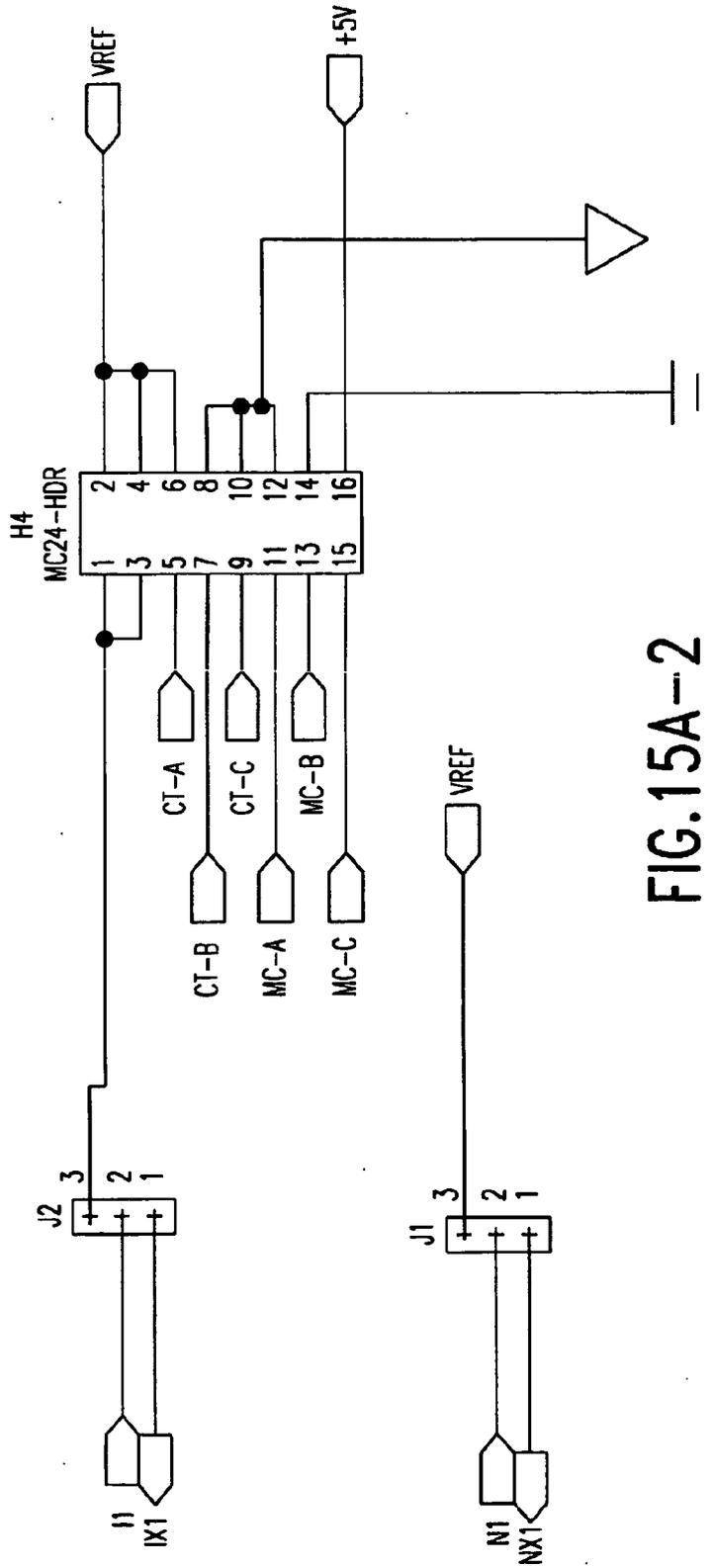


FIG.15A-2

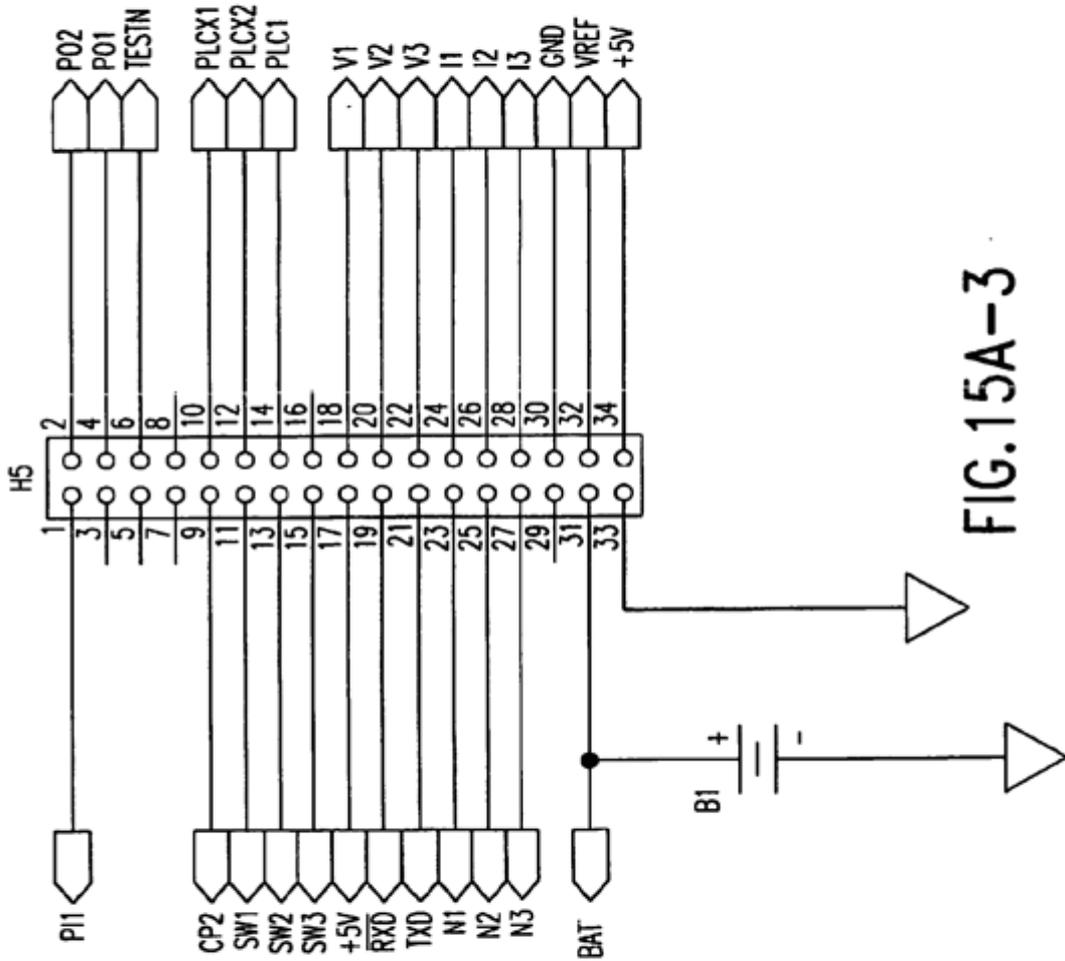


FIG.15A-3

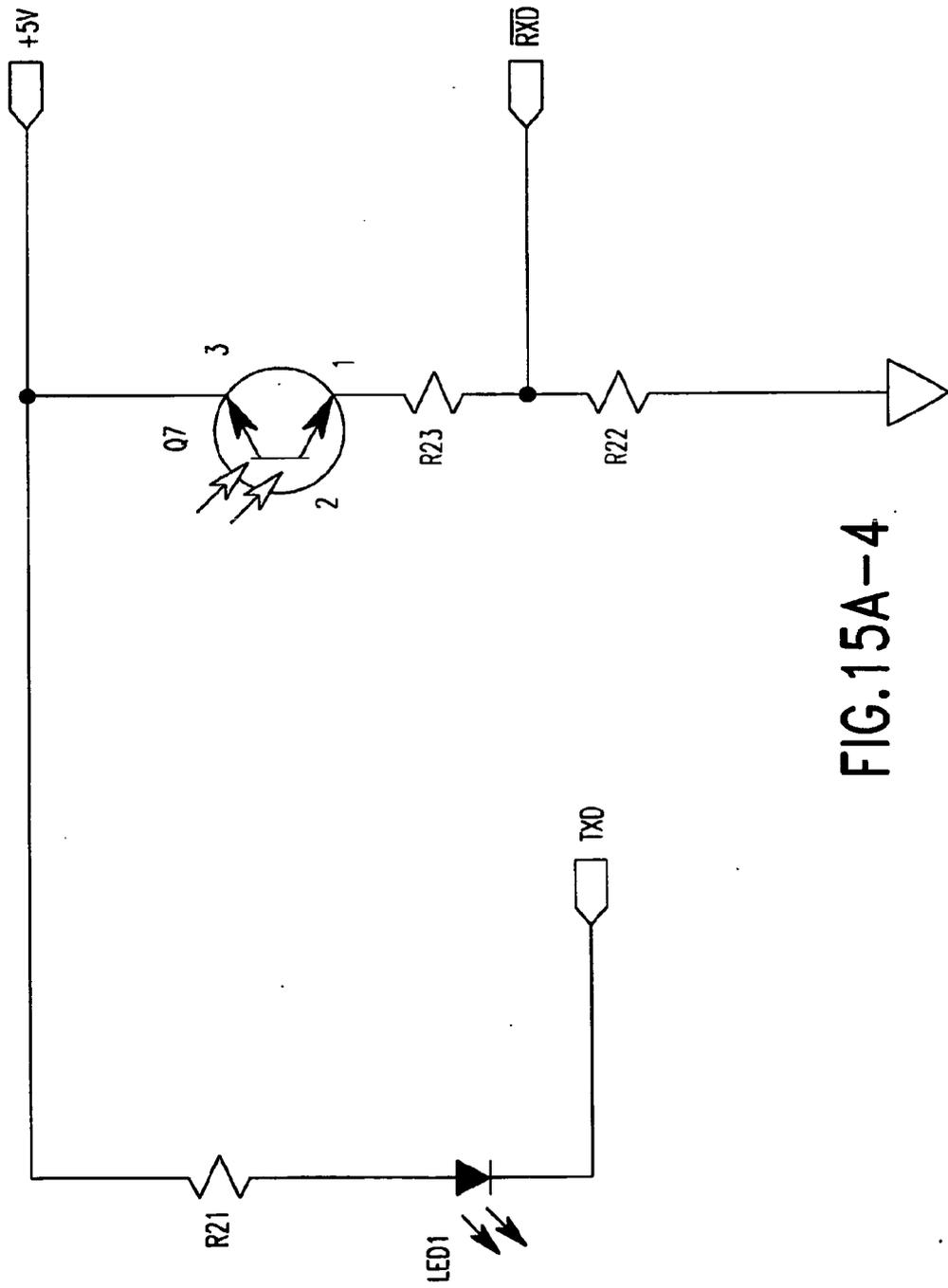


FIG.15A-4

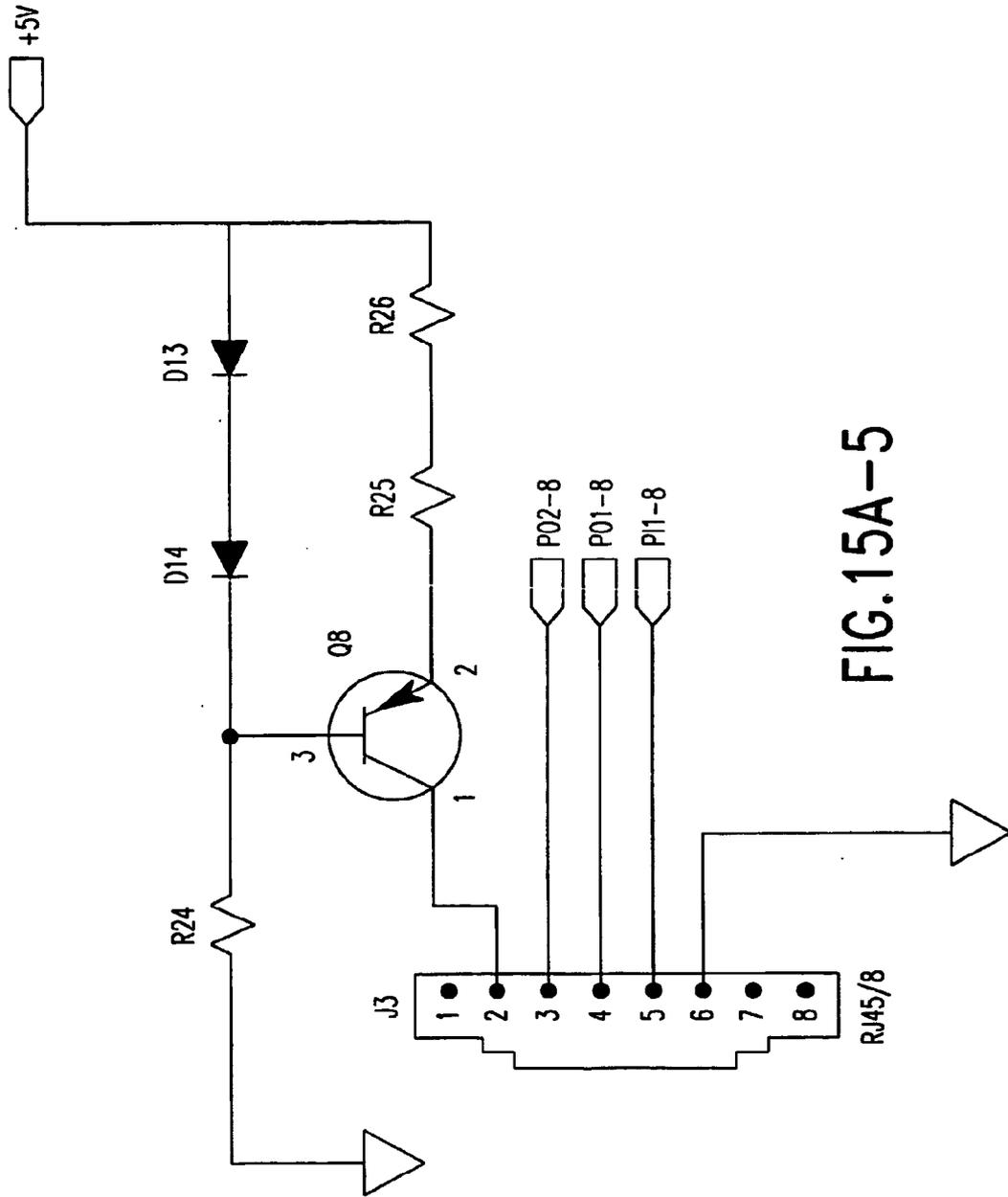


FIG.15A-5

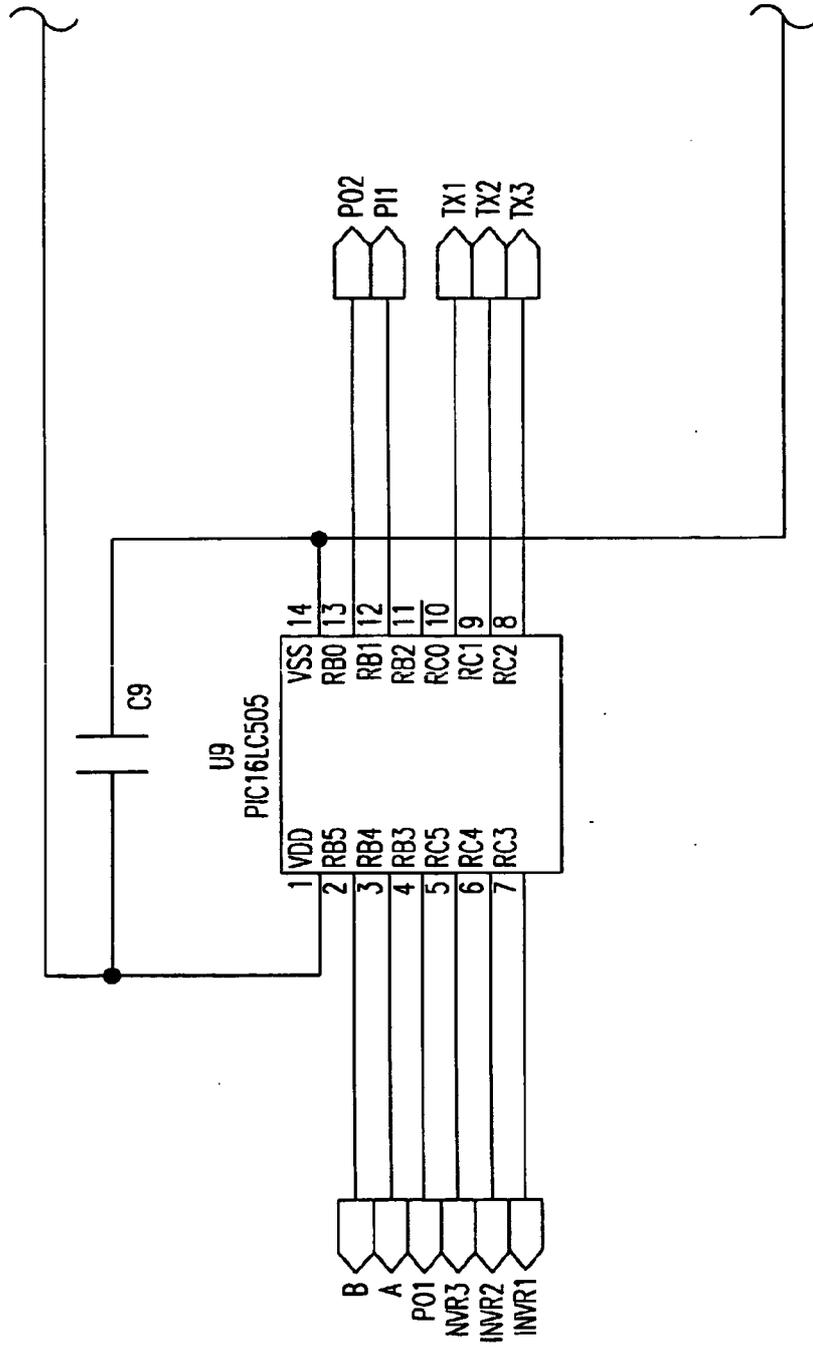


FIG.15A--6

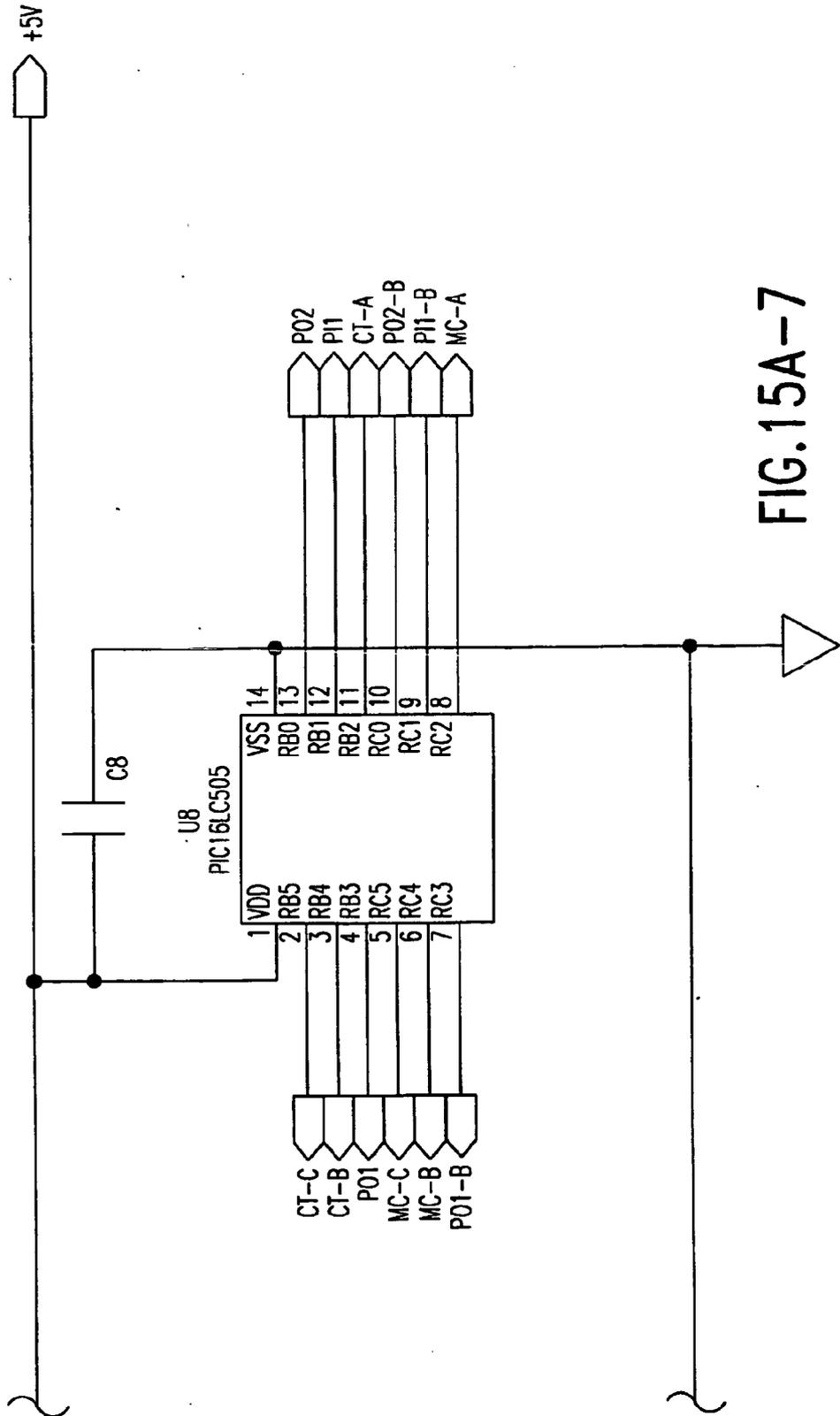


FIG.15A-7

FIG.15B-1	FIG.15B-2	FIG.15B-3	FIG.15B-4	FIG.15B-5
FIG.15B-6	FIG.15B-7	FIG.15B-8	FIG.15B-9	FIG.15B-10
FIG.15B-11	FIG.15B-12	FIG.15B-13	FIG.15B-14	FIG.15B-15
FIG.15B-16	FIG.15B-17		FIG.15B-18	FIG.15B-19

FIG.15B

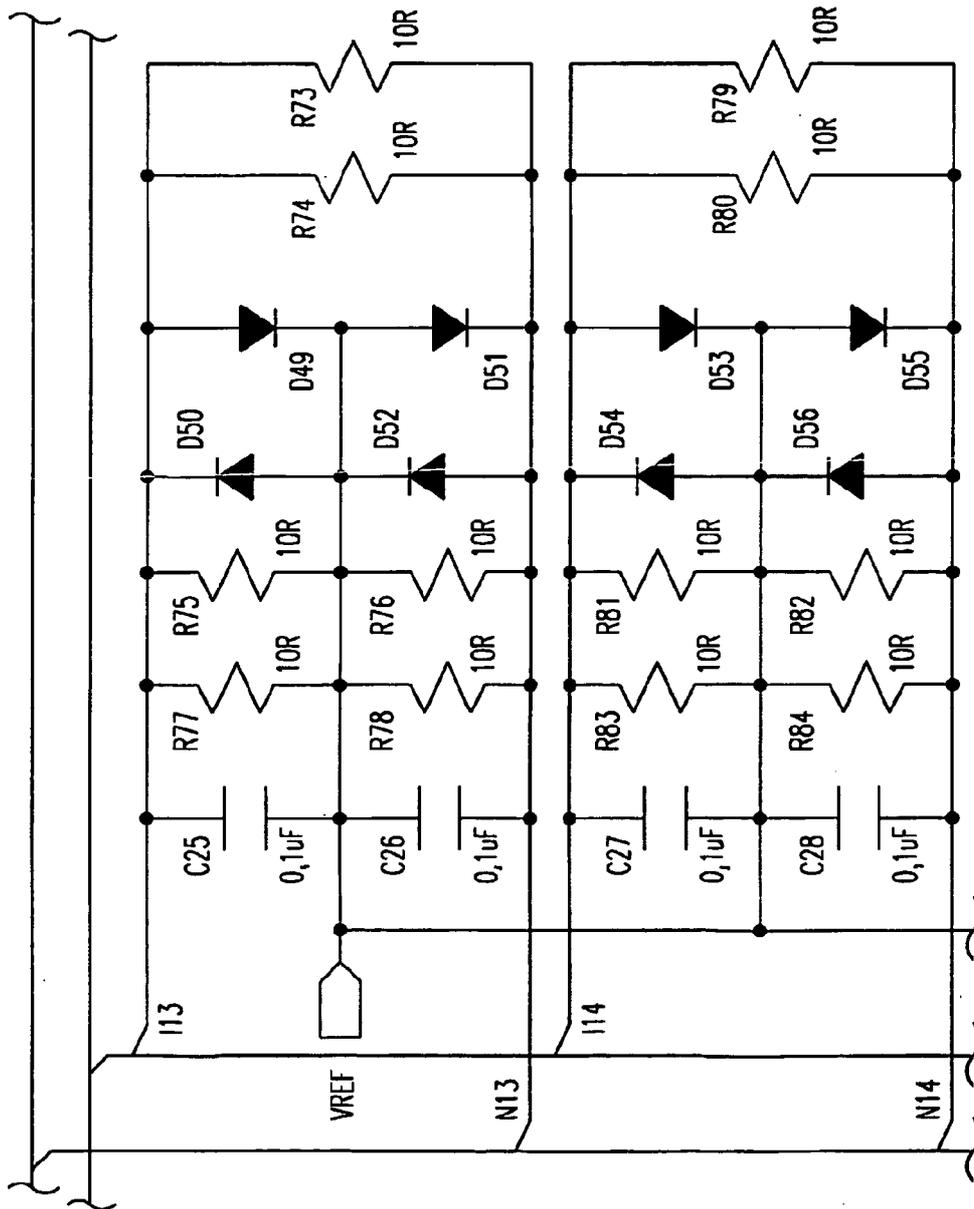


FIG.15B-2

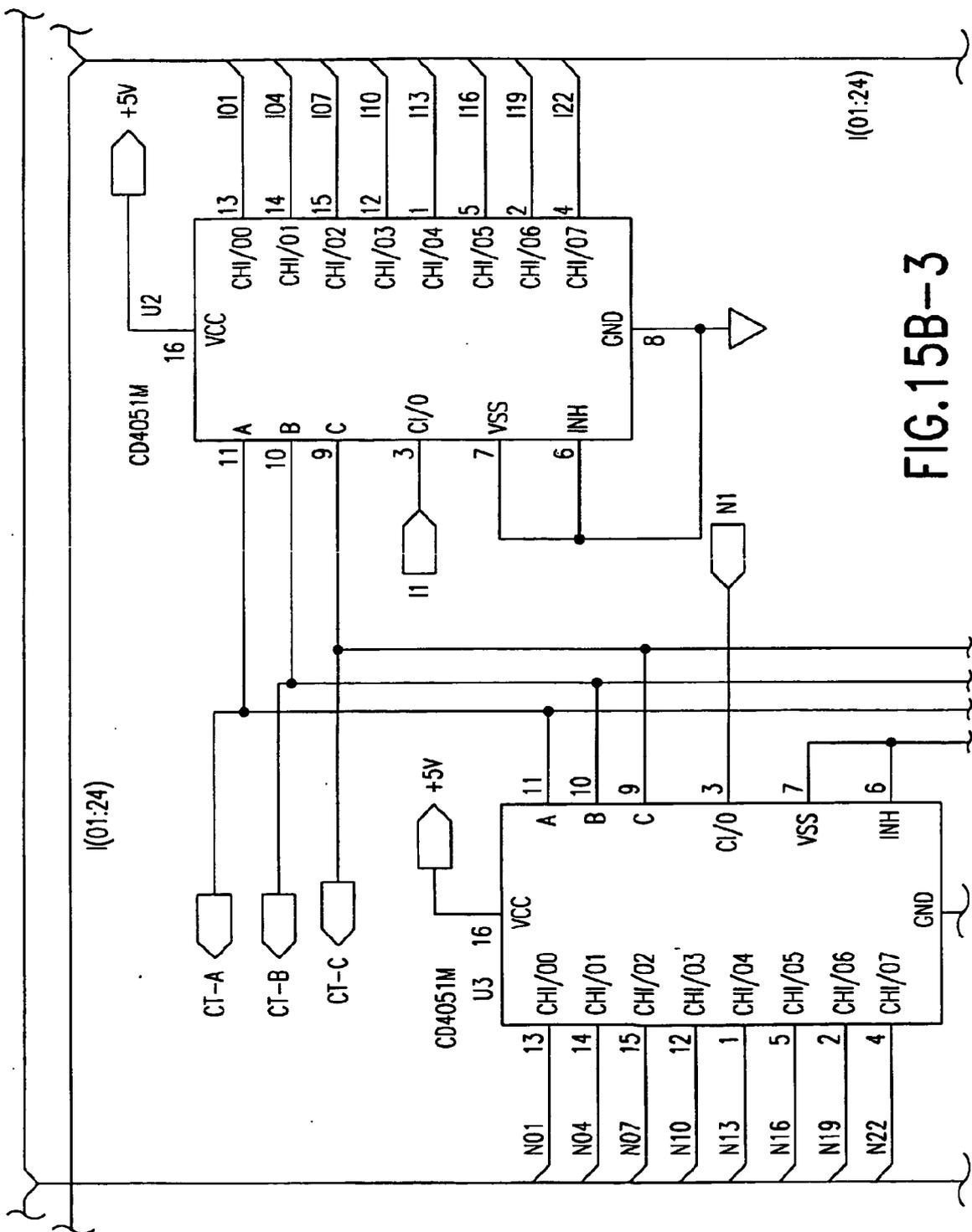


FIG.15B-3

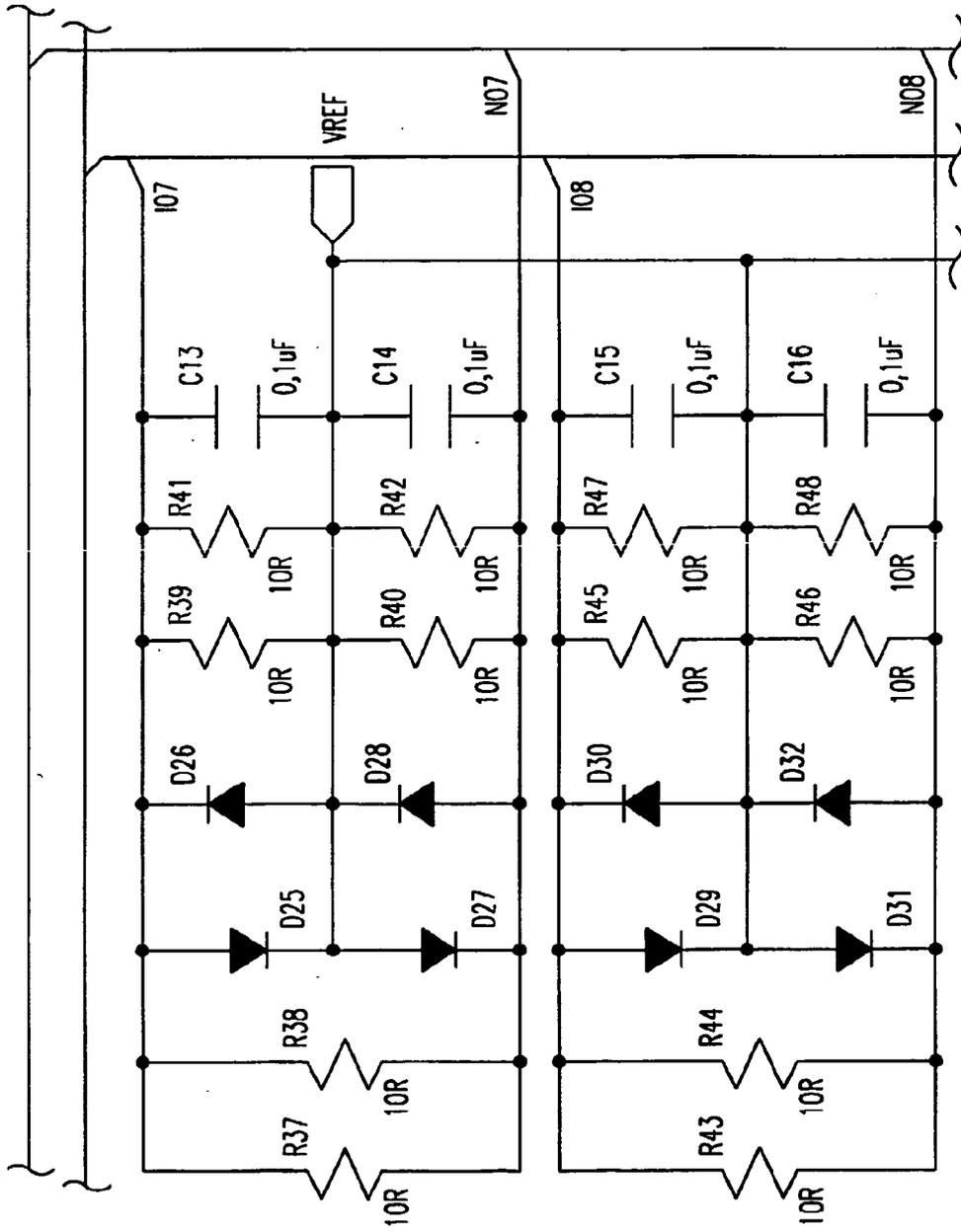


FIG.15B-4

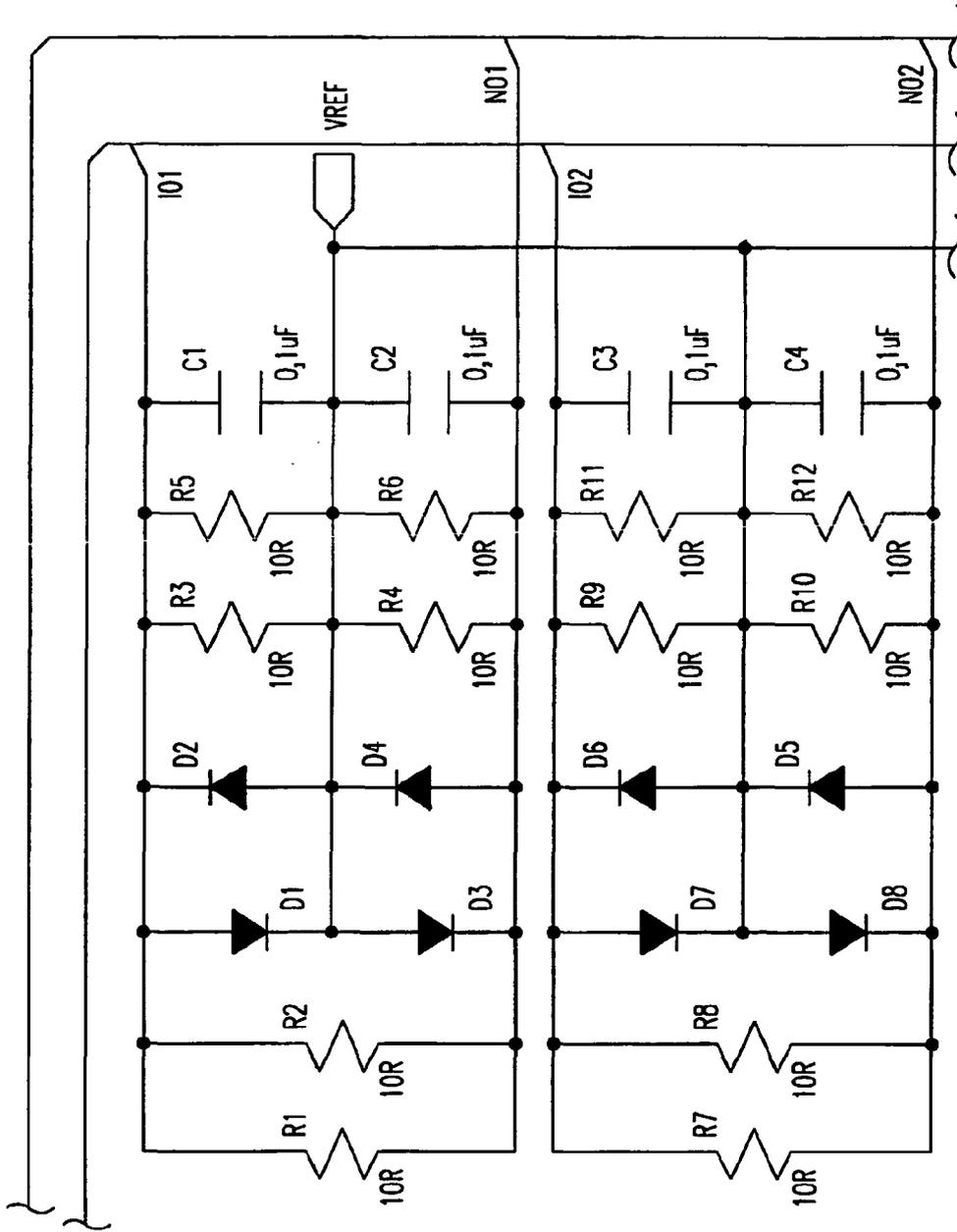


FIG.15B-5

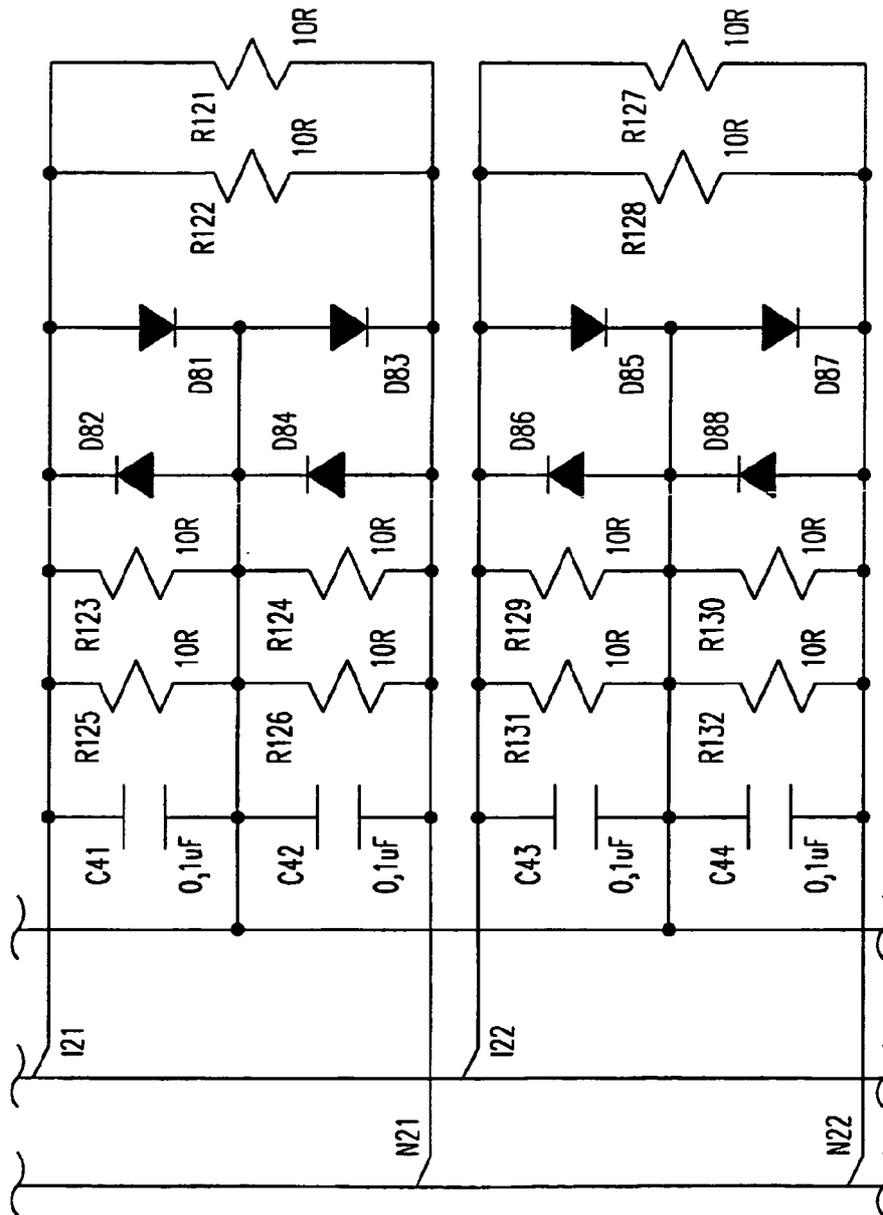


FIG.15B-6

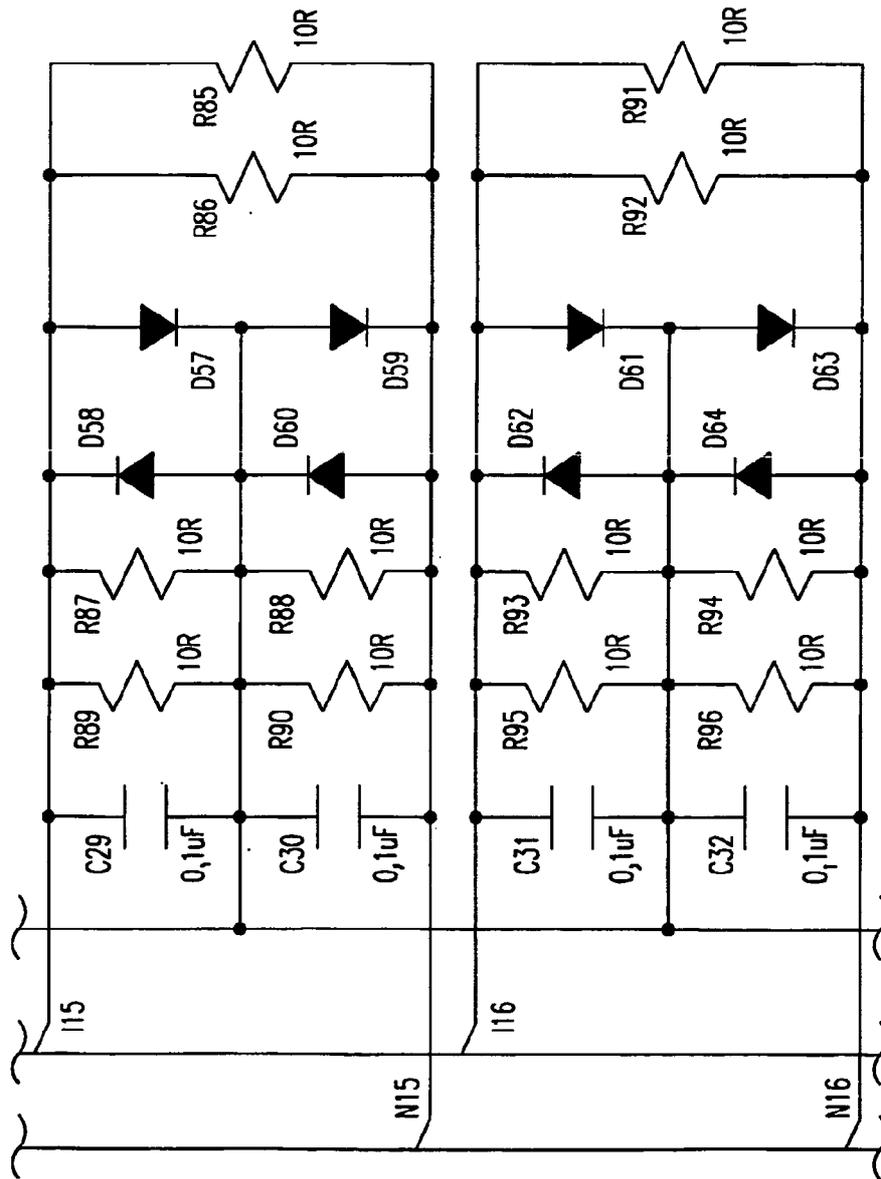


FIG.15B-7

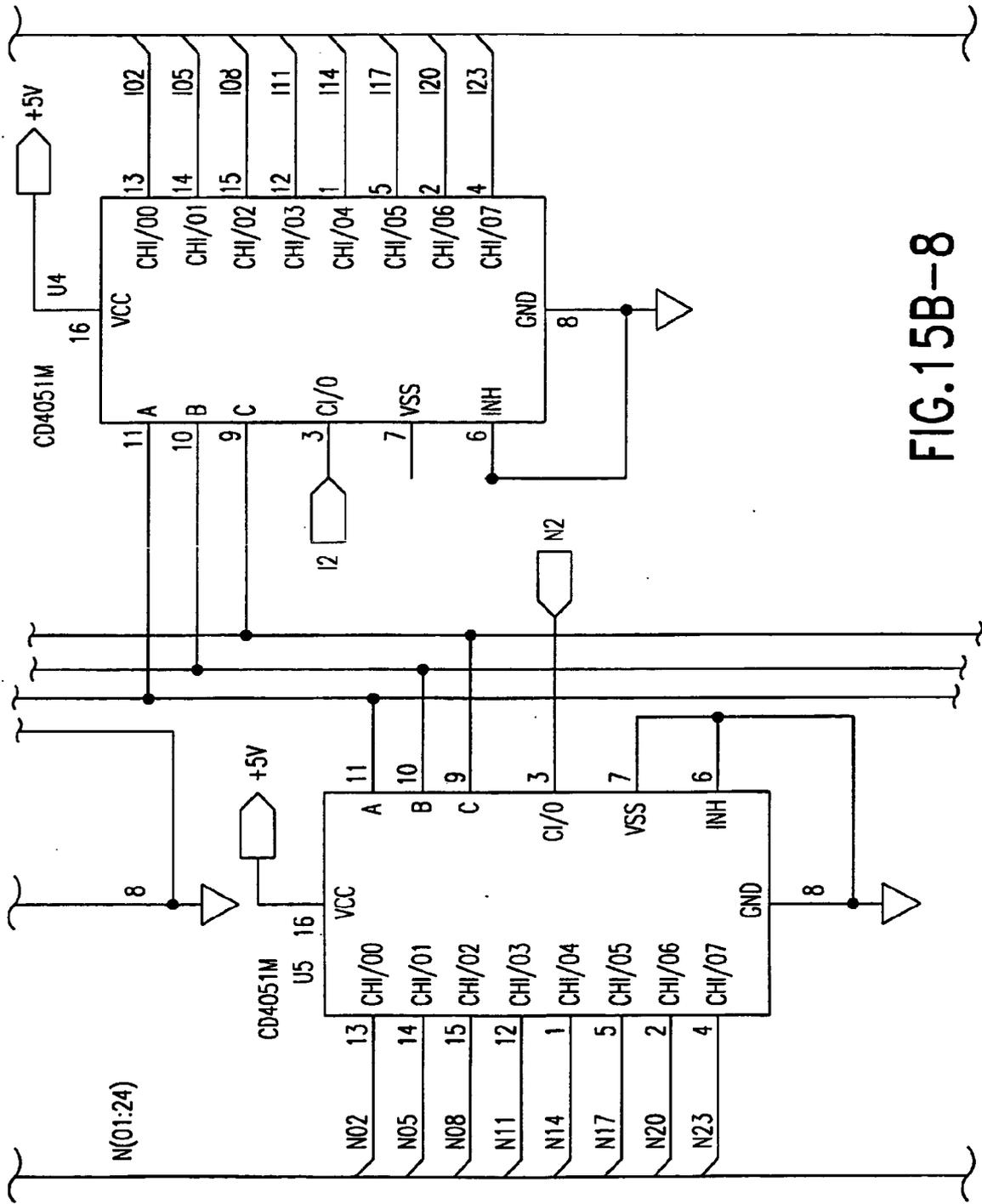


FIG.15B-8

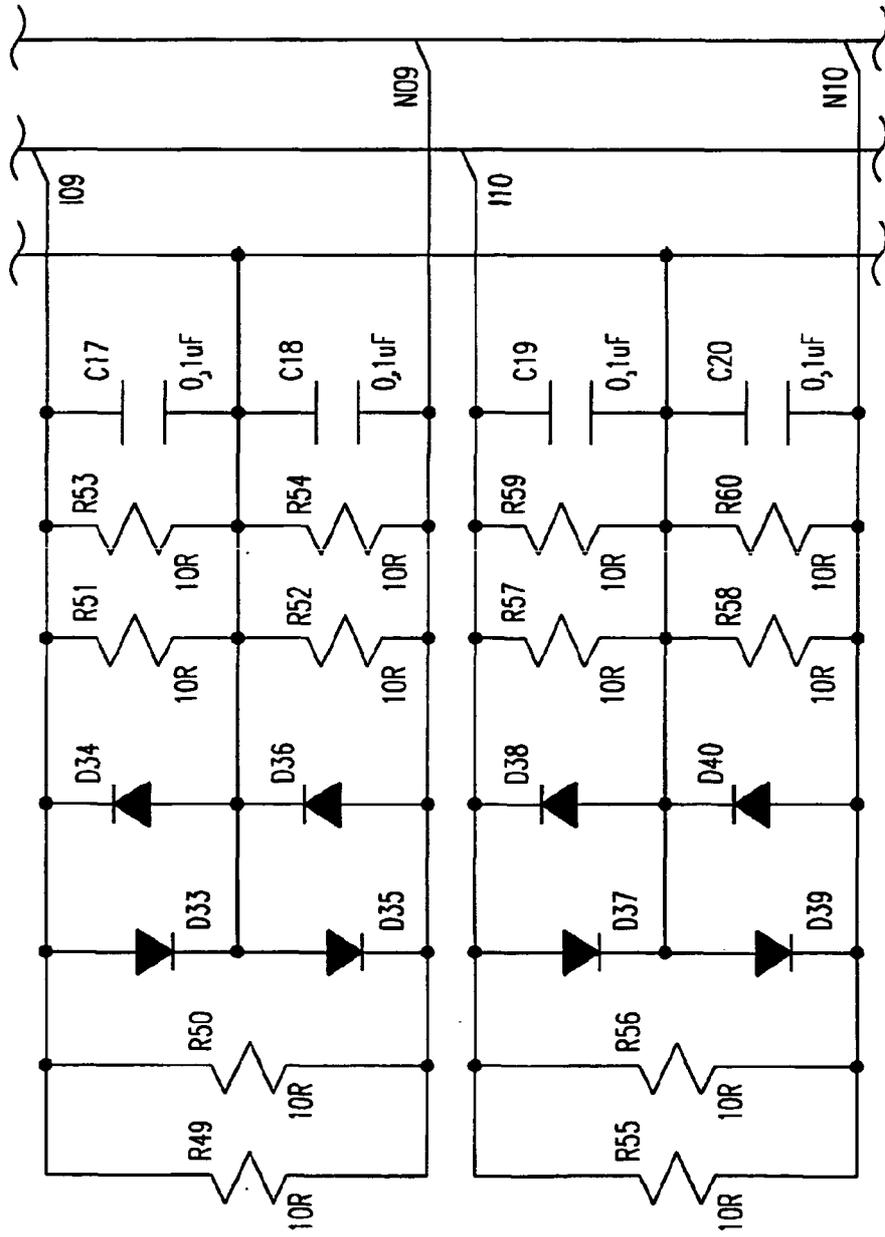


FIG.15B-9

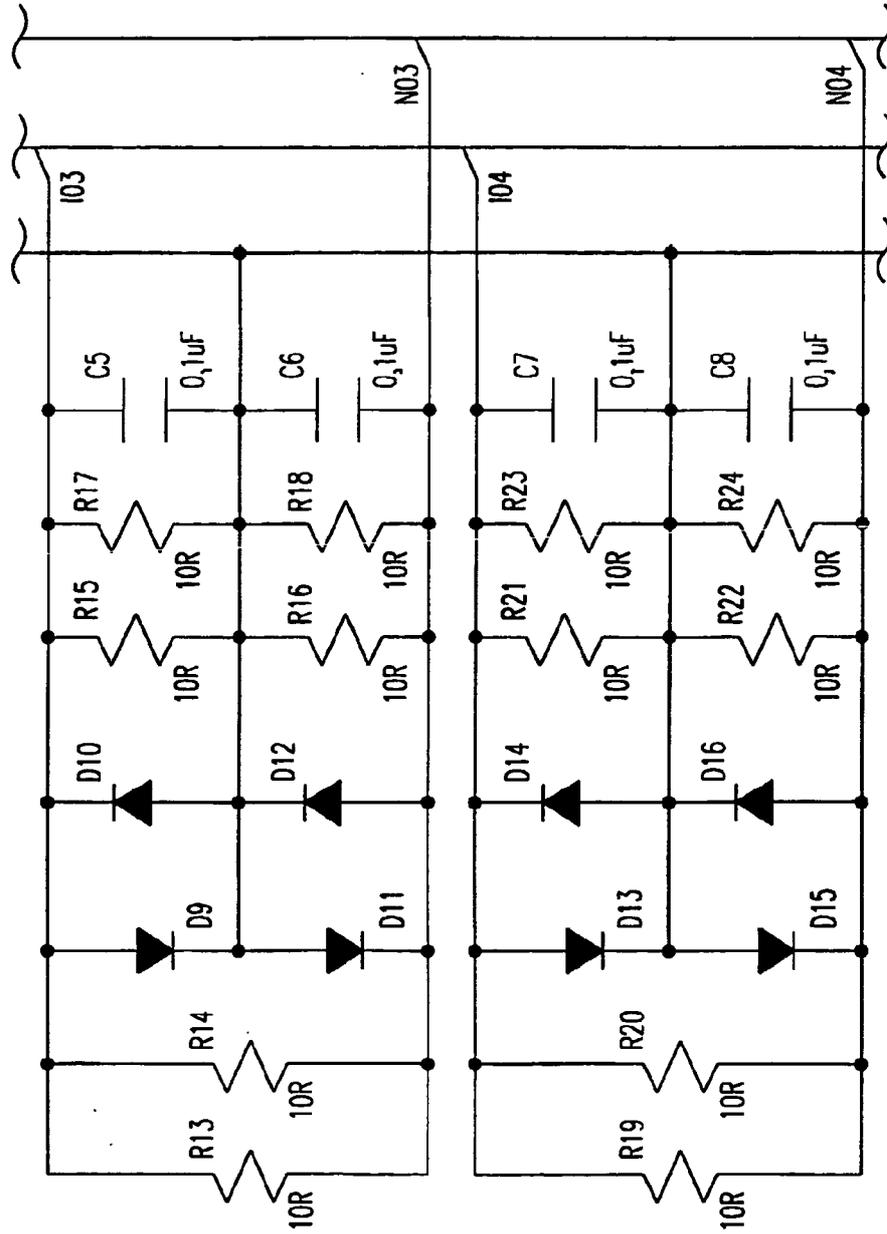


FIG.15B-10

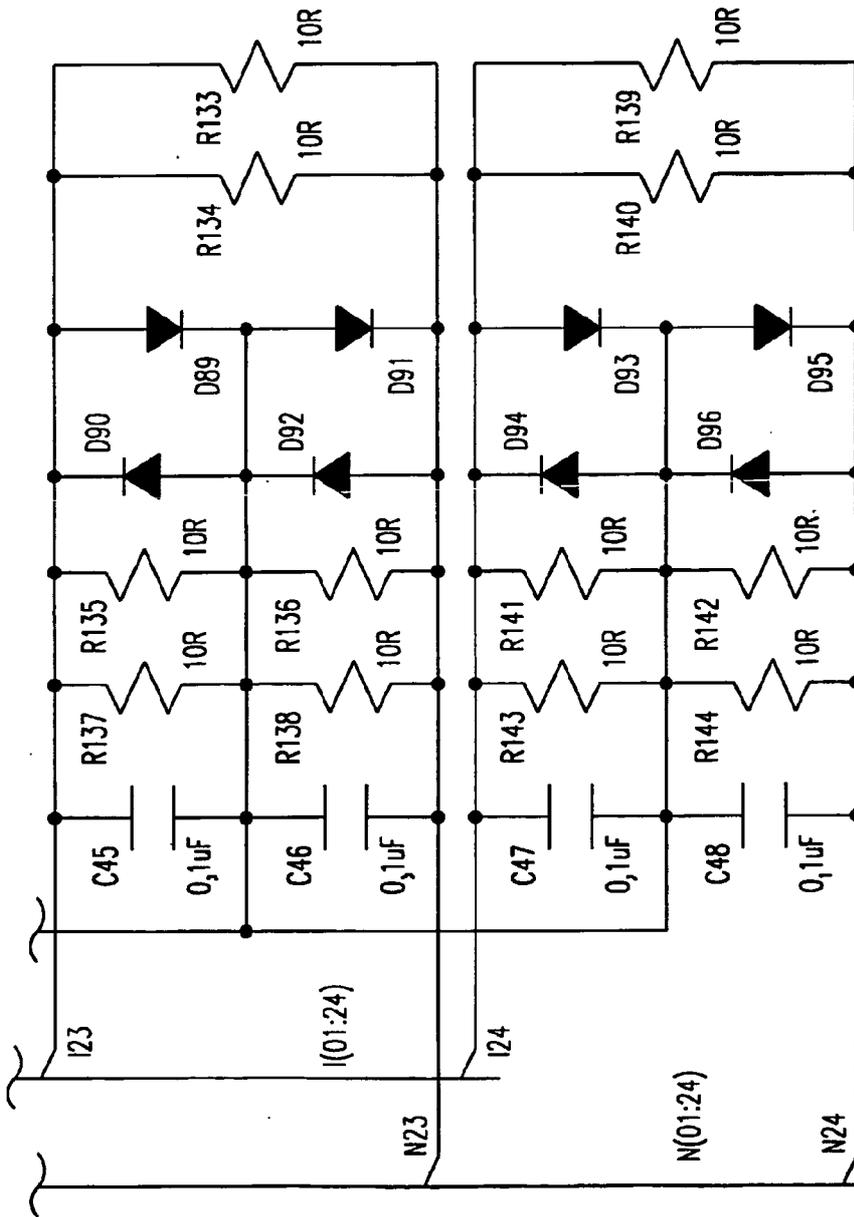


FIG.15B-11

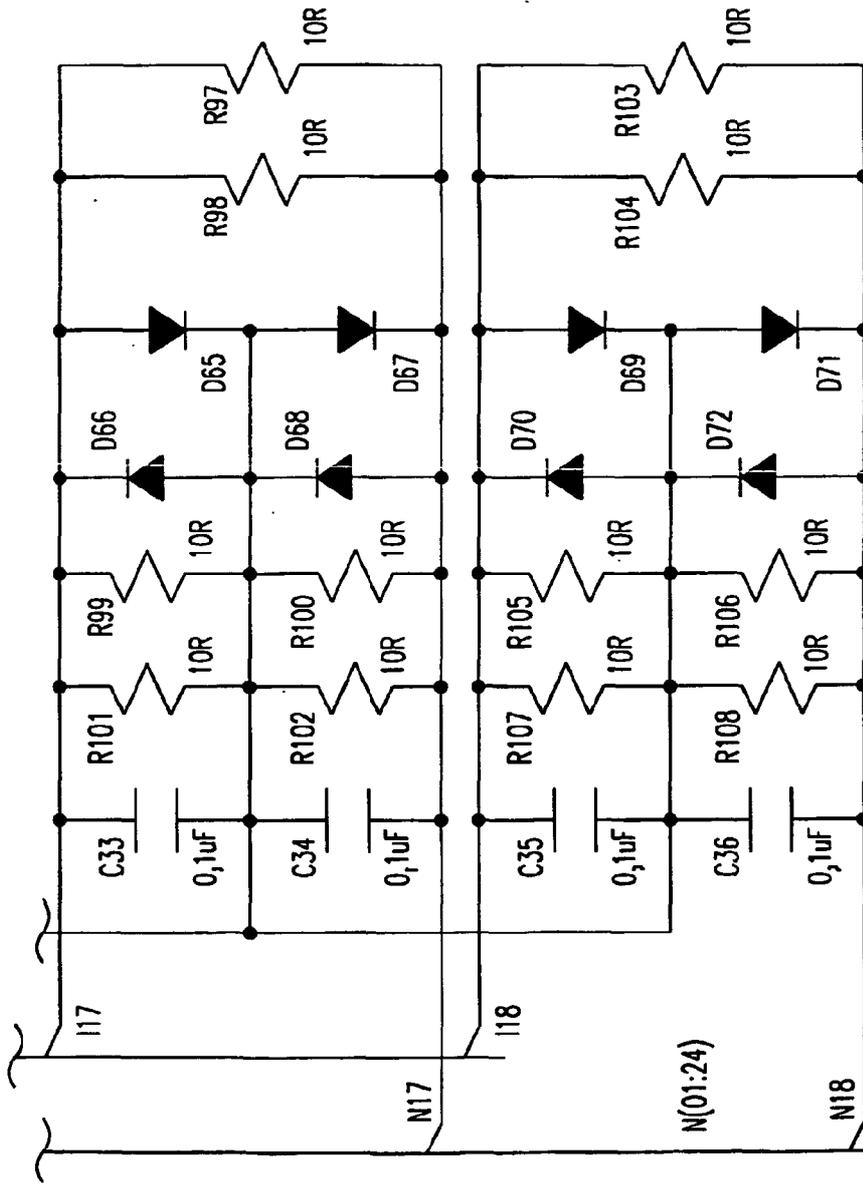


FIG.15B-12

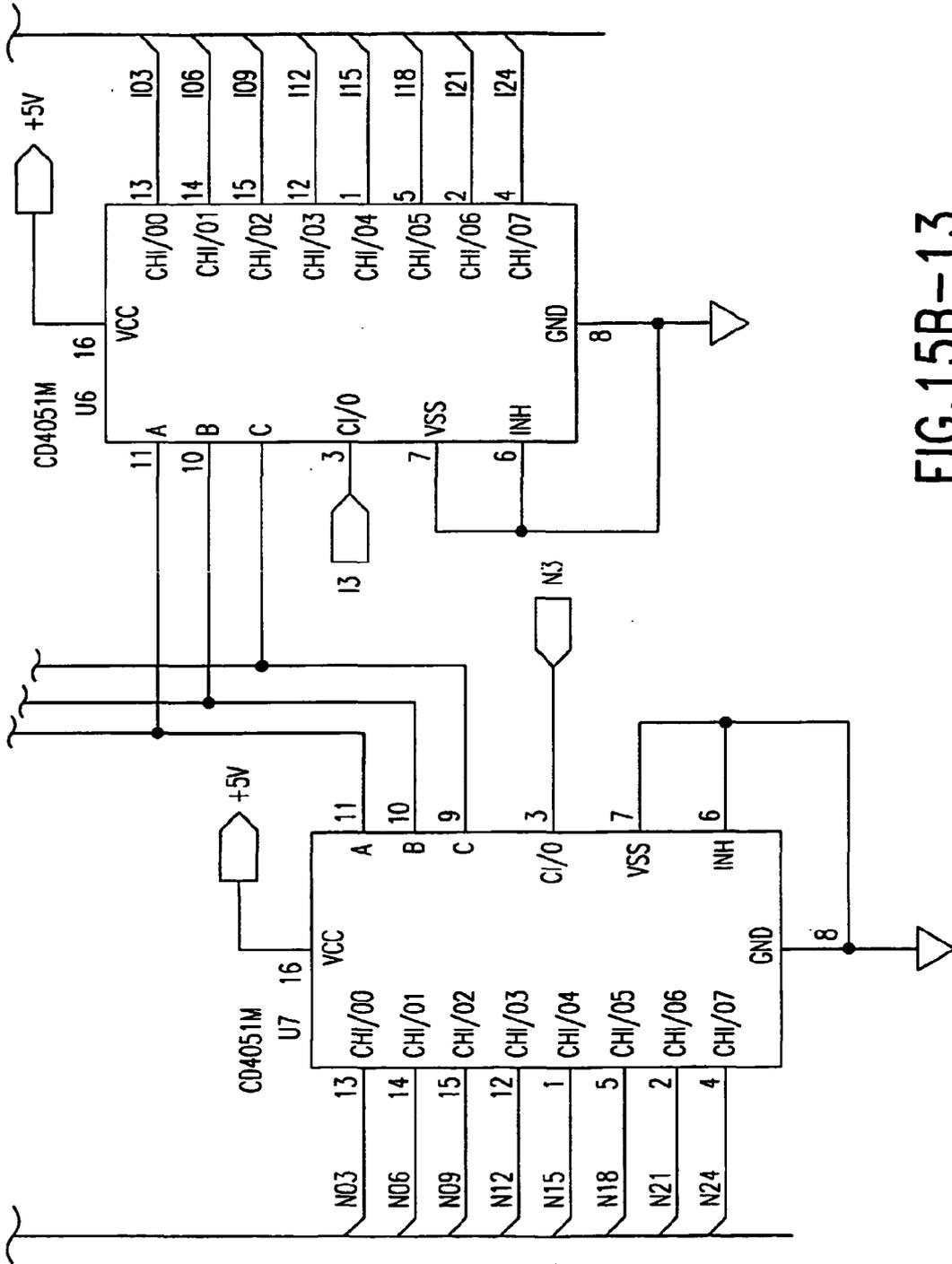


FIG.15B-13

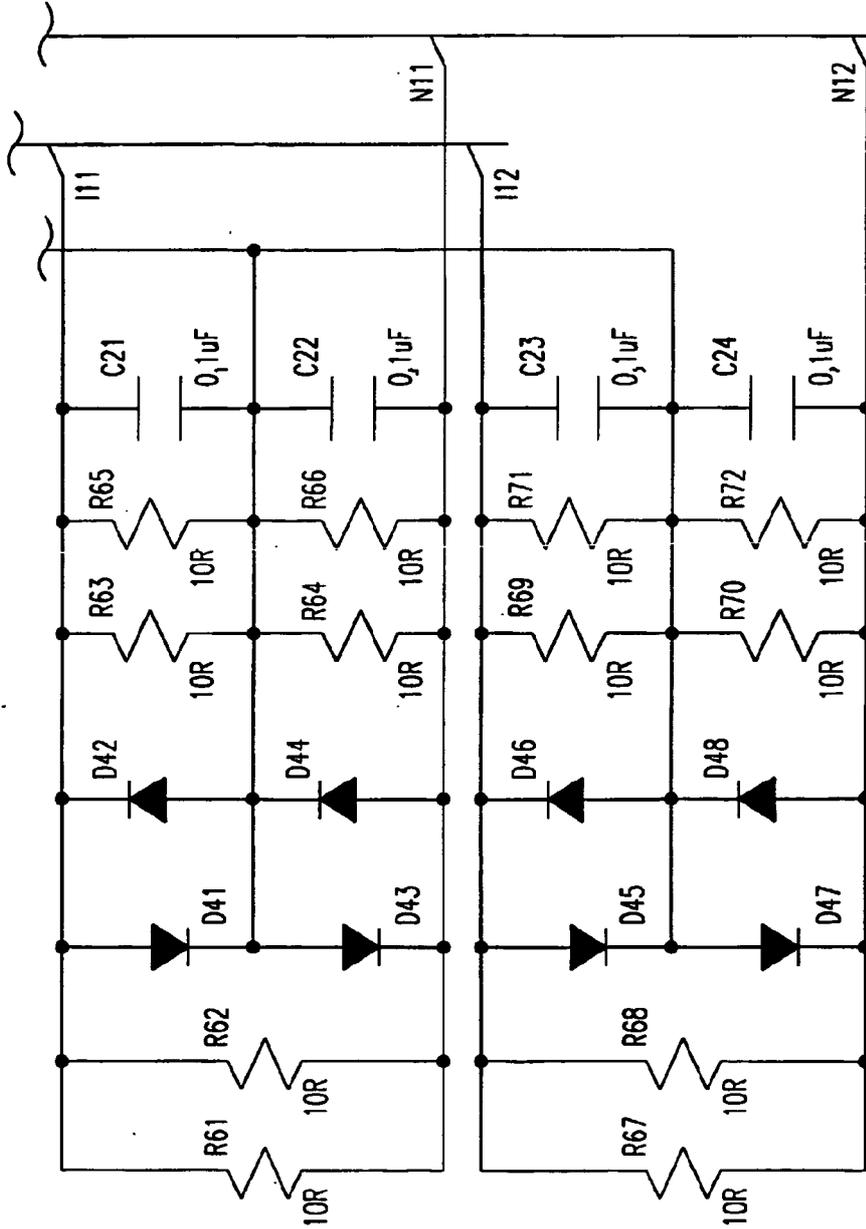


FIG.15B-14

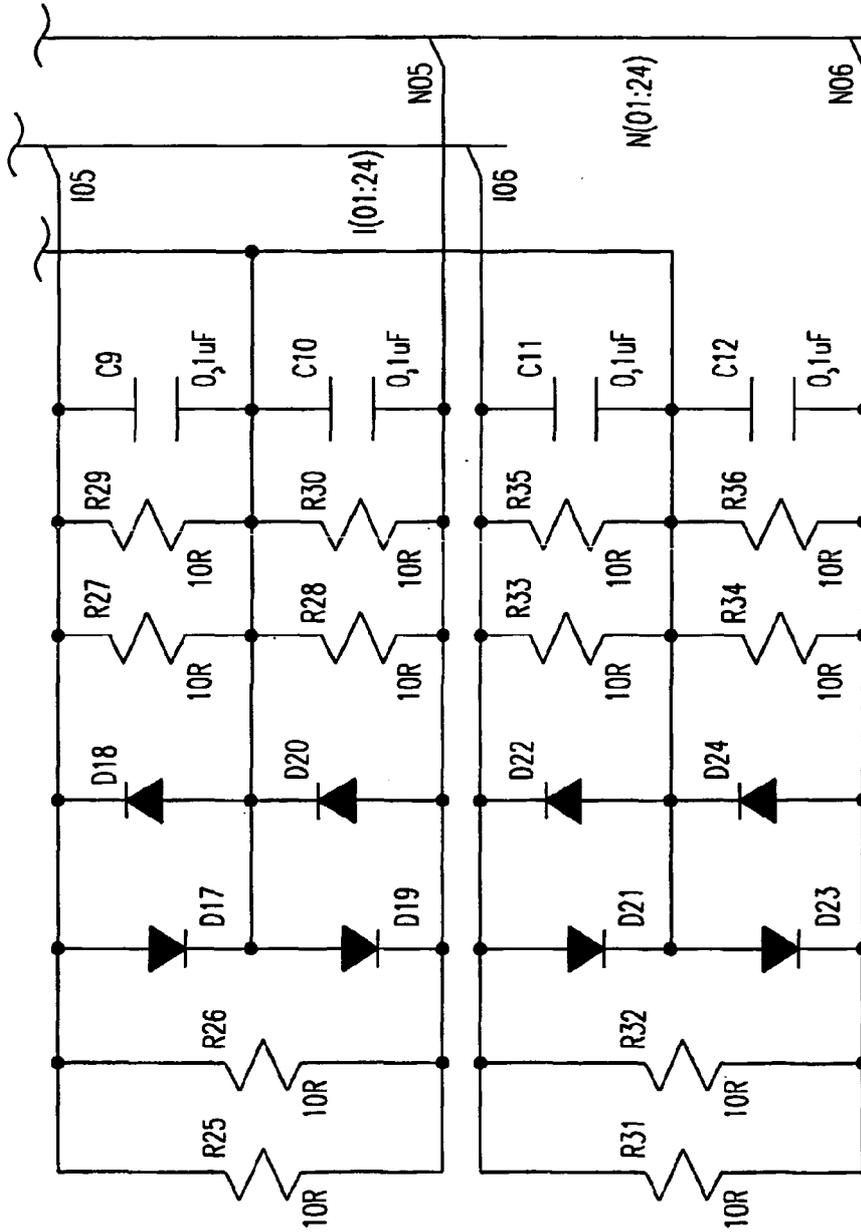
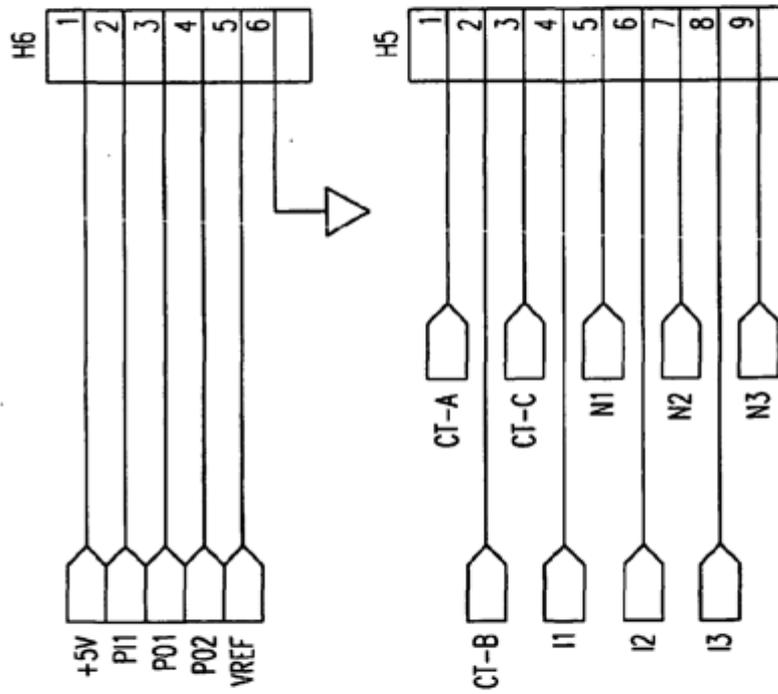


FIG.15B-15



H6 SE USA COMO EQUIPO DE PRUEBAS DE MICROPLACA DE PIC Y HDR DE PUERTOS

FIG.15B--16

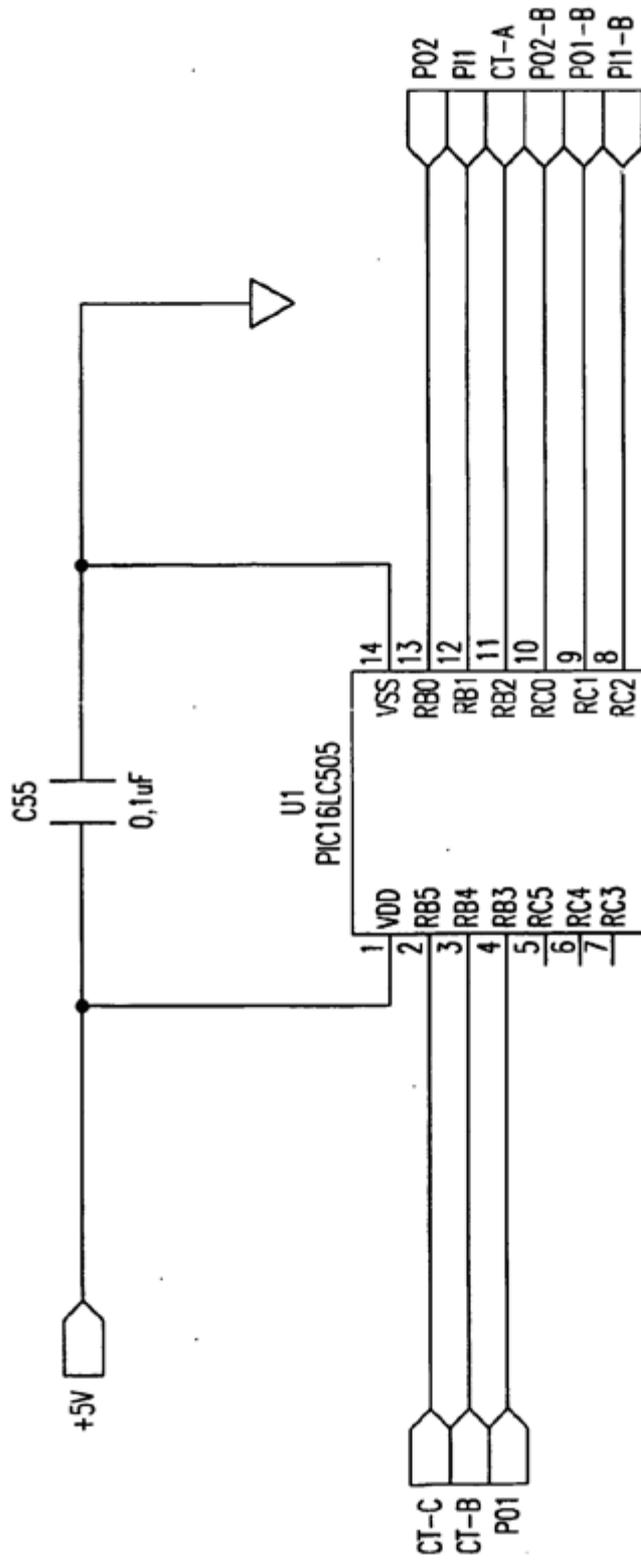


FIG.15B-17

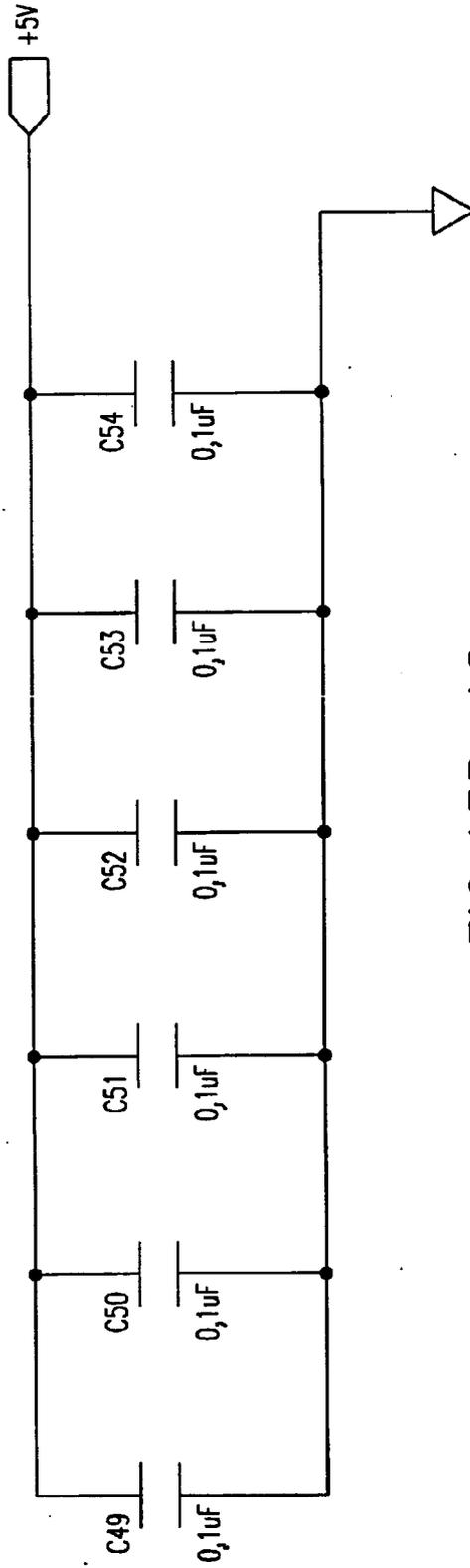


FIG.15B-18

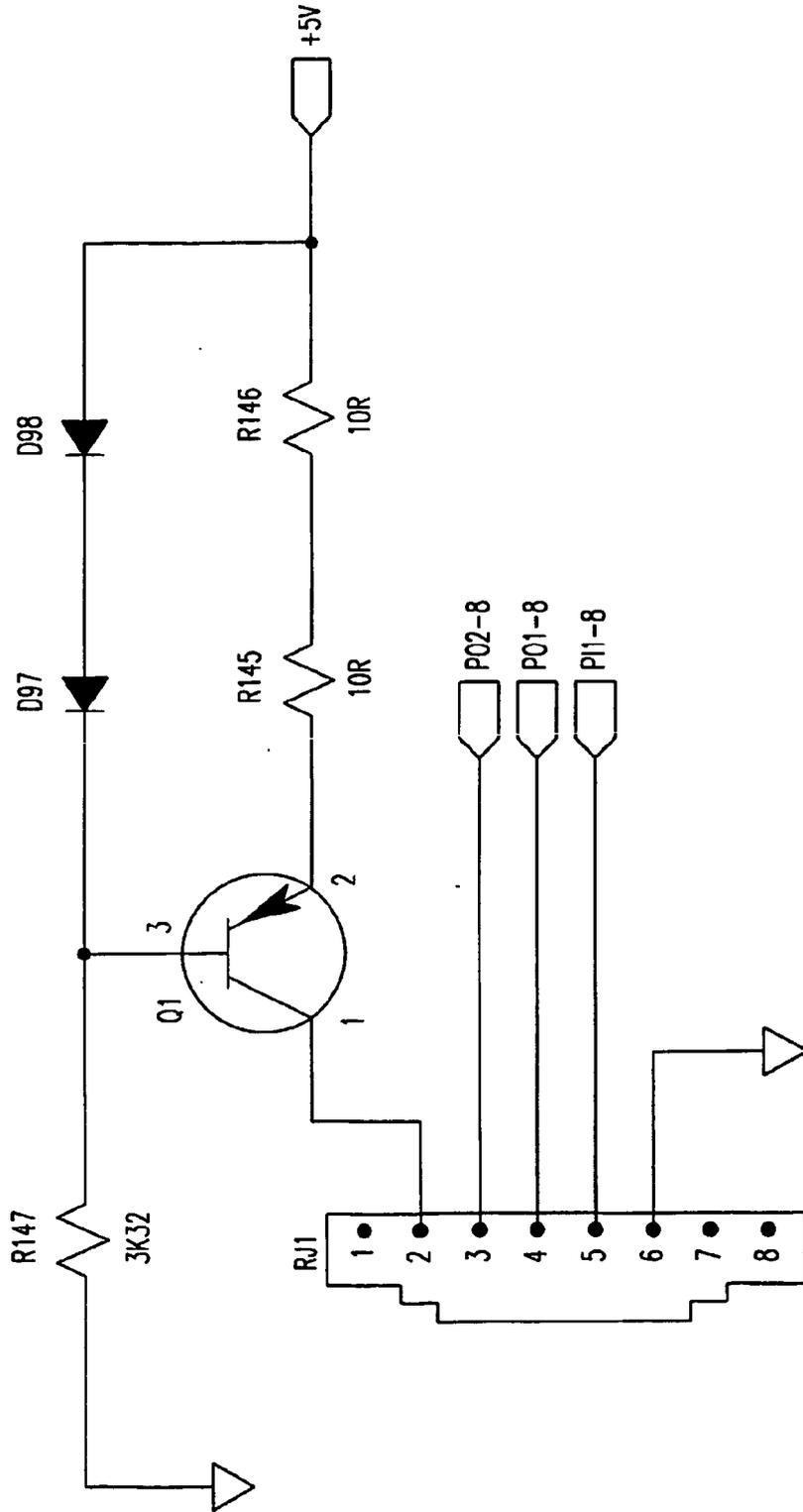


FIG. 15B-19

FIG.15C-1	FIG.15C-2
FIG.15C-3	FIG.15C-4

FIG. 15C

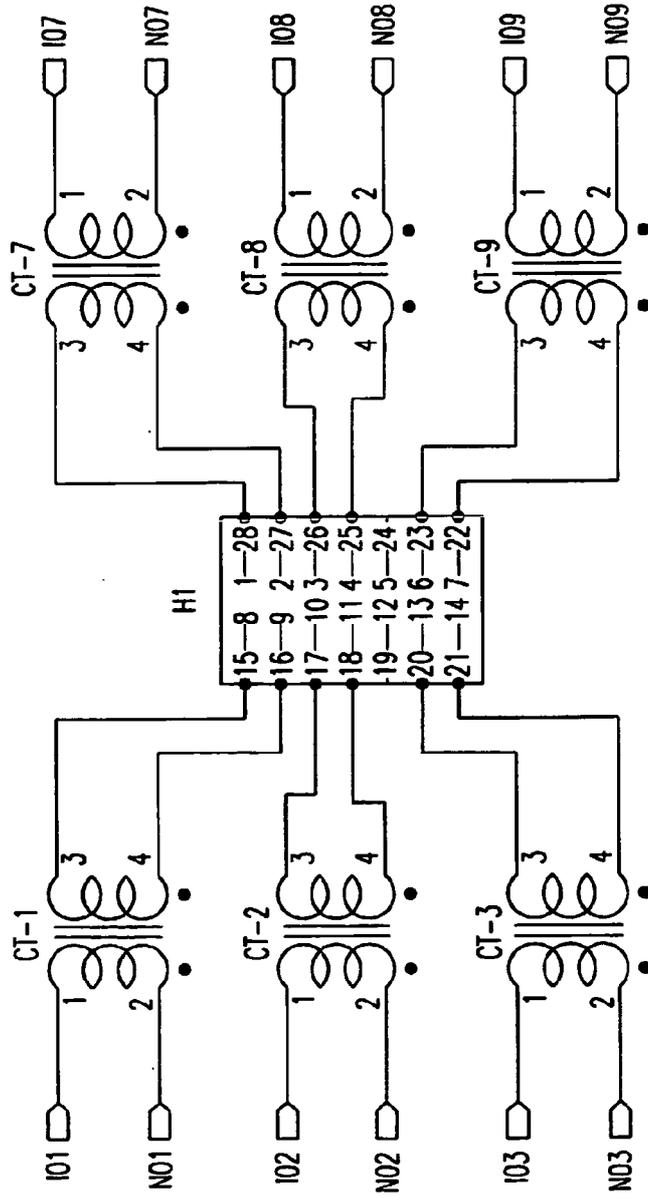


FIG.15C--1

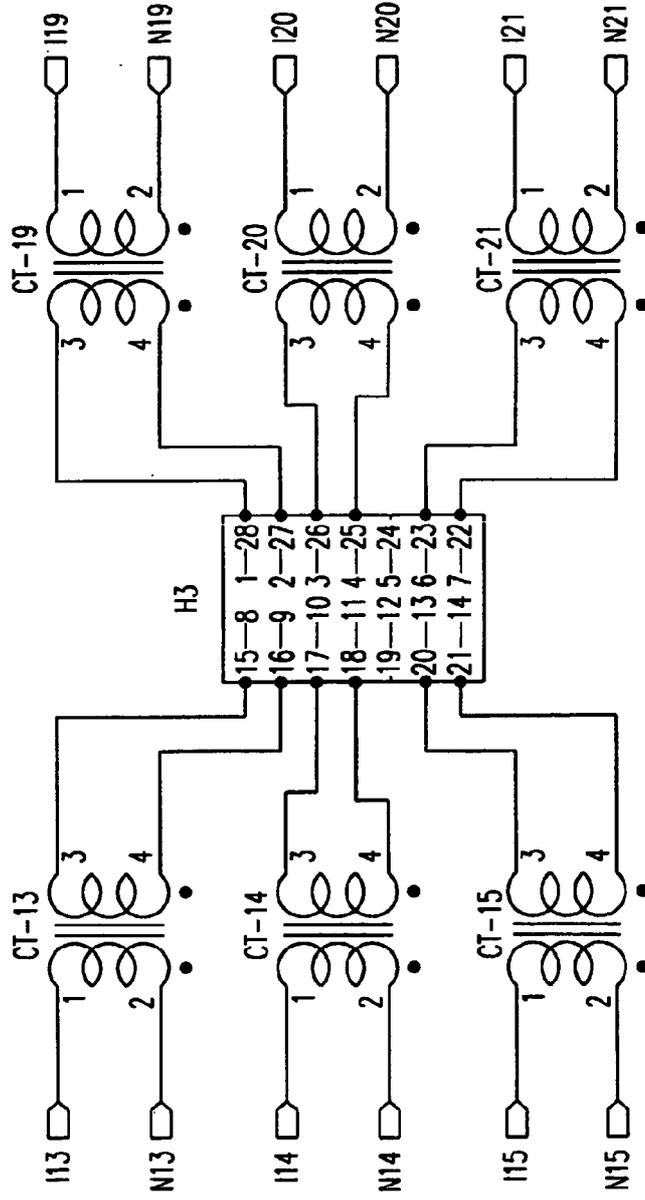


FIG.15C--2

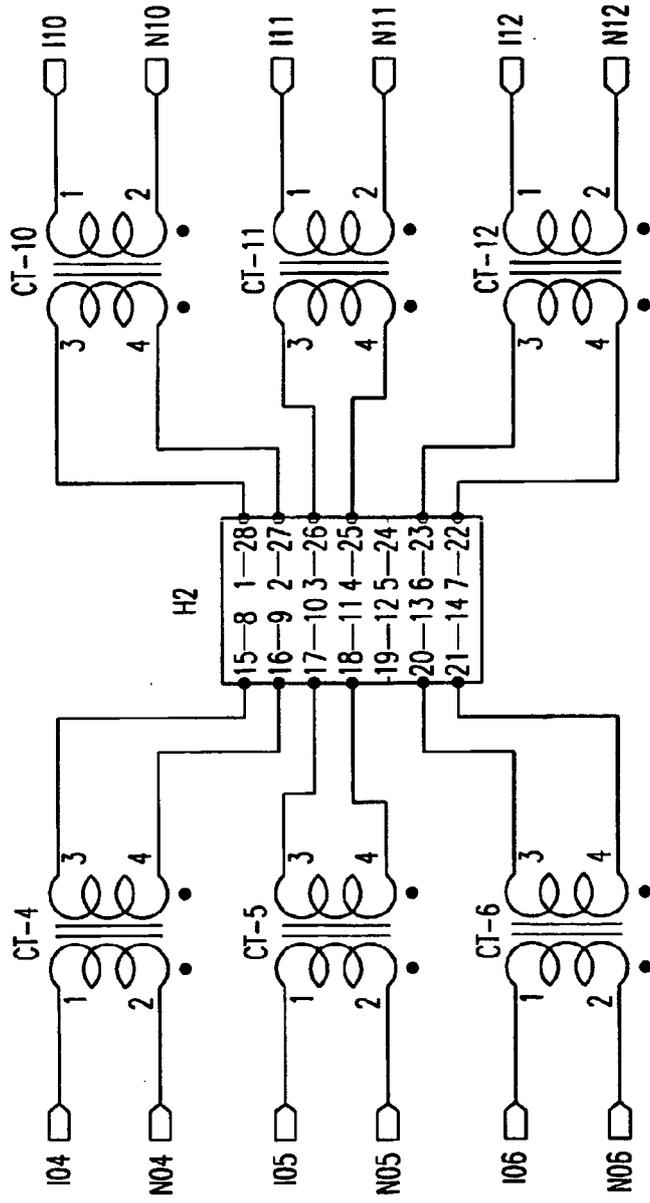


FIG.15C-3

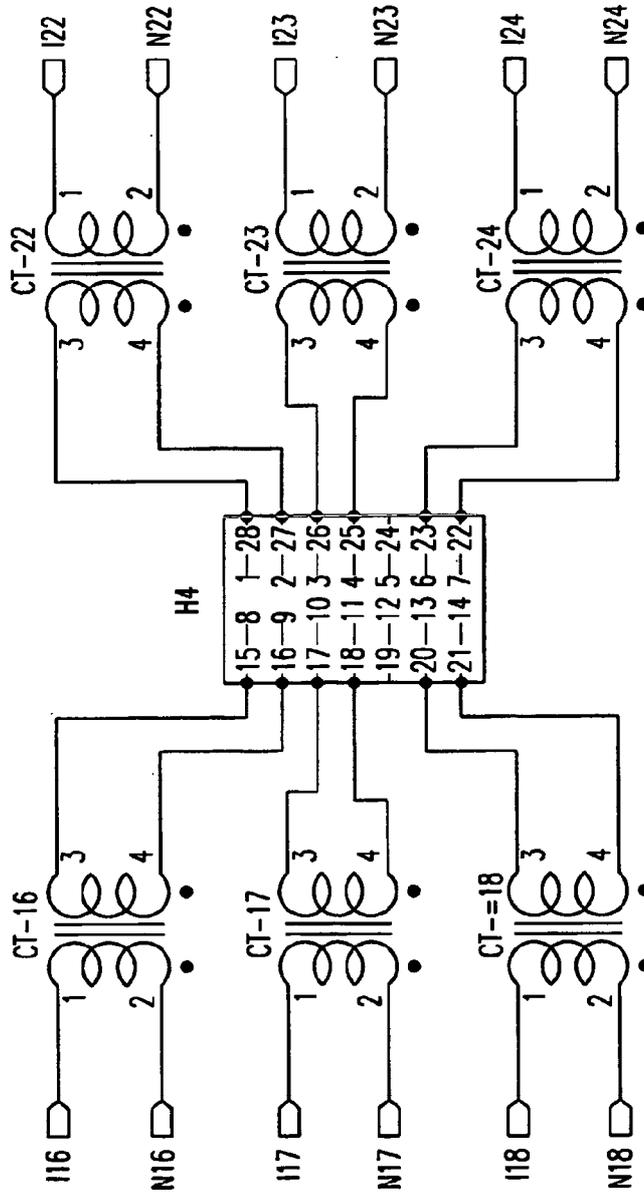


FIG. 15C--4

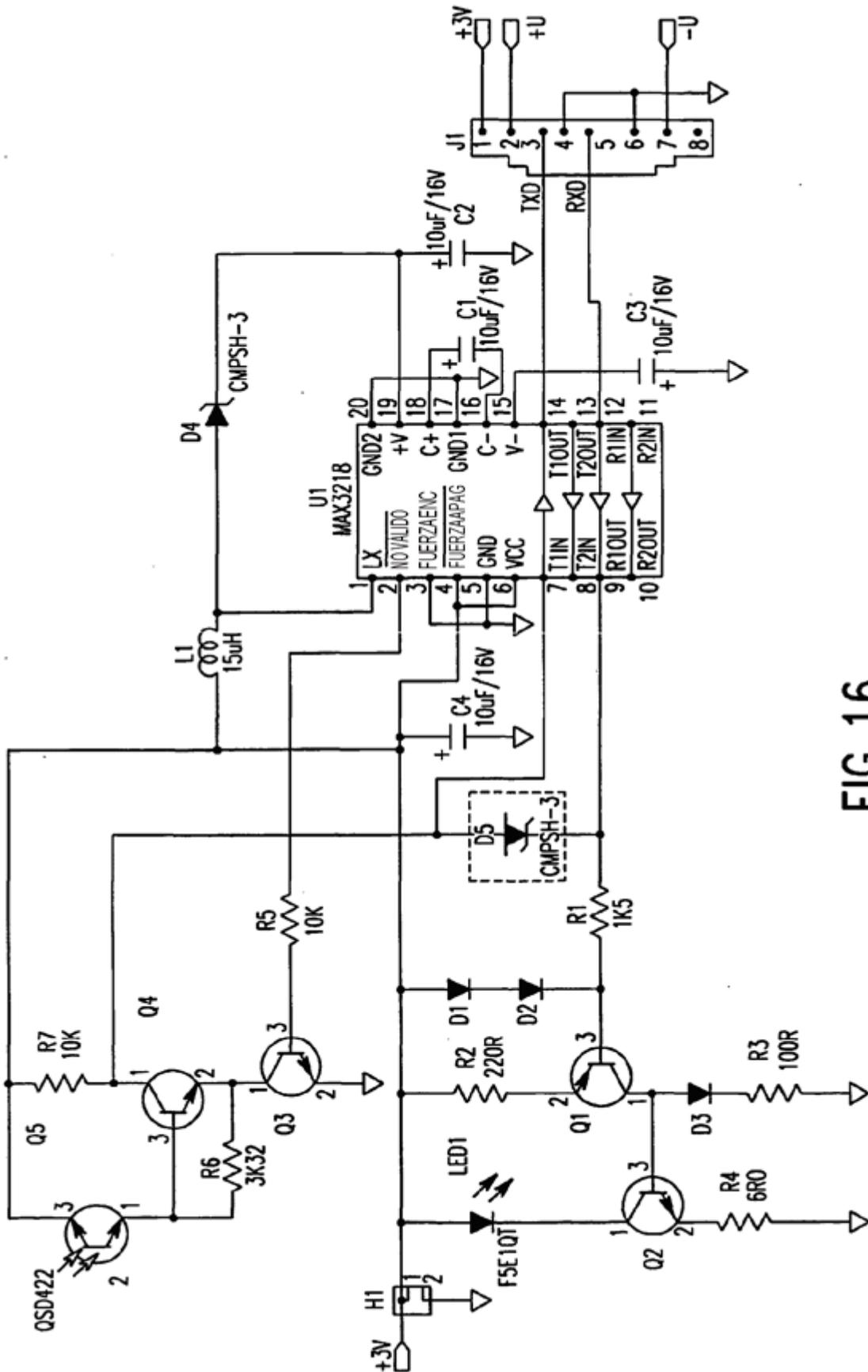


FIG. 16

FIG.17A-1	FIG.17A-2	FIG.17A-3
FIG.17A-4	FIG.17A-5	FIG.17A-6
FIG.17A-7	FIG.17A-8	FIG.17A-9
FIG.17A-10	FIG.17A-11	FIG.17A-12

FIG.17A

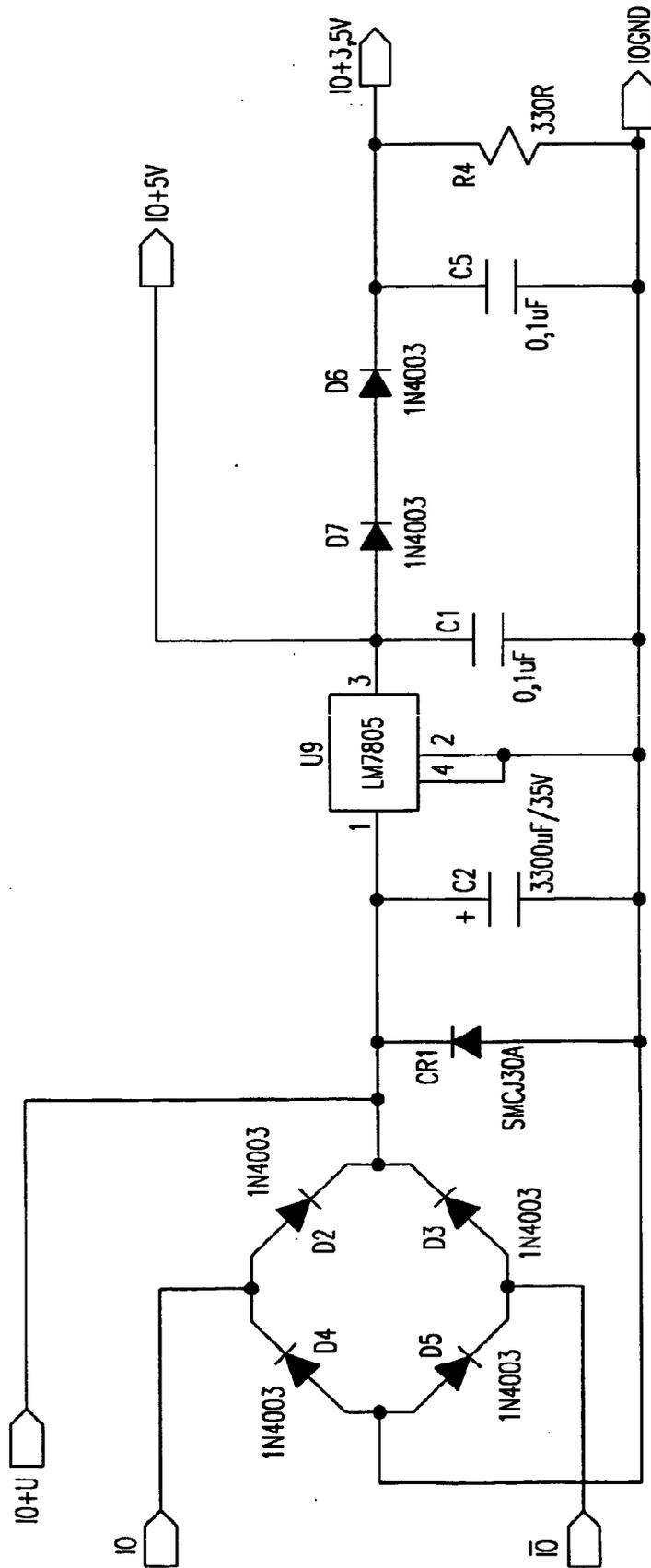


FIG.17A-1

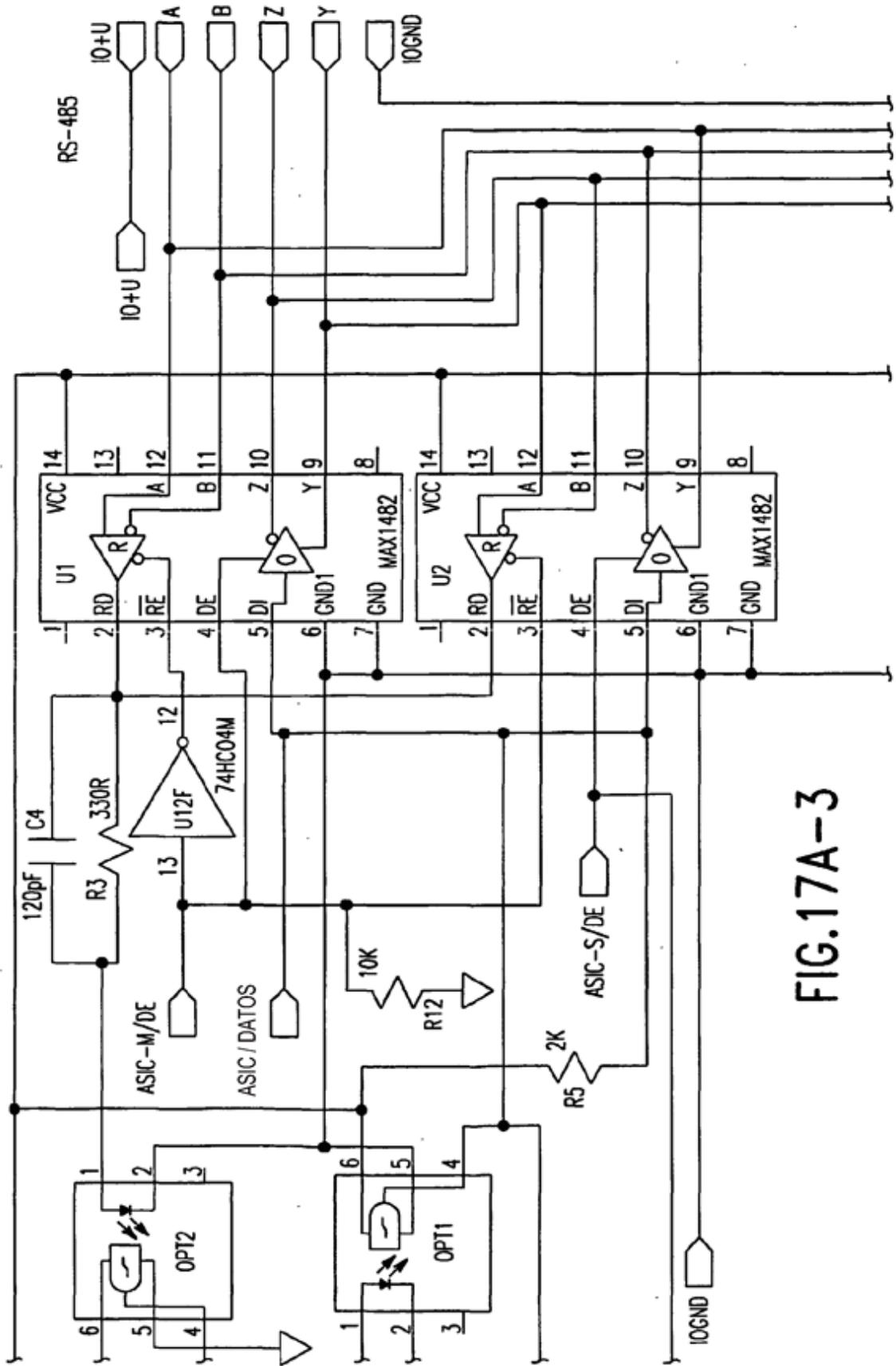


FIG.17A-3

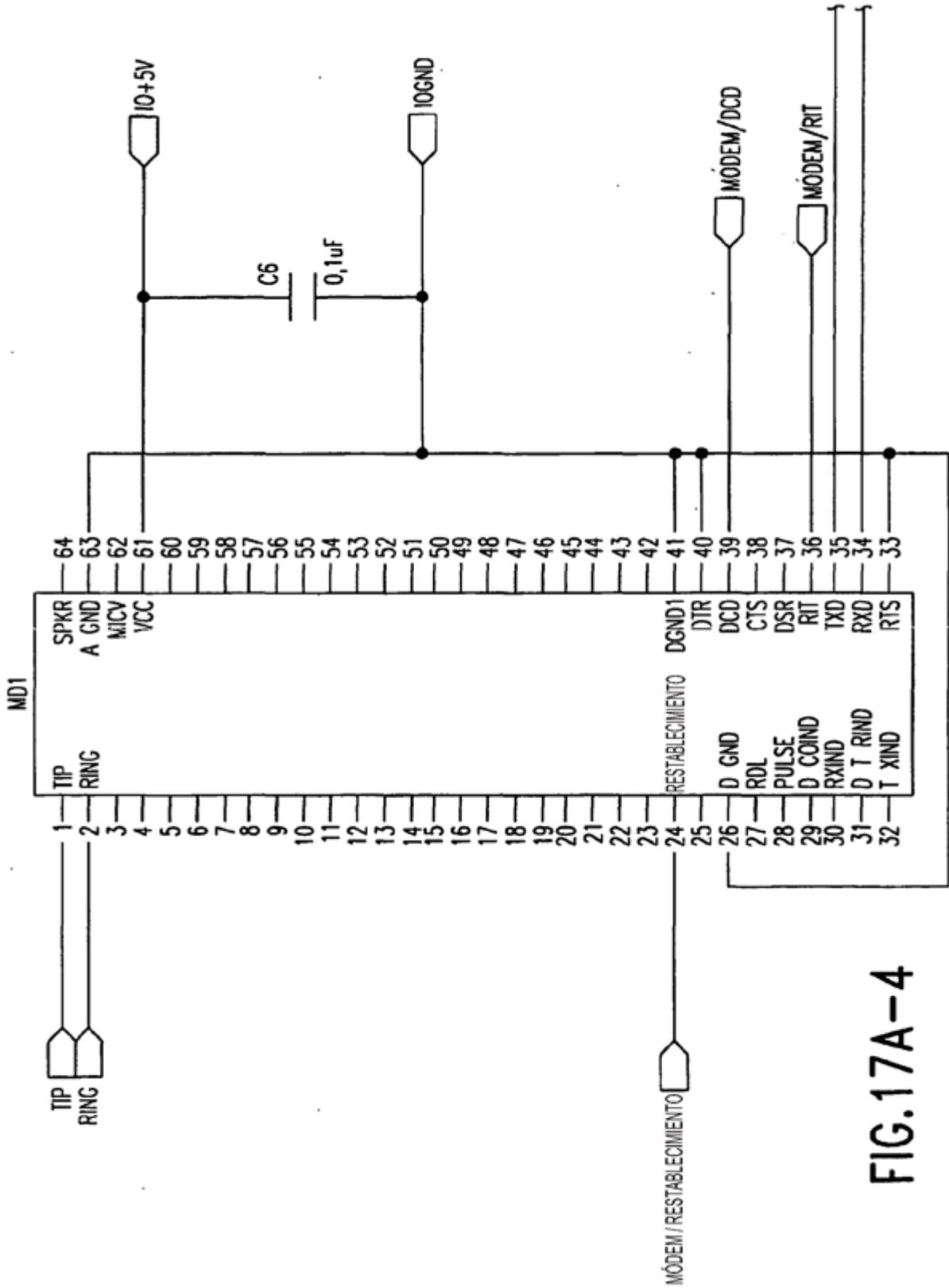


FIG.17A-4

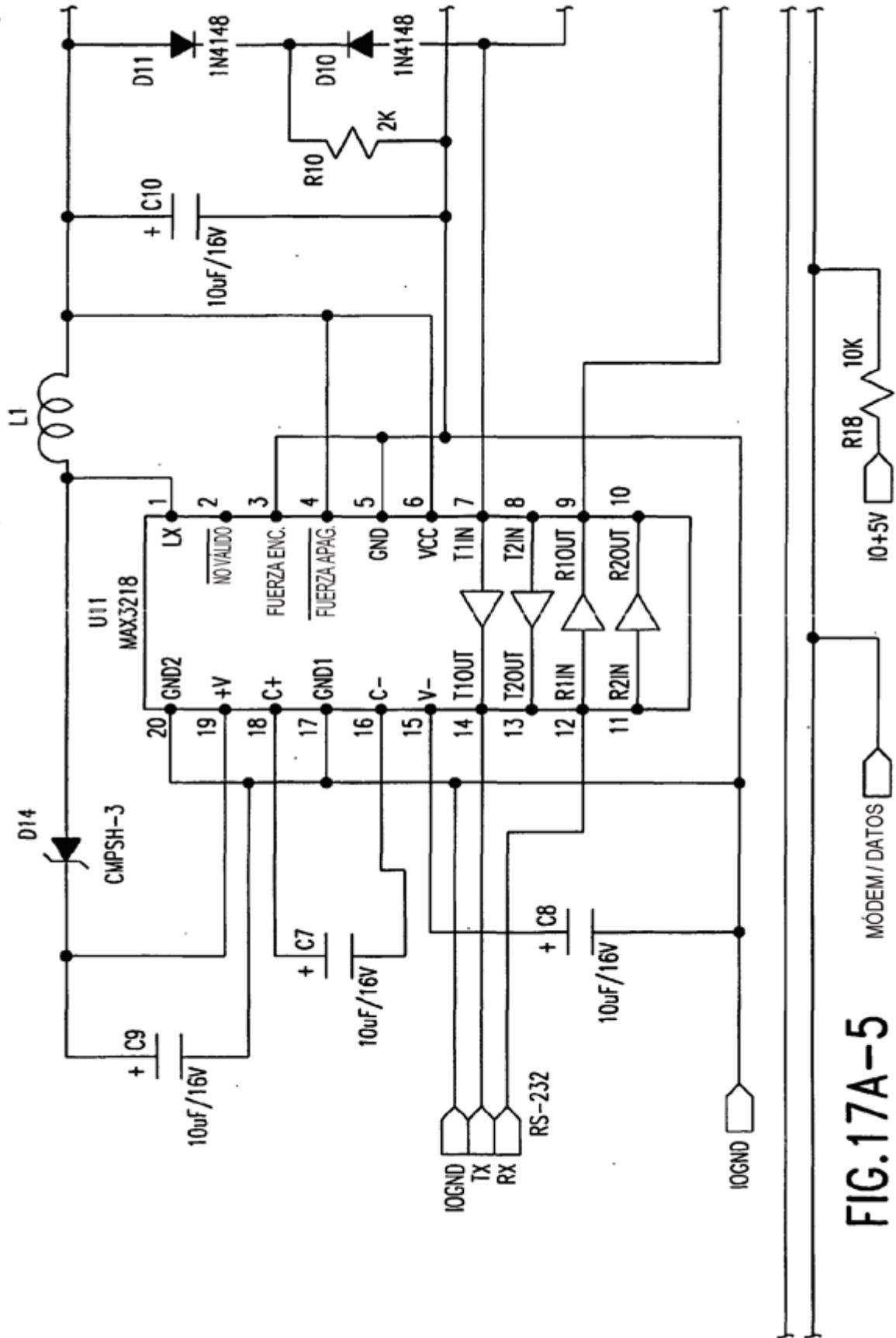


FIG.17A-5

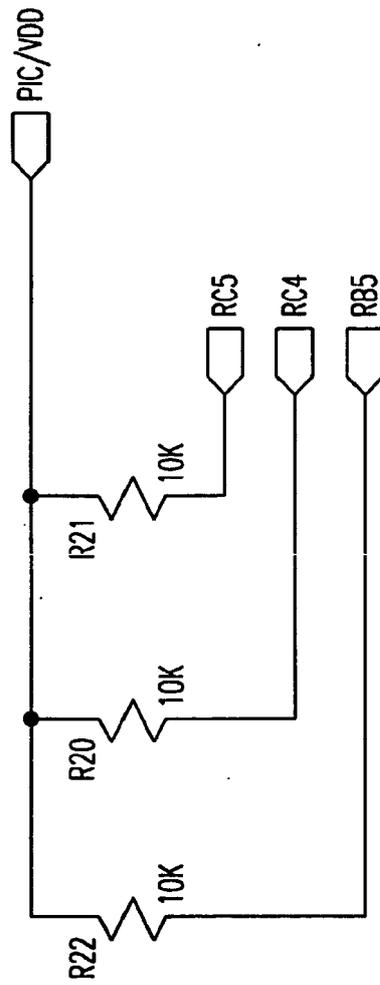


FIG.17A--7

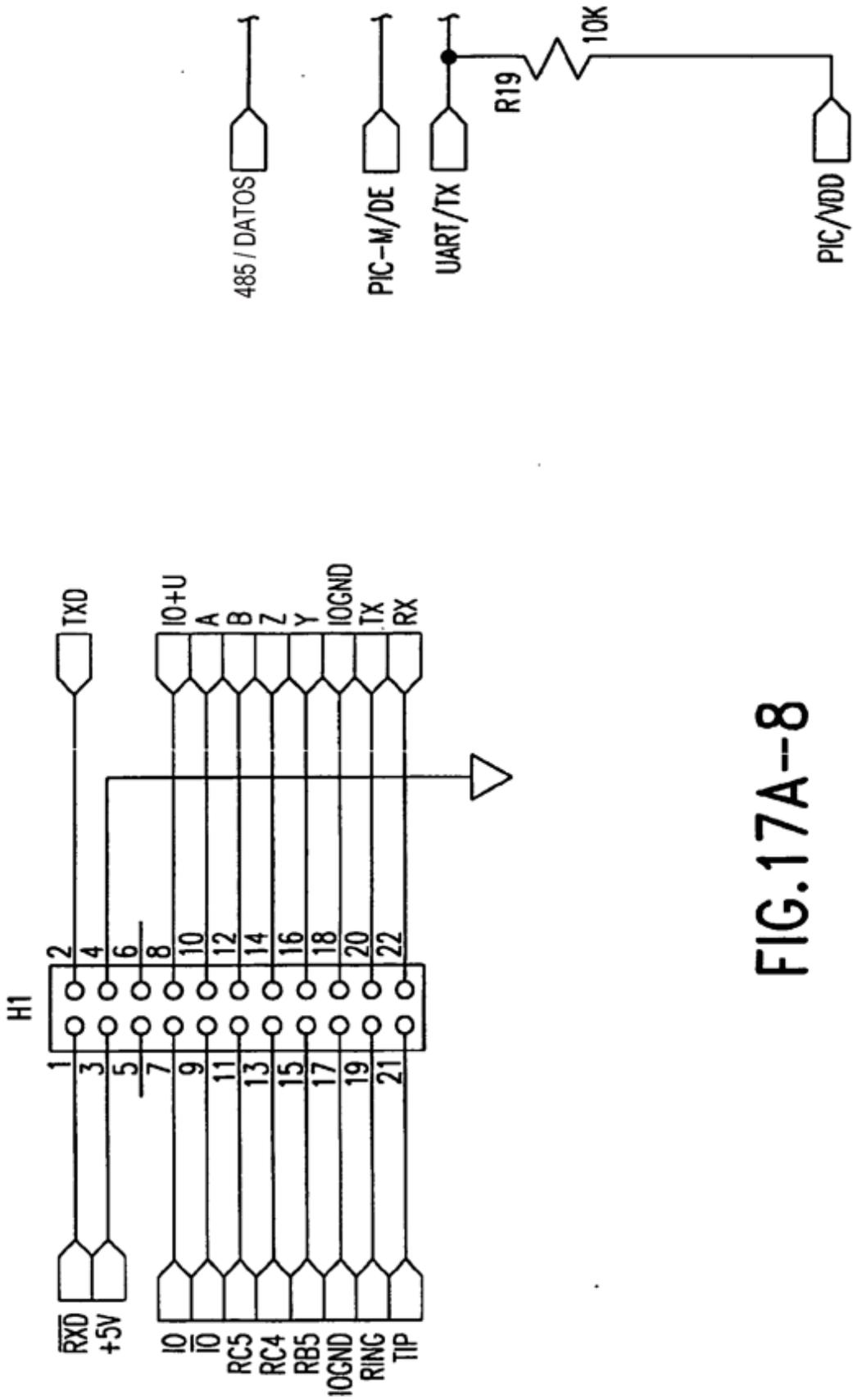


FIG.17A--8

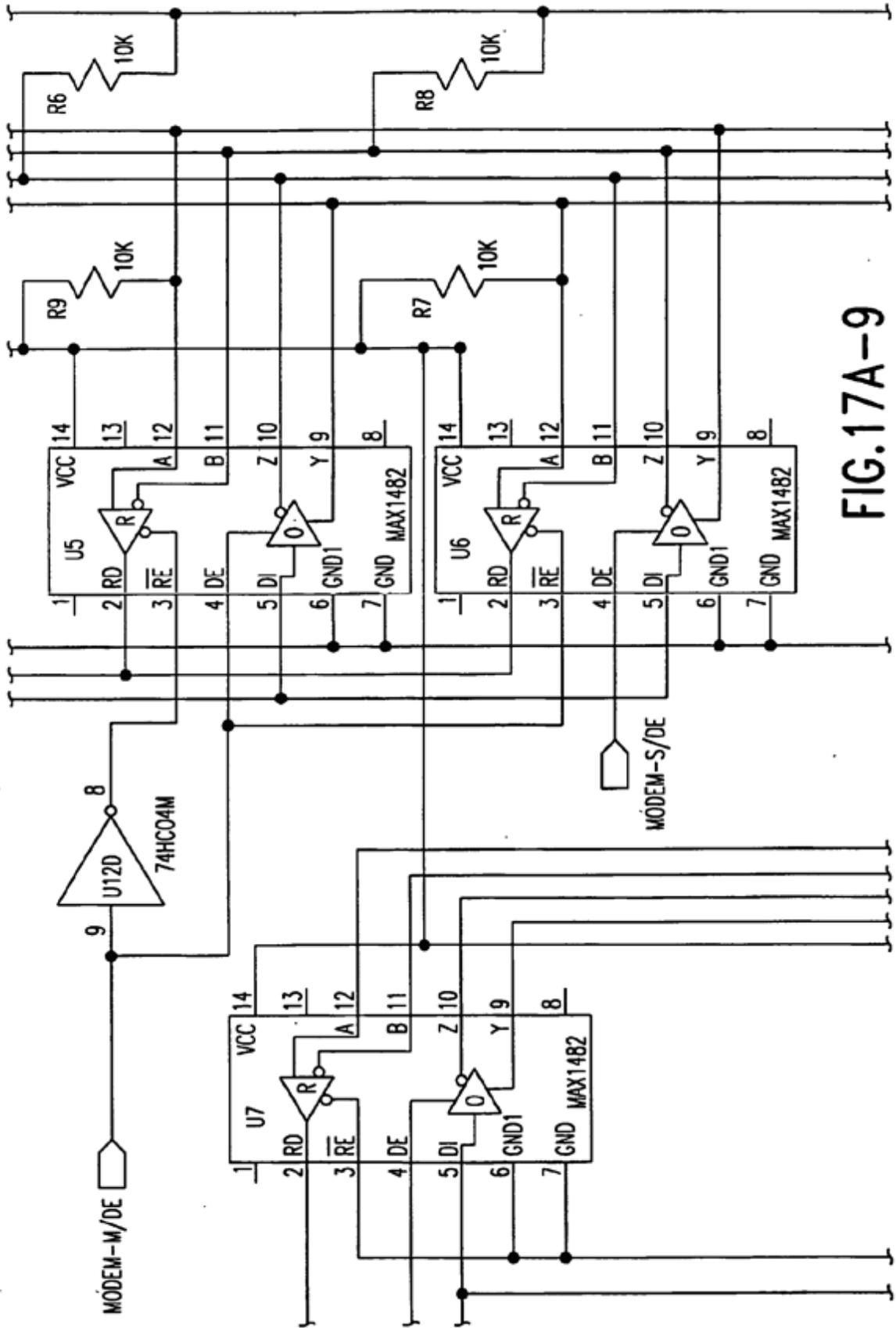


FIG.17A-9

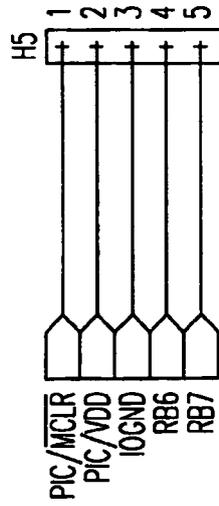
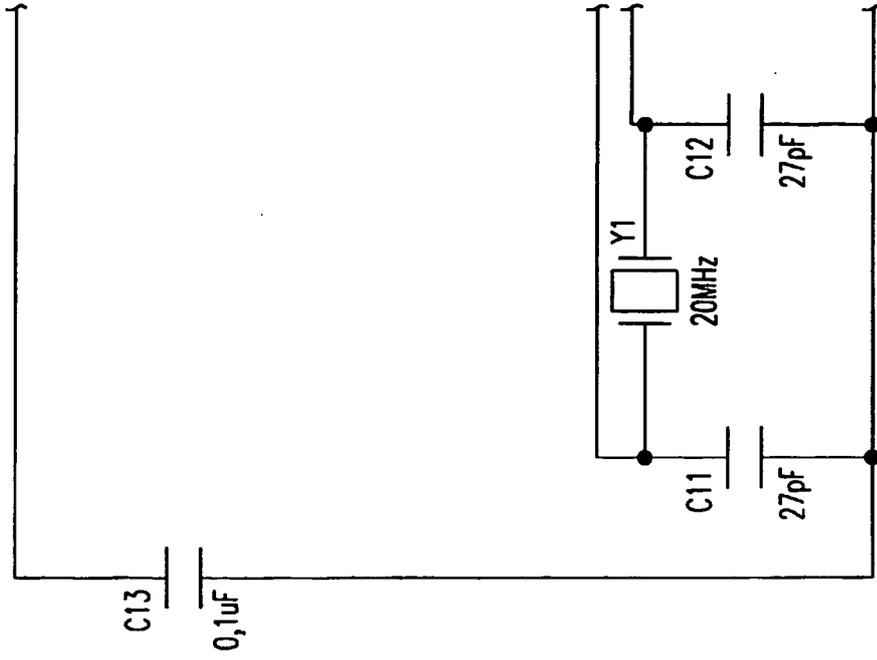


FIG.17A-10

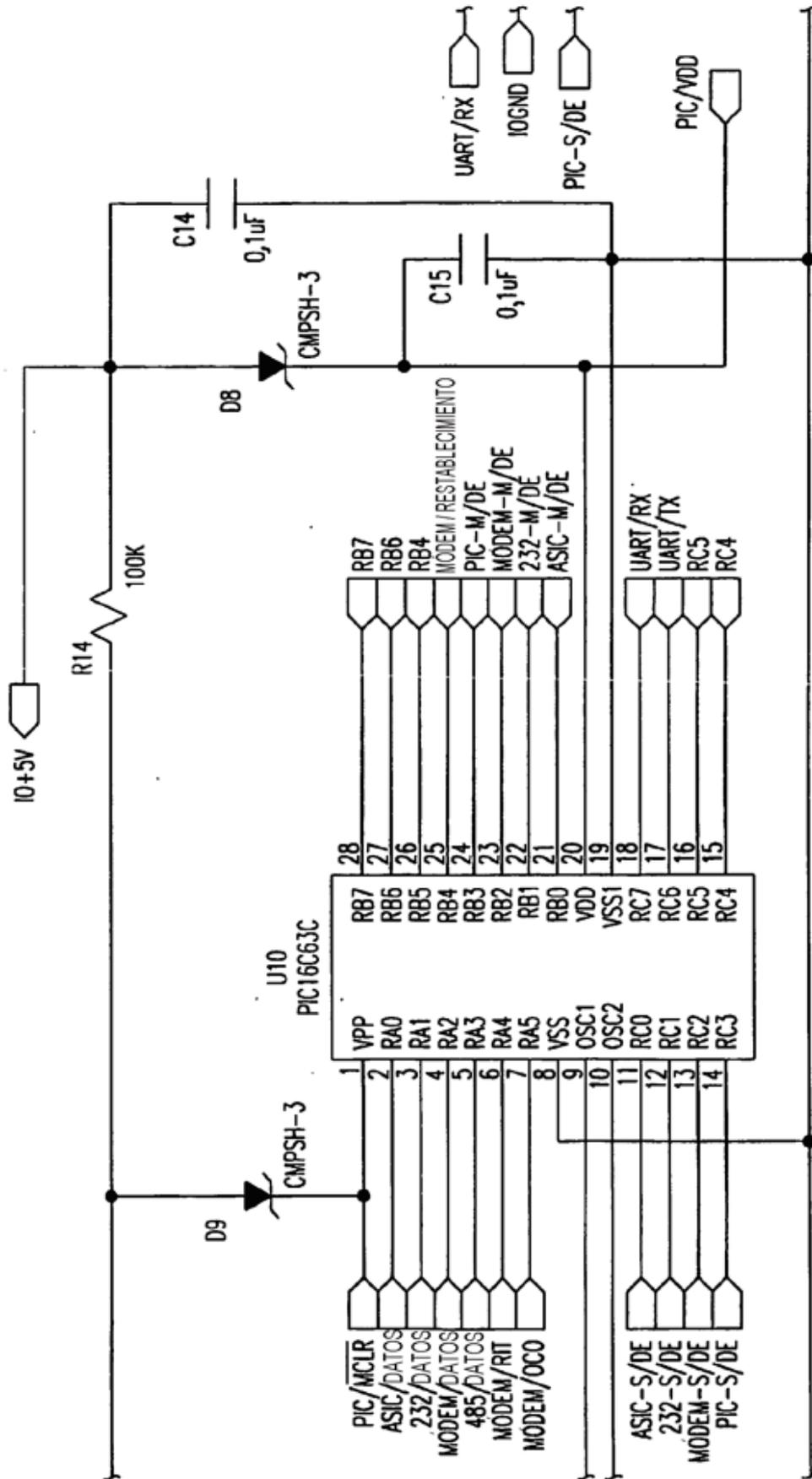


FIG.17A-11

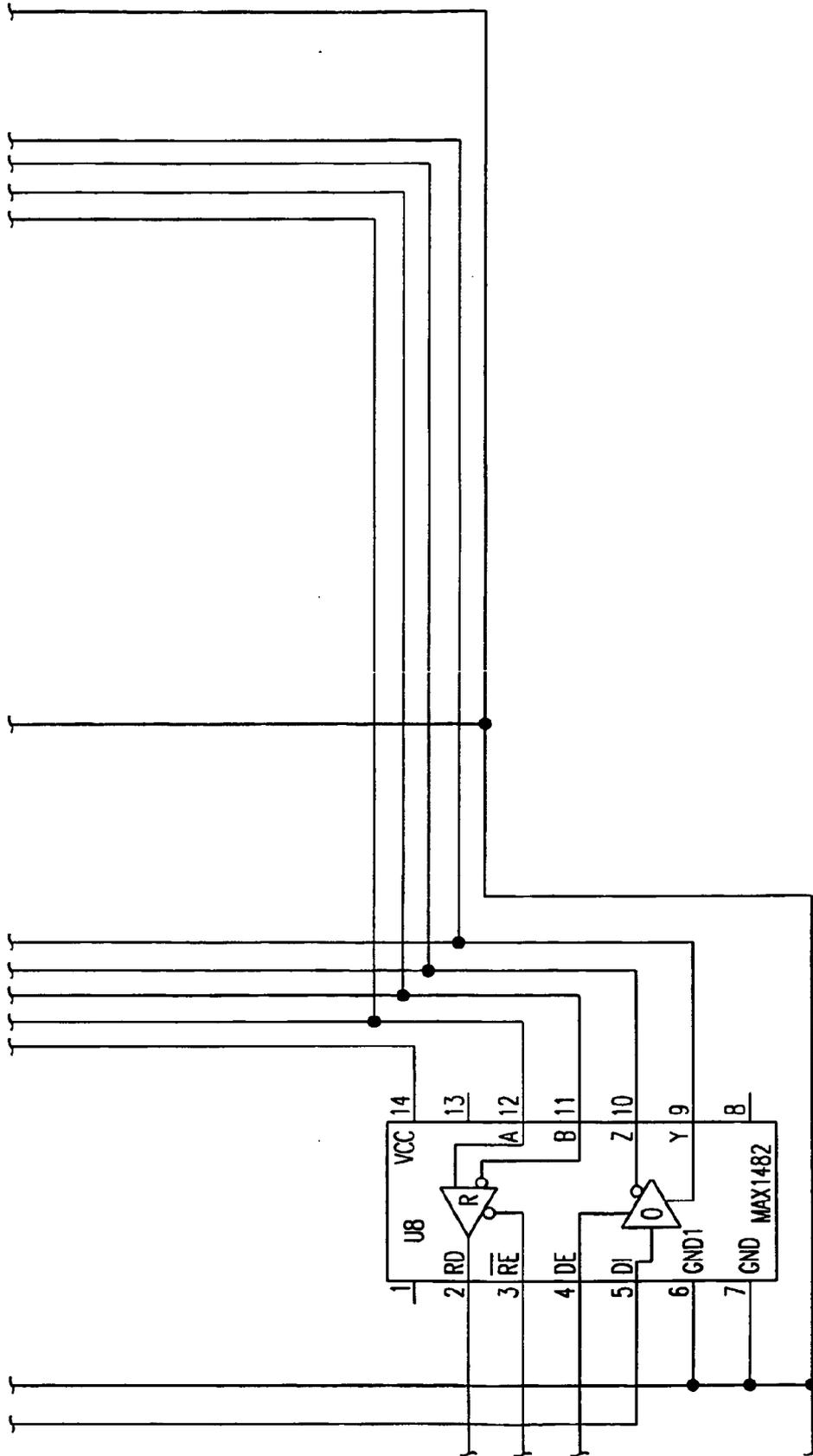


FIG.17A-12

FIG.17B-1	FIG.17B-2	FIG.17B-3
	FIG.17B-4	FIG.17B-5

FIG. 17B

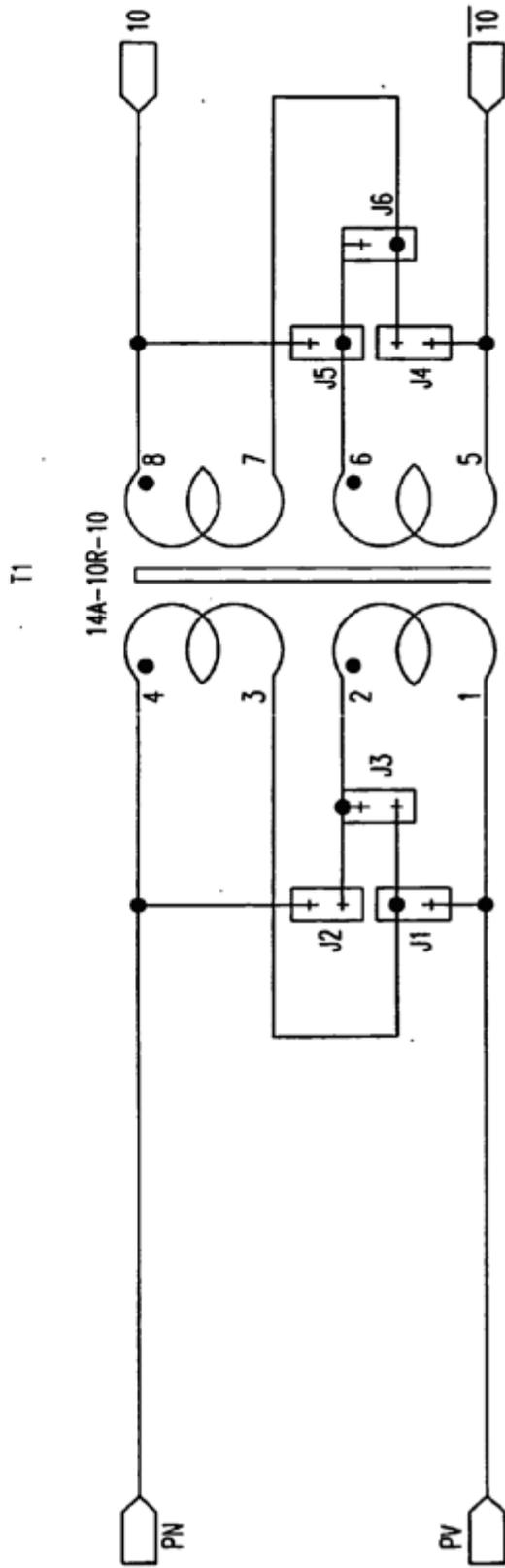
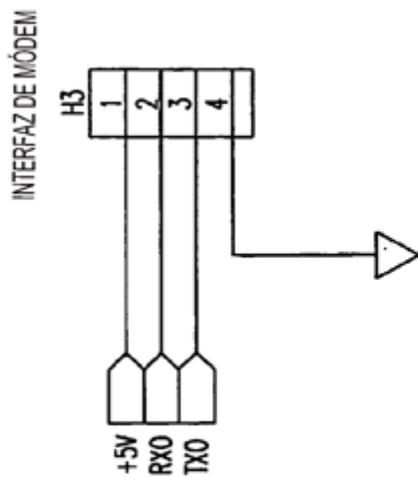


FIG.17B-1

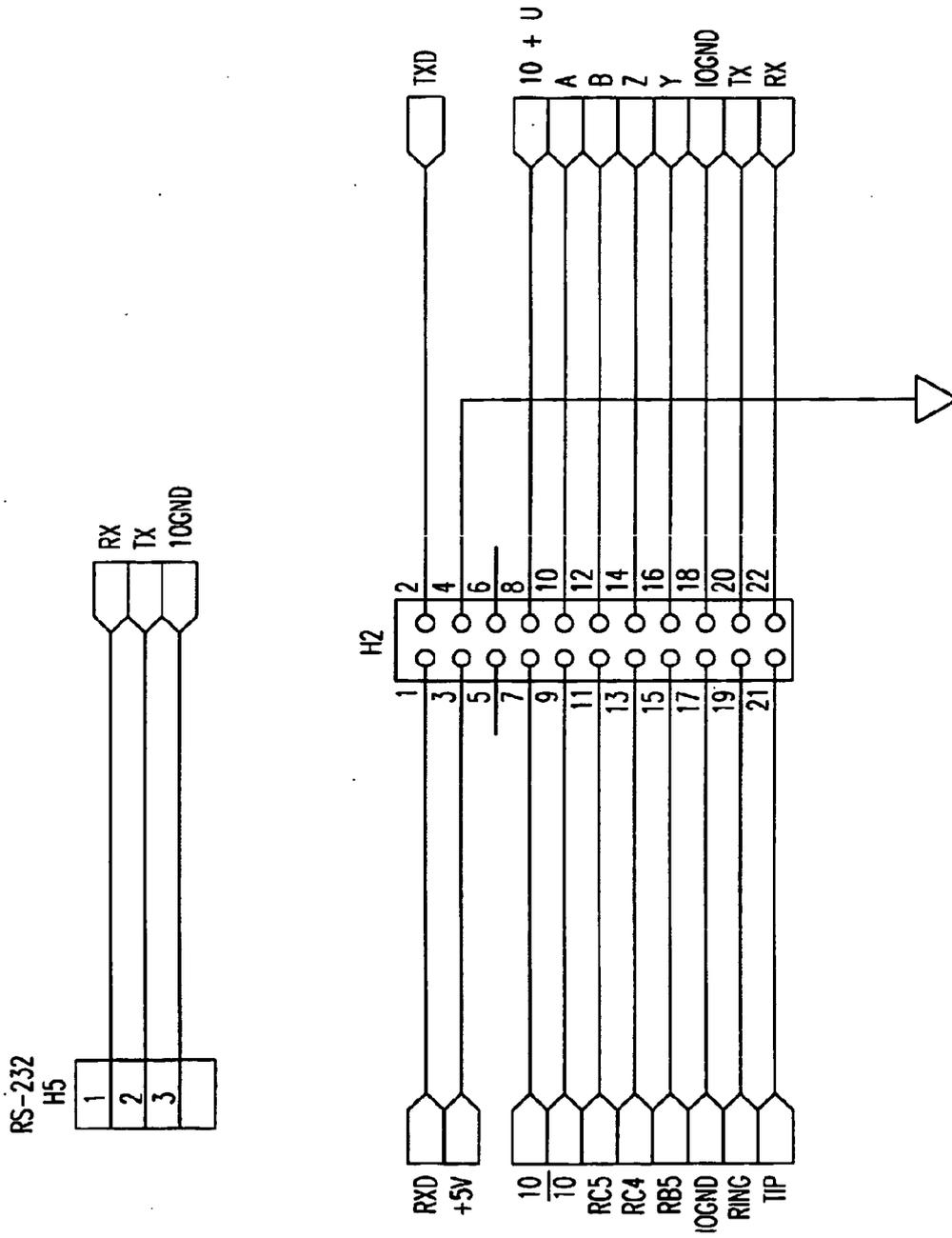


FIG.17B-2

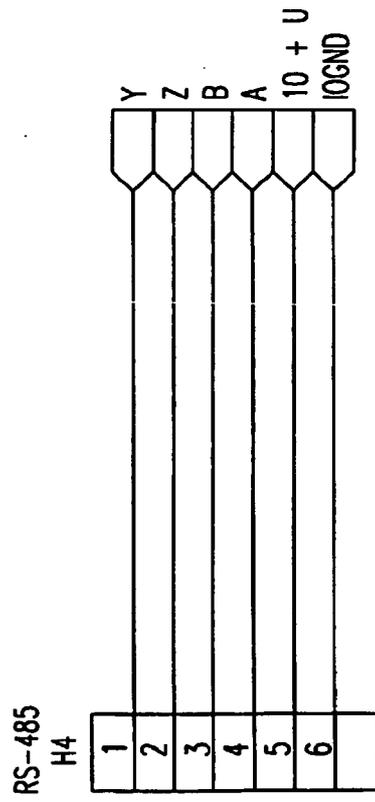


FIG.17B-3

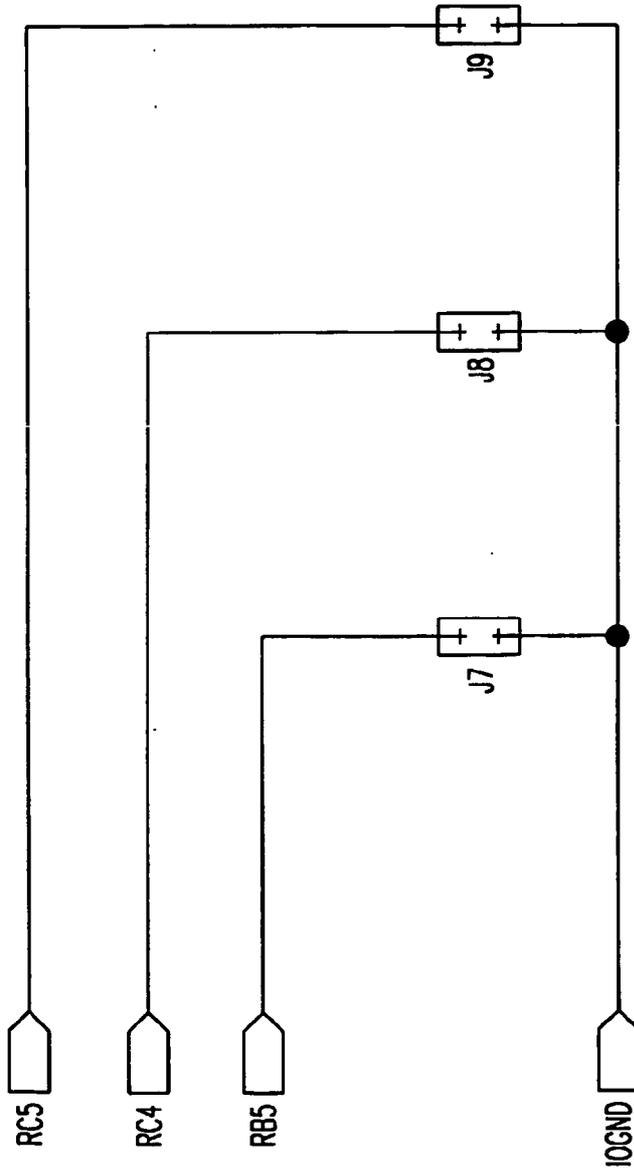


FIG.17B-4

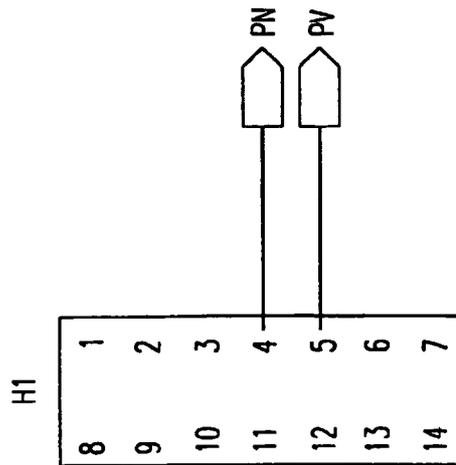
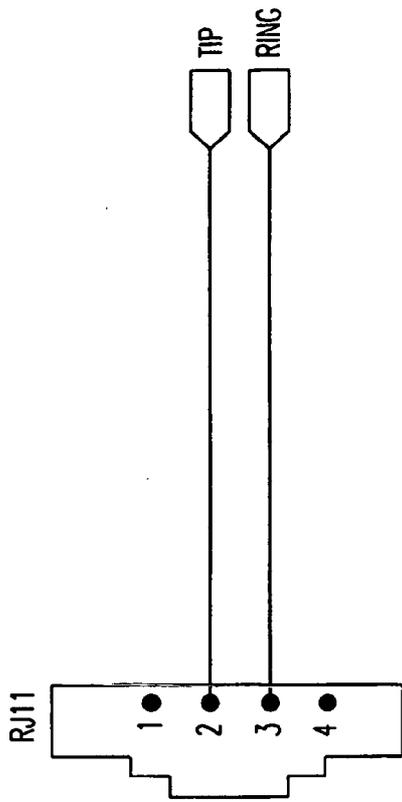


FIG.17B-5

FIG.17C-1	FIG.17C-2	FIG.17C-3
FIG.17C-4		FIG.17C-5
FIG.17C-6	FIG.17C-7	FIG.17C-8

FIG.17C

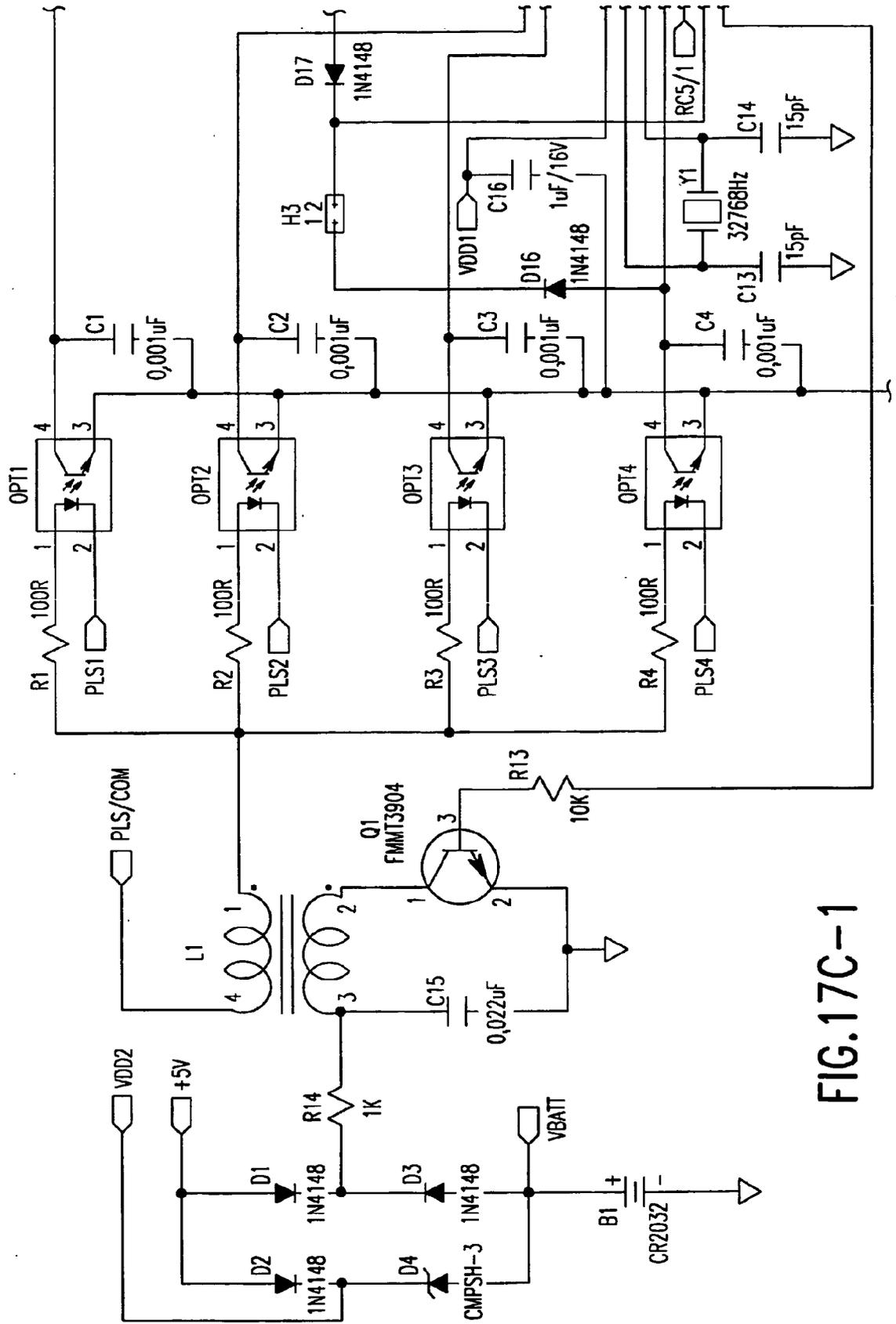


FIG.17C-1

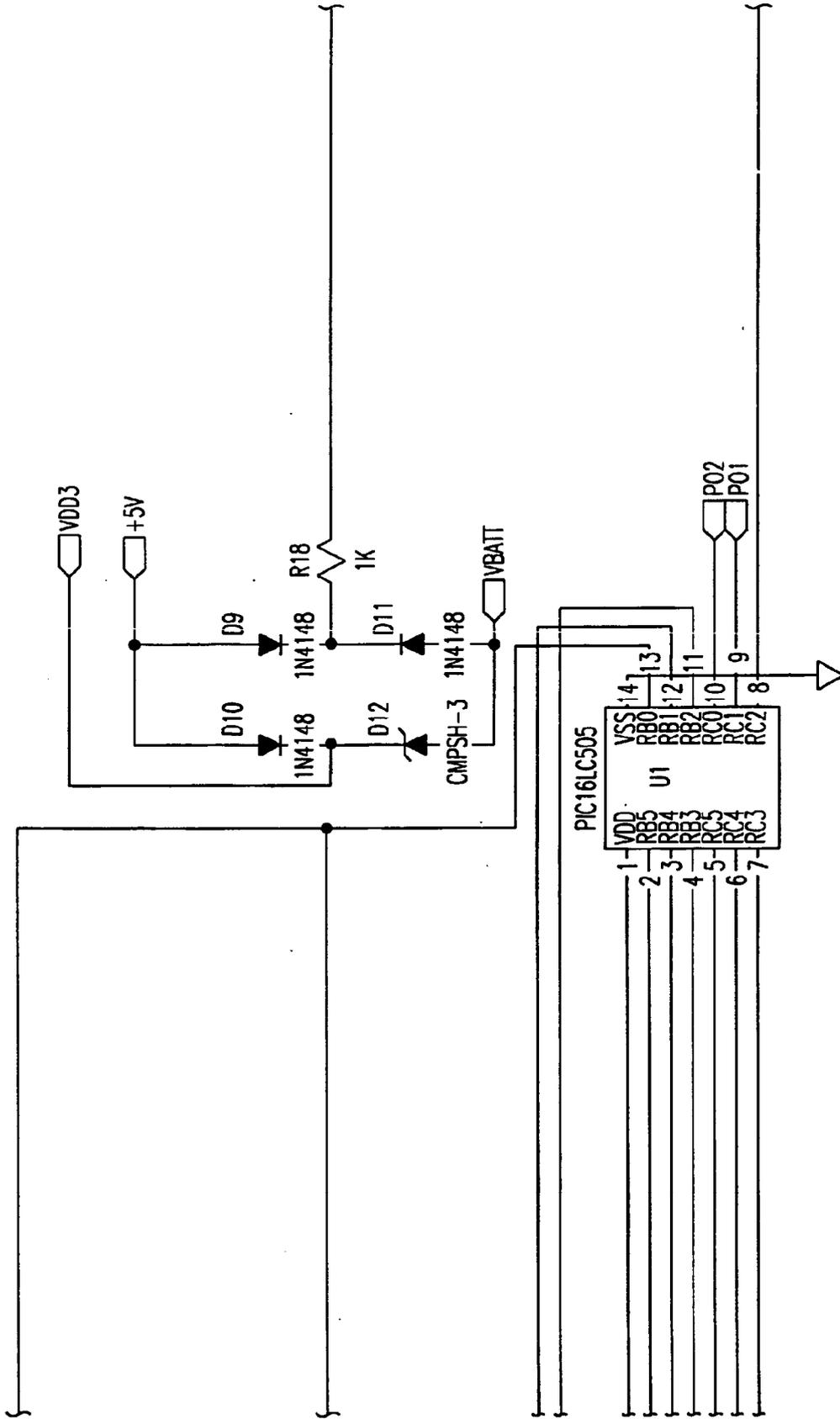


FIG.17C--2

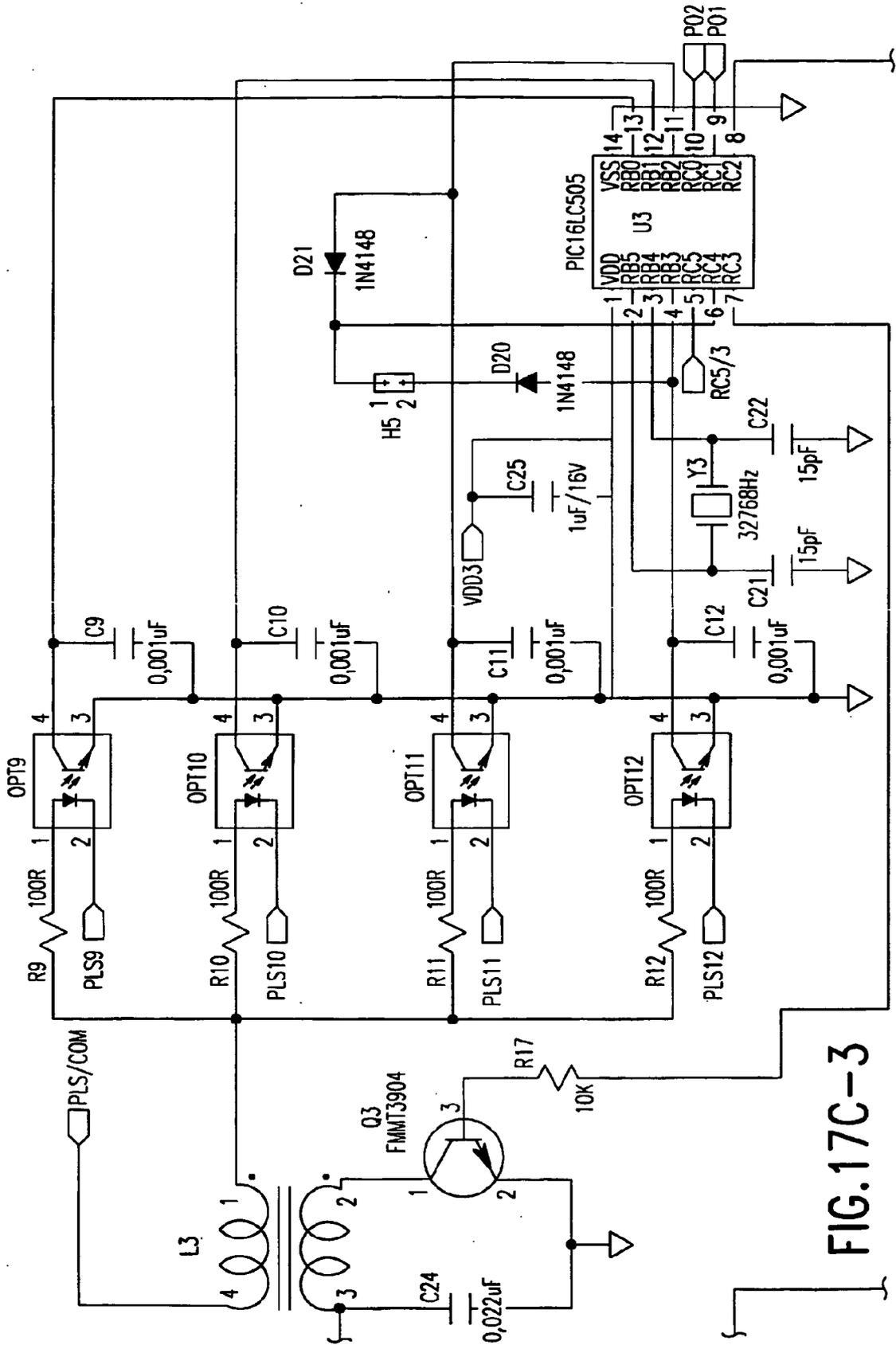


FIG.17C-3

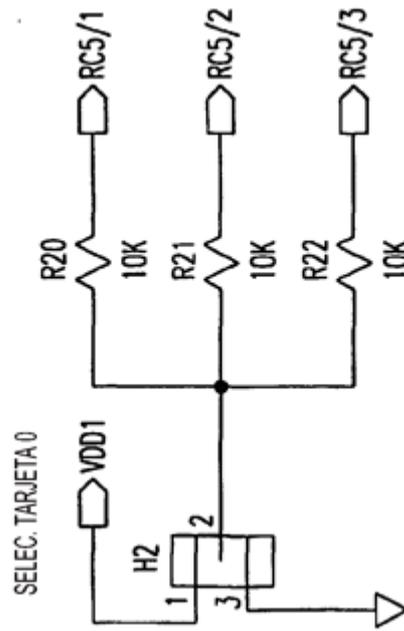


FIG.17C-4

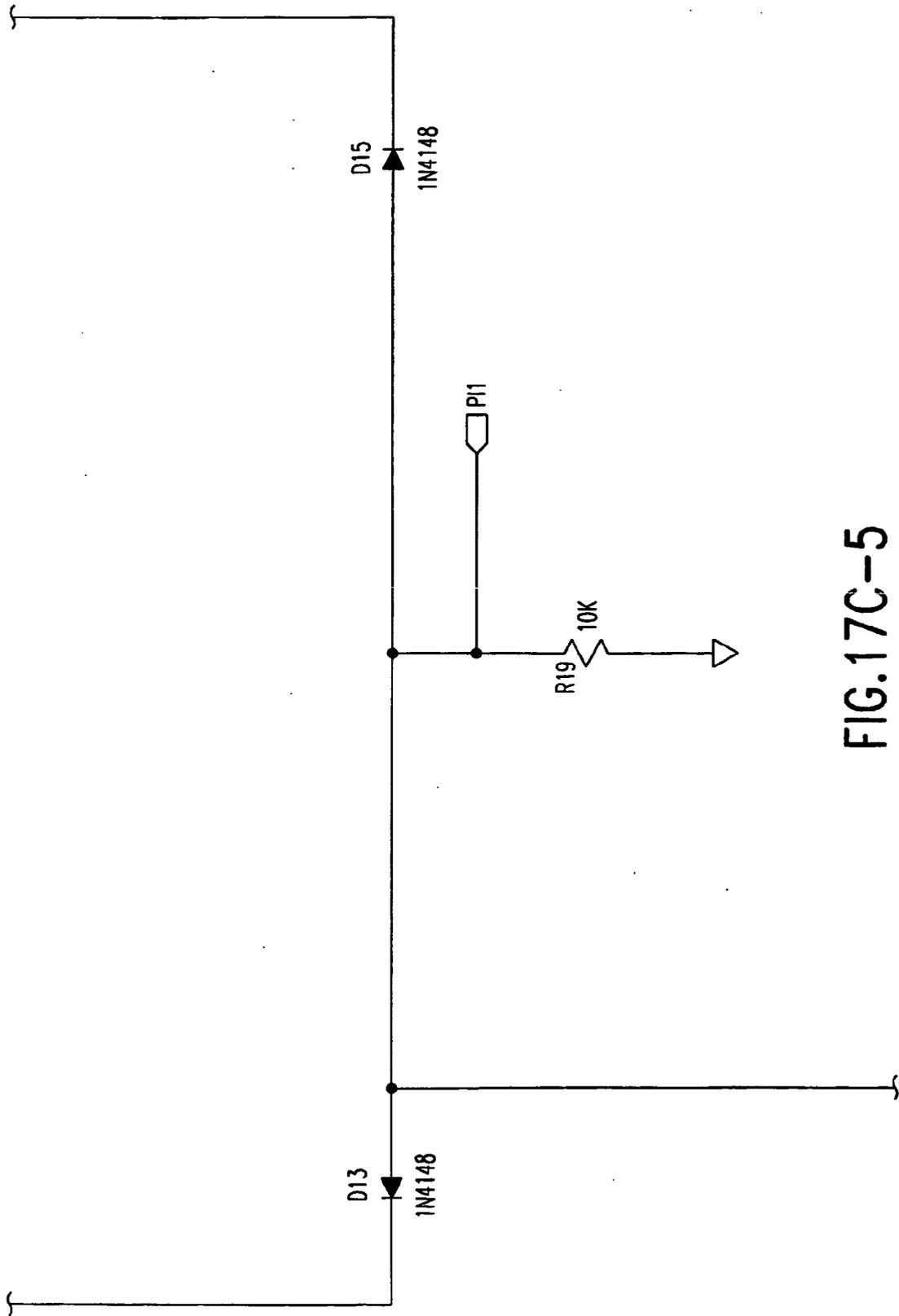


FIG.17C-5

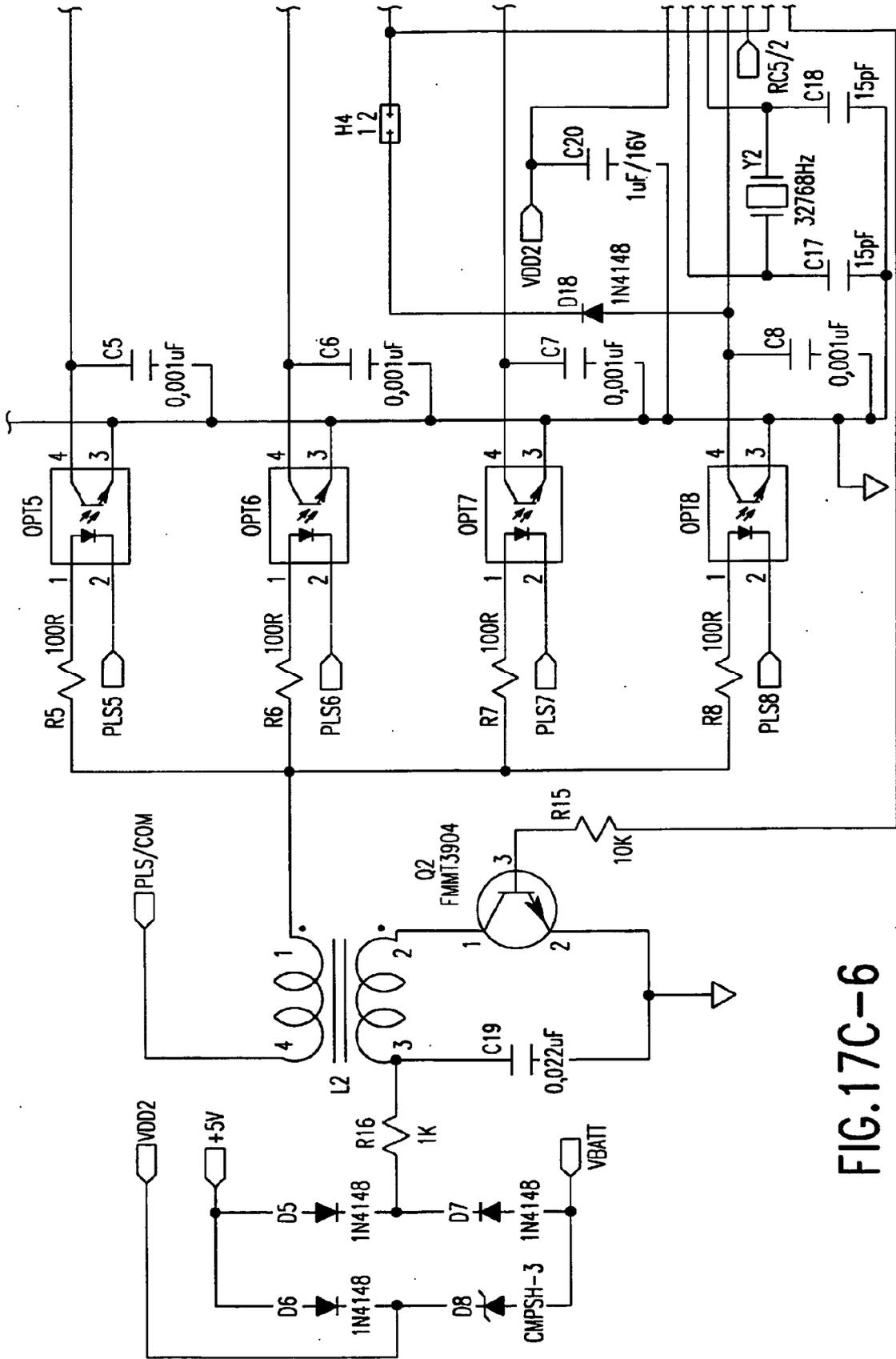


FIG.17C-6

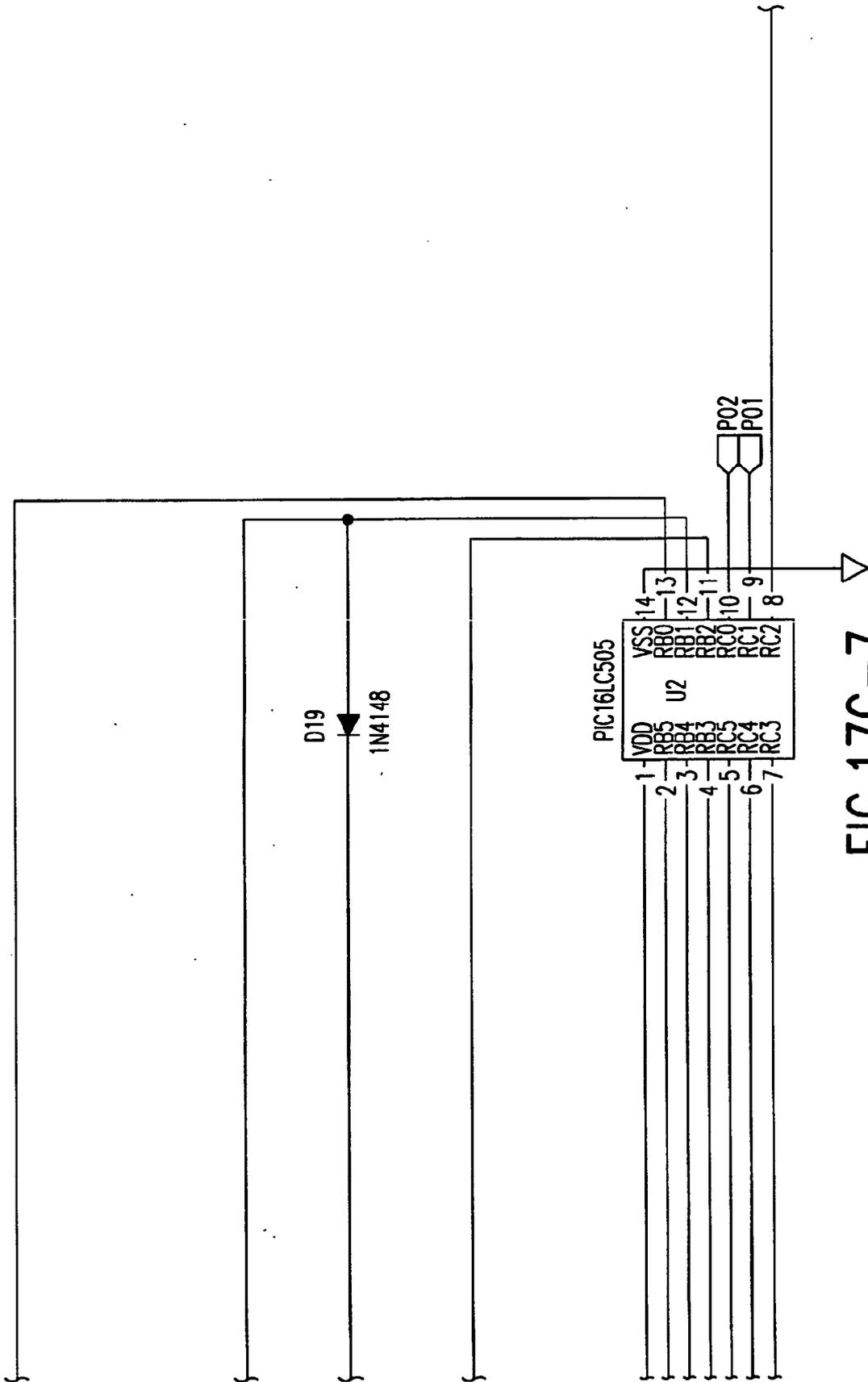


FIG.17C-7

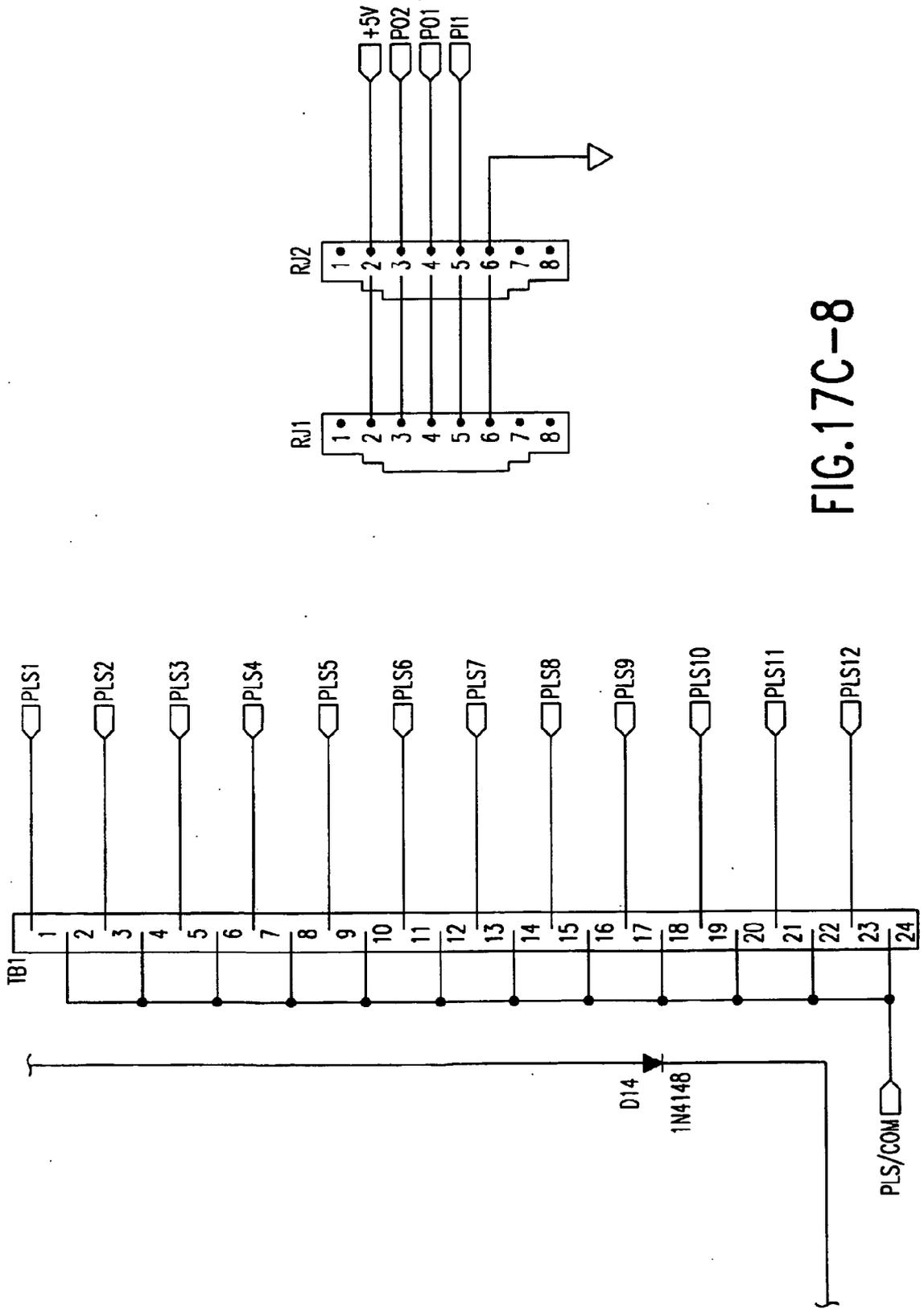


FIG.17C-8

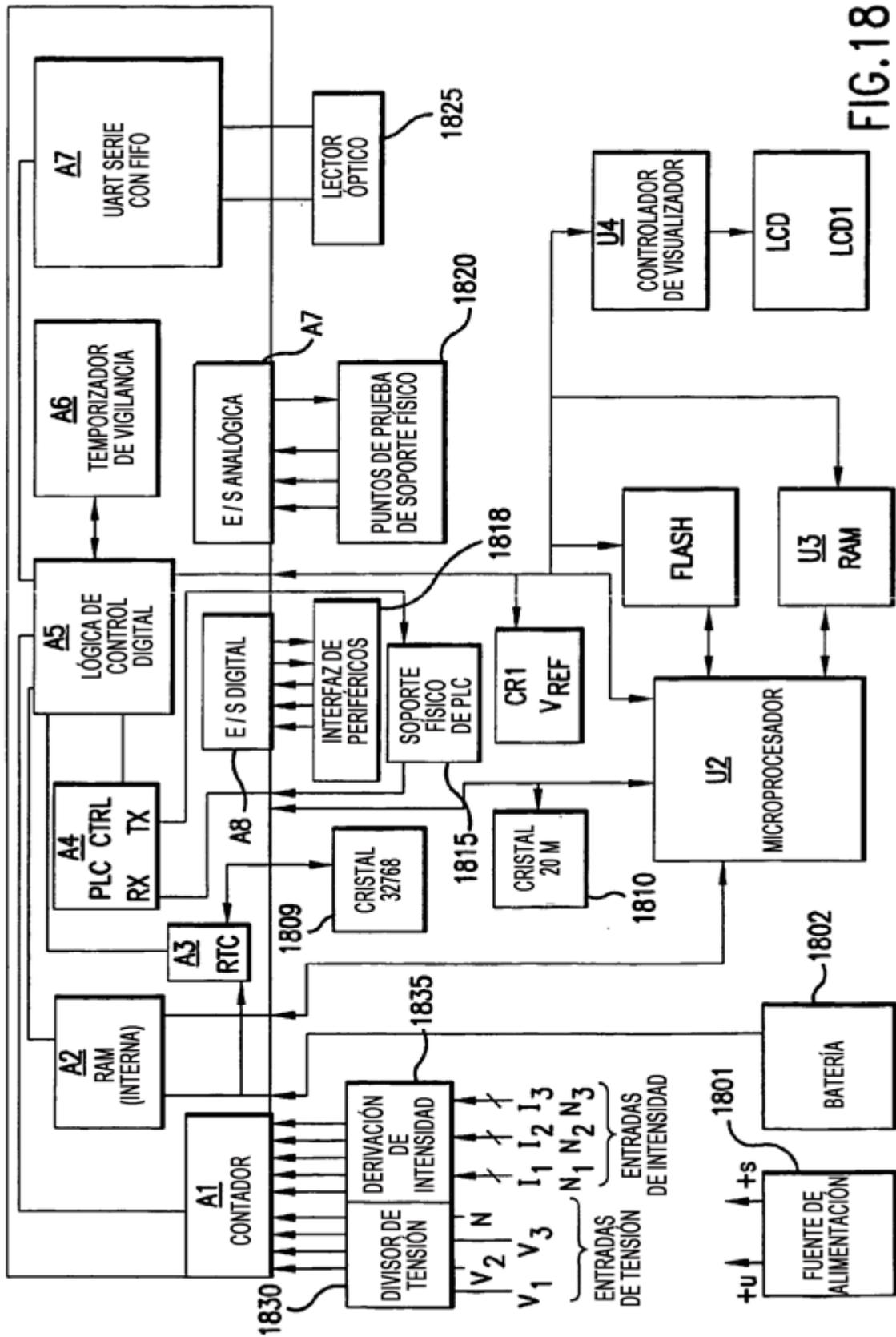


FIG.18

ACUMULACIÓN DE PARÁMETROS

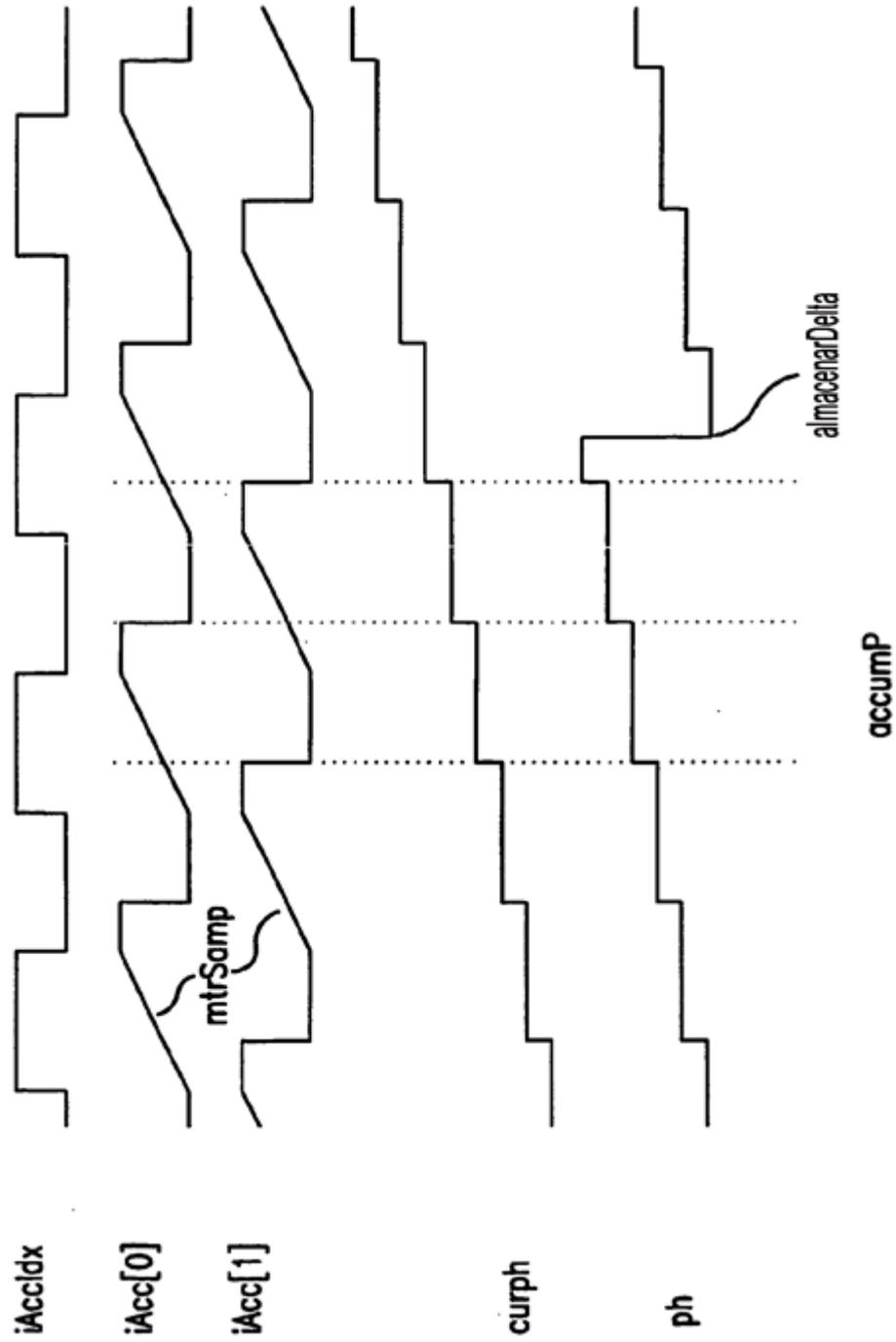
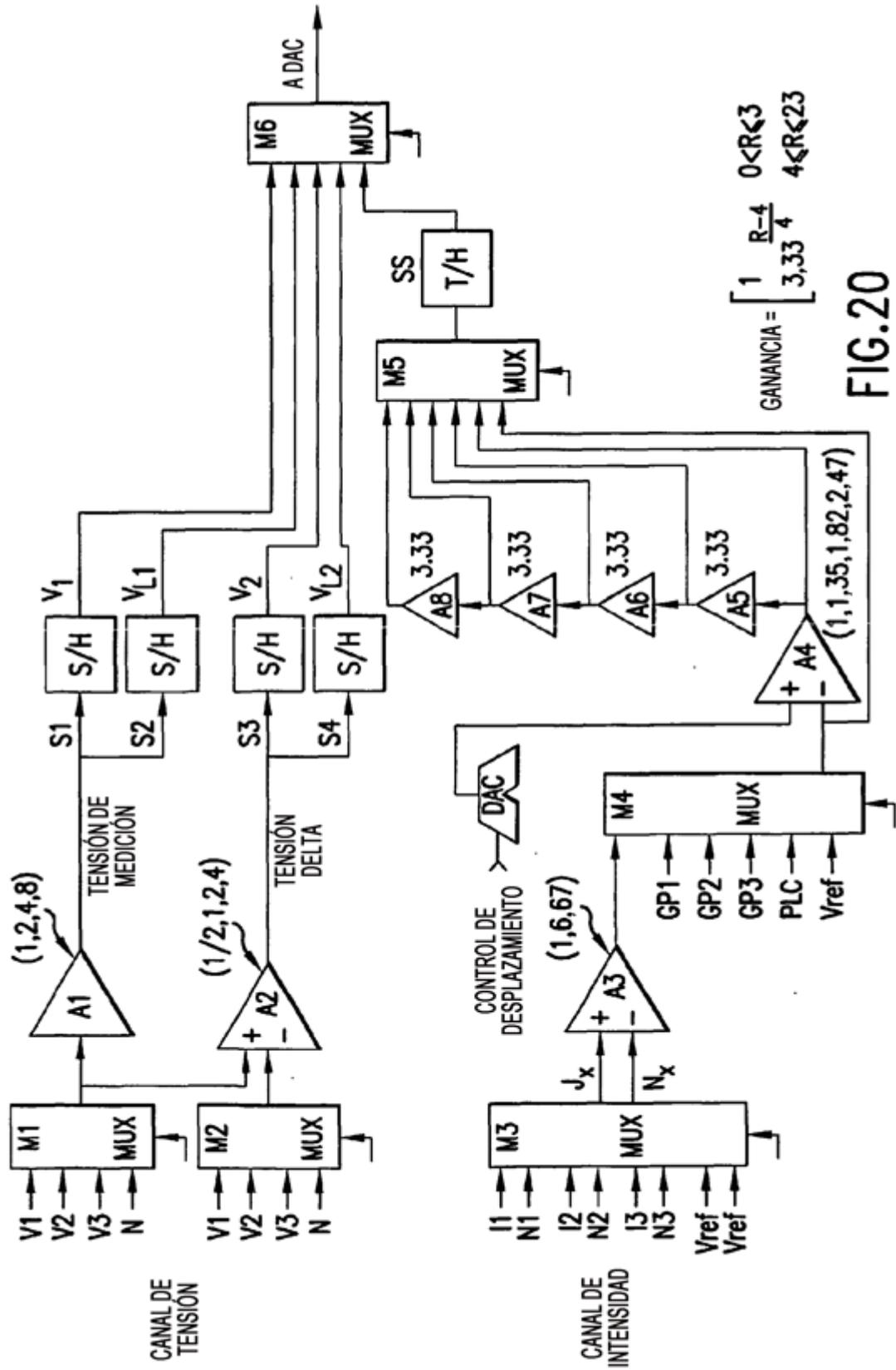


FIG.19



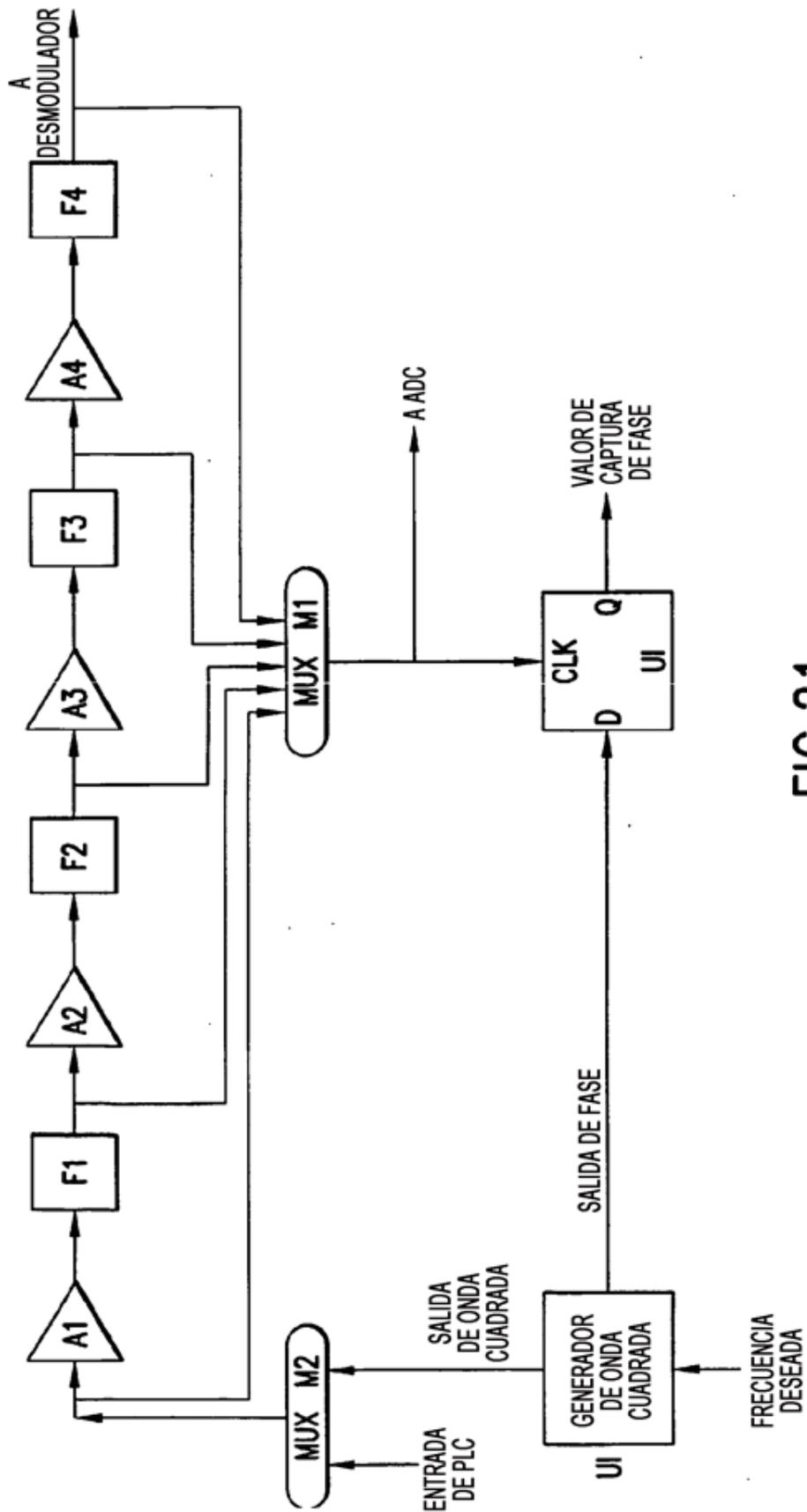


FIG.21

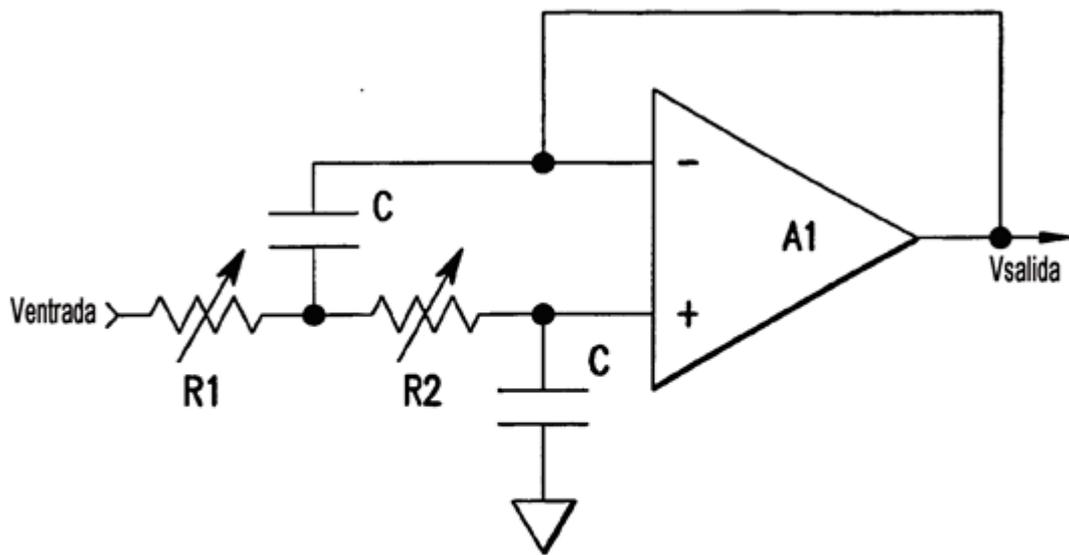
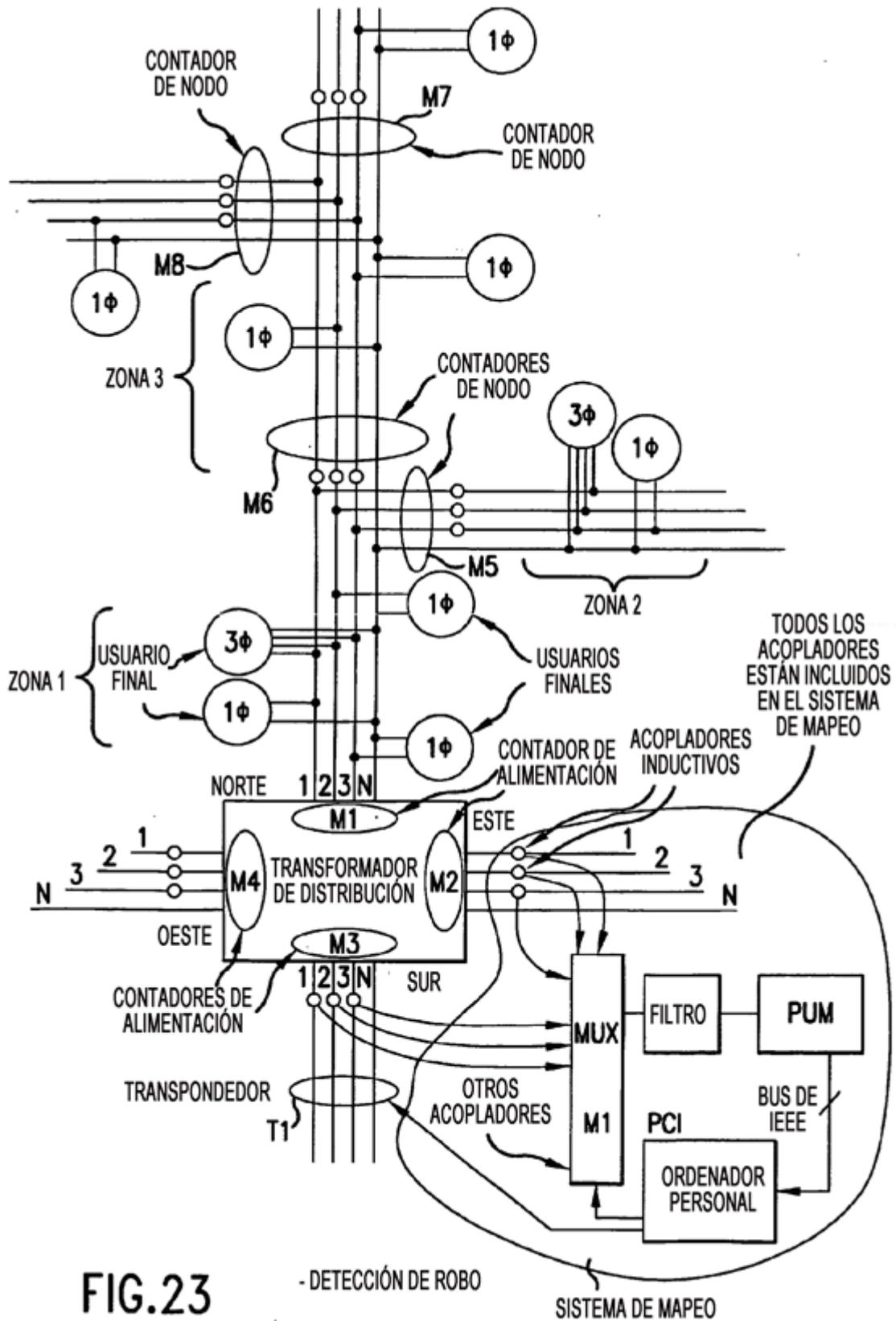


FIG.22



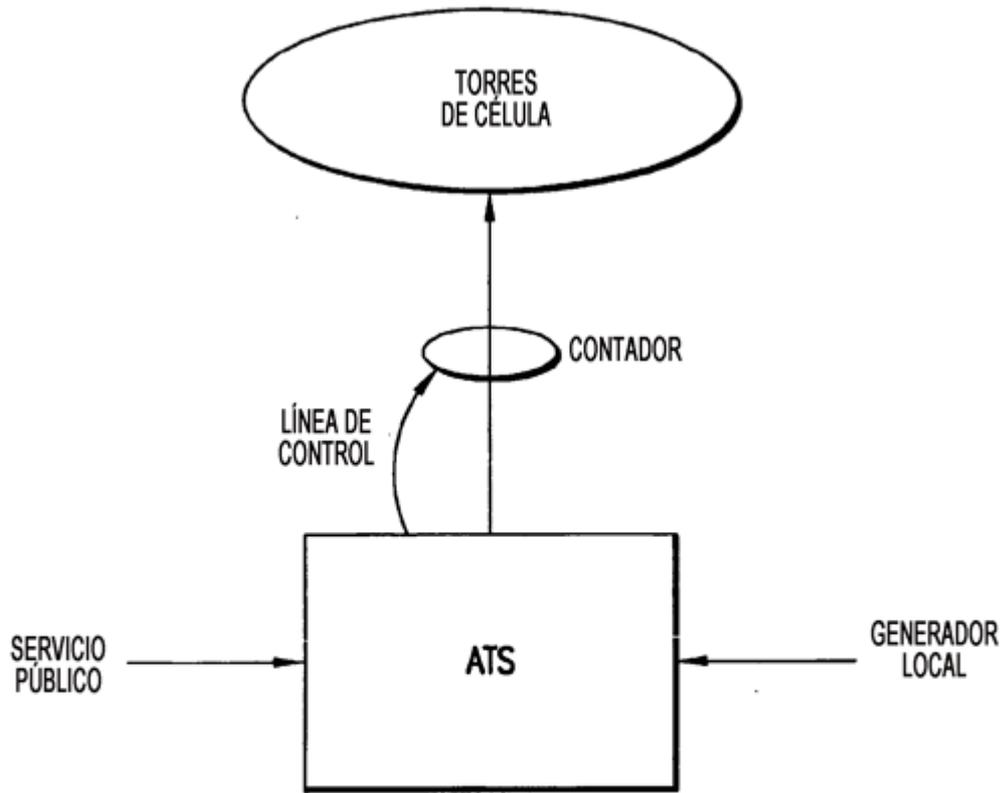


FIG.24

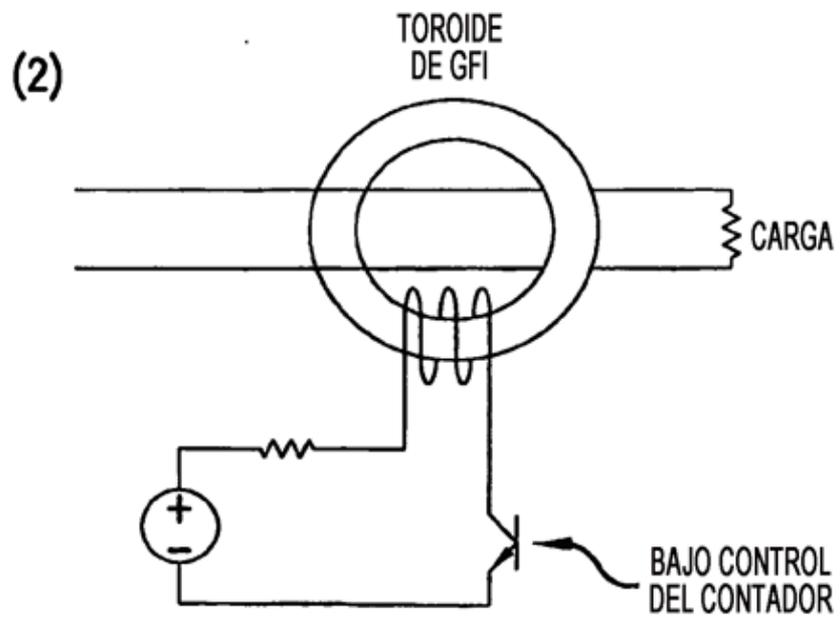
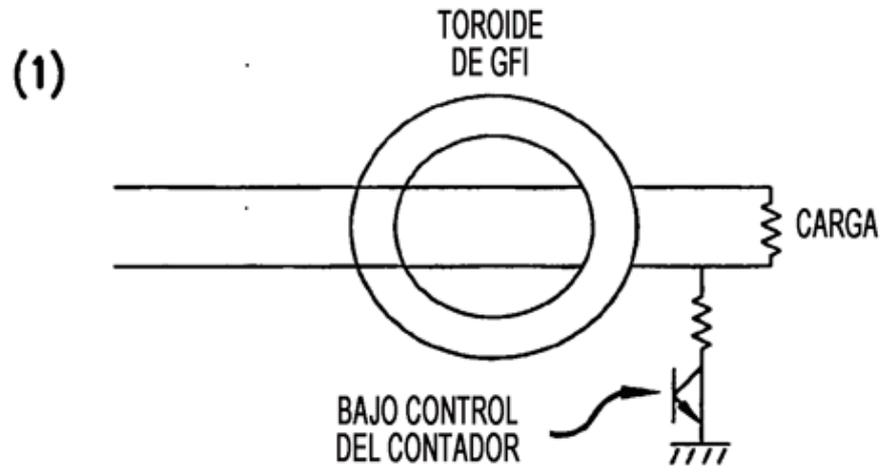


FIG.25