



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 077 525**

② Número de solicitud: 9302529

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: H03B 19/00

H03B 28/00

A61N 1/18

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **02.12.93**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.95**

Fecha de concesión: **01.12.97**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.01.98**

⑮ Fecha de publicación del folleto de patente:  
**16.01.98**

⑰ Titular/es: **Universidad de Sevilla,  
Vicerrectorado de Investigación y  
Transferencia Tecnológica  
C/ Valparaíso, 5 - 2ª planta  
41013 Sevilla, ES**

⑱ Inventor/es: **Silva Abad, José María;  
Camacho Fumanal, Daniel;  
Pastor Loro, Angel Manuel;  
Escudero González, Miguel y  
Delgado García, José María**

⑳ Agente: **No consta**

㉔ Título: **Generador de ondas digital.**

㉖ Resumen:

Generador de ondas digital capaz de producir dos funciones simultáneas en el tiempo con posibilidad de desfase entre ambas, constituido por una unidad de control, dos generadores de onda, dos generadores de frecuencia y dos módulos de salida, estando los generadores de onda gobernados por una misma frecuencia patrón, perfectamente sincronizados en todo momento pero independientes para programar su frecuencia, forma de onda, atenuación y balance, caracterizado por: a) Desfase inicial entre ambos generadores programable entre 0 (sincronía) y un periodo completo, con una precisión de 1/10.000 de período; b) Función de salida seleccionable para cada canal entre: senoide, cuadrada, triángulo y rampa troncada; c) Posibilidad de atenuar la amplitud de la función de salida; d) Posibilidad de generar las funciones de salida ciclo a ciclo o ininterrumpidamente; con aplicación en Fisiología y Medicina, y en aquellos campos industriales que requieran la generación de dos funciones con un grado de sincronía estable.

ES 2 077 525 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 - 28036 Madrid

## DESCRIPCION

Generador de ondas digital.

### Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo que permite la generación de dos funciones con un grado de sincronía estable mediante el uso de un único oscilador. De esta forma se resuelve el problema de sincronizar dos señales que a tiempo largo tienden a desfasarse debido a ligeros errores que se cometen cuando se sintoniza una frecuencia. El dispositivo es capaz de estimular circuitos y aparatos mediante funciones de uso cotidiano en Biomedicina y Electrónica. Este dispositivo está constituido por dos generadores digitales gobernados por una misma frecuencia patrón, por lo que ambos generadores están perfectamente sincronizados en todo momento. Los generadores son totalmente independientes a la hora de programar su frecuencia, forma de onda, atenuación y balance. La otra particularidad del mismo es la de poder programar un desfase inicial entre ambos generadores, que se conservará estable siempre que ambos tengan programada la misma frecuencia.

Está especialmente diseñado para el registro y monitorización de datos electrofisiológicos (biopotenciales) en forma de señales continuas, o en forma de señales discretas (potenciales de acción neuronales) mediante la estimulación de otros dispositivos o estructuras anatómicas que estén encargadas de la generación de dichas señales. Es de aplicación en la investigación de movimientos oculares y en la práctica otorrinolaringológica porque permite controlar dispositivos encargados de la estimulación visual y vestibular del individuo. Su aplicación puede también extenderse a otros campos de investigación básica e industrial que necesiten el control o estimulación de dos dispositivos con un requerimiento de sincronía elevado.

### Estado de la técnica

Los generadores de funciones se basan en un oscilador que controla el periodo de la señal producida. En determinadas aplicaciones de Biomedicina y Electrónica es necesario aplicar dos señales con un desfase preciso, por lo que se debe recurrir a dos generadores que se sincronizan entre sí. Sin embargo, la precisión con la que se sintoniza una frecuencia suele ser de un 0,1 % en aquellos generadores provistos de control digital de la frecuencia, mientras que la precisión de los generadores provistos de vernier es sólo de un 3 a un 5 %. Estos pequeños errores de precisión ocasionan variaciones en la sincronía entre las dos señales que obligan al ajuste continuado de la frecuencia de forma empírica.

Una manera de resolver el desfase progresivo entre dos señales es la de utilizar dos generadores digitales gobernados por una misma frecuencia patrón, por lo que ambos generadores están perfectamente sincronizados en todo momento.

### Descripción detallada y modo de realización

Como ejemplo práctico de realización de la invención, que debe entenderse no tiene carácter limitativo de la misma, se describe un posible diseño general del dispositivo para generar dos

funciones cuya relación de sincronía puede ser seleccionada. El desfase es ajustable entre cero (sincronía) y un período completo con una precisión de 1/10.000 de período. La función de salida puede ser seleccionada de forma independiente para cada canal entre las siguientes: senoide, cuadrada, triángulo, rampa y rampa truncada. La amplitud de la función de salida puede atenuarse entre 0 y 50 decibelios a la que se puede añadir una componente de continua entre 0 y 5 voltios. Las funciones pueden generarse ciclo a ciclo o de forma ininterrumpida (figura 1).

La presente invención posee una unidad de control (figura 2), dos módulos generadores de frecuencia (figuras 3 y 6), dos módulos generadores de ondas (figuras 4 y 7) y dos módulos de salida (figuras 5 y 8).

La unidad de control está prevista de 4 actuadores. El denominado "START" efectúa el inicio del primer generador y según sea el desfase el inicio del segundo generador. La función "STOP" efectúa la parada de ambos generadores, cayendo el voltaje de salida a 0 voltios. El actuador "HOLD/CONT" permite la parada de ambos generadores en el valor actual que permanece constante hasta una nueva pulsación. Finalmente el actuador "1/N" permite la producción de un solo periodo o la generación indefinida (figura 2).

Para seleccionar los parámetros de las funciones cada generador dispone de los siguientes controles:

1) Un preselector de 3 dígitos para el control de la frecuencia desde 0 a 999 mHz (figuras 3 y 6).

2) Un conmutador que selecciona el factor de multiplicación de la frecuencia, cuyos valores son 0,1, 1 y 10. De esta manera se pueden obtener valores de frecuencia de 0.099 Hz a 9.99 Hz con una definición de una centésima de ciclo en el peor de los casos (figuras 3 y 6).

3) Un conmutador para seleccionar la forma de la onda con cinco opciones:

3a) Onda senoidal, simétrica respecto a 0 voltios.

3b) Onda cuadrada con un semiperiodo positivo y otro negativo.

3c) Onda triangular con un semiperiodo positivo y otro negativo.

3d) Onda triangular truncada, de tal forma que quedan rampas positivas y rampas negativas con periodos en los que el valor de salida es constante. La pendiente de la rampa se puede ajustar mediante el preselector de dos dígitos "RAMP". Su valor va de 0 a 99 grados. De esta forma con un valor de 45 grados se obtendrá un trapecio con una duración de rampa igual a la del periodo de valor constante. Del mismo modo un valor de 90 grados produciría una onda triangular y un valor de 0 grados produciría una onda cuadrada (figuras 4 y 7).

4) Cada canal produce una señal cuya amplitud máxima es de  $\pm 10$  voltios. La amplitud de la señal puede atenuarse en pasos de 10 decibelios desde 0 a 50 decibelios o de forma variable desde un paso al siguiente (figuras 4 y 8).

5) La señal de salida puede sumarse con un componente de continua que va de 0 a 5 voltios.

6) El segundo generador va provisto de un ajustador de fase, cuyo rango varía desde 0 hasta 999,9 con saltos de una décima de grado.

### Ejemplo de un modo de operación con el sistema explicado

Como caso práctico de la utilidad de la invención se describe la aplicación siguiente del generador de ondas digital.

1) Conectar el dispositivo tras lo que se encenderá el indicador luminoso de activado.

2) Seleccionar la frecuencia y forma de onda de las señales a generar.

3) Introducir el valor de desfase entre los dos generadores de funciones.

4) Seleccionar un valor de atenuación de las señales de salida de los dos canales.

5) Monitorizar las funciones de salida en un osciloscopio.

6) Seleccionar un componente de continua a añadir con la señal hasta que la función sea simétrica respecto del voltaje cero.

En la figura 9 se muestra una aplicación de la invención a un estudio neurofisiológico. Se ilustra un fragmento de un registro de movimientos oculares (figura 9; PI, PD). En el registro, de aproximadamente 2 ciclos con un periodo de 8 s puede observarse la respuesta motora tras la aplicación de una rotación sinusoidal del animal completo (C') y de una pantalla iluminada que rodea al individuo (PL'). La rotación del individuo y de la pantalla se efectuó mediante la aplicación de dos señales sinusoidales desfasadas 180 grados que se alimentaron a estimuladores servocontrolados que produjeron la rotación de dos dispositivos mecánicos. La posición del ojo en el espacio se monitorizó mediante un método electrooculográfico. La respuesta del individuo a los estímulos sinusoidales puede apreciarse mejor si se deriva la posición de los ojos para obtener la velocidad (P'). Se observa que el movimiento de la pantalla (PL') en dirección opuesta a la del animal (C') produce un movimiento de ambos ojos (P) cuyo perfil se asemeja bastante a la del estímulo y que posee una dirección opuesta (veanse calibraciones de dirección: i=izquierda; d=derecha).

### Descripción de los dibujos

Figura 1: Diagrama general de bloque en el que se ilustran los módulos y controles que son comunes o independientes para cada uno de los dos generadores de onda. Cada generador posee un control frecuencia, tipo de señal, atenuación y balance. La unidad de control, común a ambos generadores, dispone de selección del desfase entre ambas señales.

Figura 2: Esquema en el que se ilustra el módulo de control común a ambos generadores de ondas. El arranque del primer generador se selecciona manualmente mediante el pulsador "START" o mediante señal de sincronía externa. La preselección del retraso

de fase entre ambos generadores es digital y se realiza mediante los contadores IC1-4. La parada definitiva y puesta a cero de las señales se realiza mediante el pulsador "STOP" mientras que la parada indefinida que mantiene el valor de la señal en el momento de parada se realiza mediante el pulsador "HOLD".

Figura 3: Esquema del generador de frecuencias 1. La frecuencia patrón se controla mediante oscilador a cristal (Y1) que es dividida por una razón fija (IC7-8) y dividida a su vez mediante un valor preseleccionado por el usuario (IC1-3).

Figura 4: Esquema del generador de ondas 1. Las 4 formas de onda posibles están digitalizadas en las memorias EPROM (IC2-3) que en su conjunto presentan una resolución de 16 bits. IC4-IC6 son los conversores digital-analógico y amplificador operacional de adaptación.

Figura 5: Esquema del módulo de salida 1, en el que se selecciona la forma de onda, su amplitud mediante atenuación de la señal y balance respecto a cero. Mediante el amplificador U1B-C se selecciona la pendiente de la rampa en el caso de función trapezoidal. El temporizador IC3 genera una señal de sincronía externa.

Figura 6: Igual que la figura 3 pero para el generador de frecuencias 2.

Figura 7: Igual que la figura 4 pero para el generador de ondas 2.

Figura 8: Igual que la figura 5 pero para el módulo de salida 2.

Figura 9: Se ilustra un ejemplo práctico de un modo de operación del generador de ondas digital aplicado al estudio de la fisiología de los movimientos oculares en la carpa dorada (*Carassius auratus*). Mediante el generador de funciones se controlan con una función seno de periodo 8 s, dos servosistemas. Uno mueve una pantalla con forma de planetario donde se proyectan puntos de luz y cuya velocidad se recoge en el trazo PL. El segundo mueve un tanque que contiene a la carpa (C). En respuesta al movimiento del campo visual y del cuerpo, se genera un movimiento reflejo denominado nistagmo que se expresa en forma de un patrón fijo de movimiento oculares. La posición de ambos ojos (PD, PI) se registra mediante la técnica del seguidor magnético de la posición ocular. Se observa que la velocidad ocular (P') obtenida como la derivada de primer orden de la posición ocular posee una envolvente que se asemeja a los estímulos. Abreviaturas: i, izquierda; d, derecha.

## REIVINDICACIONES

1. Generador de ondas digital que permite la introducción de un desfase entre dos ondas de frecuencia y amplitud programables, de aplicación en Fisiología y otras disciplinas médicas, constituido por una unidad de control, dos generadores de ondas, dos generadores de frecuencia y dos módulos de salida, **caracterizado** porque: a) el desfase es ajustable entre cero (sincronía) y un período completo con una precisión de 1/10.000 de período; b) la función de salida puede ser seleccionada de forma independiente para cada canal entre las siguientes: senoide, cuadrada, triángulo, y rampa truncada; c) la amplitud de la función de salida puede atenuarse entre 0 y 50 decibelios a la que se puede añadir una componente de continua entre 0 y 5 voltios; y d) las funciones

pueden generarse ciclo a ciclo o de forma ininterrumpida.

2. Generador de ondas digital según reivindicación 1, en el que la salida es transformada mediante un conversor digital/analógico.

3. Generador de ondas digital según reivindicaciones 1 y 2, en el que la unidad de control efectúa el inicio del primer generador y según sea el desfase inicia el segundo generador.

4. Generador de ondas digital según reivindicaciones 1 a 3, en el que los módulos generadores poseen una resolución de 12 bits.

5. Generador de ondas digital según reivindicaciones 1 a 4, en el que la frecuencia se produce mediante un oscilador de cuarzo y el retraso entre los dos generadores se efectúa mediante la cuenta de señales de reloj del primer generador.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1

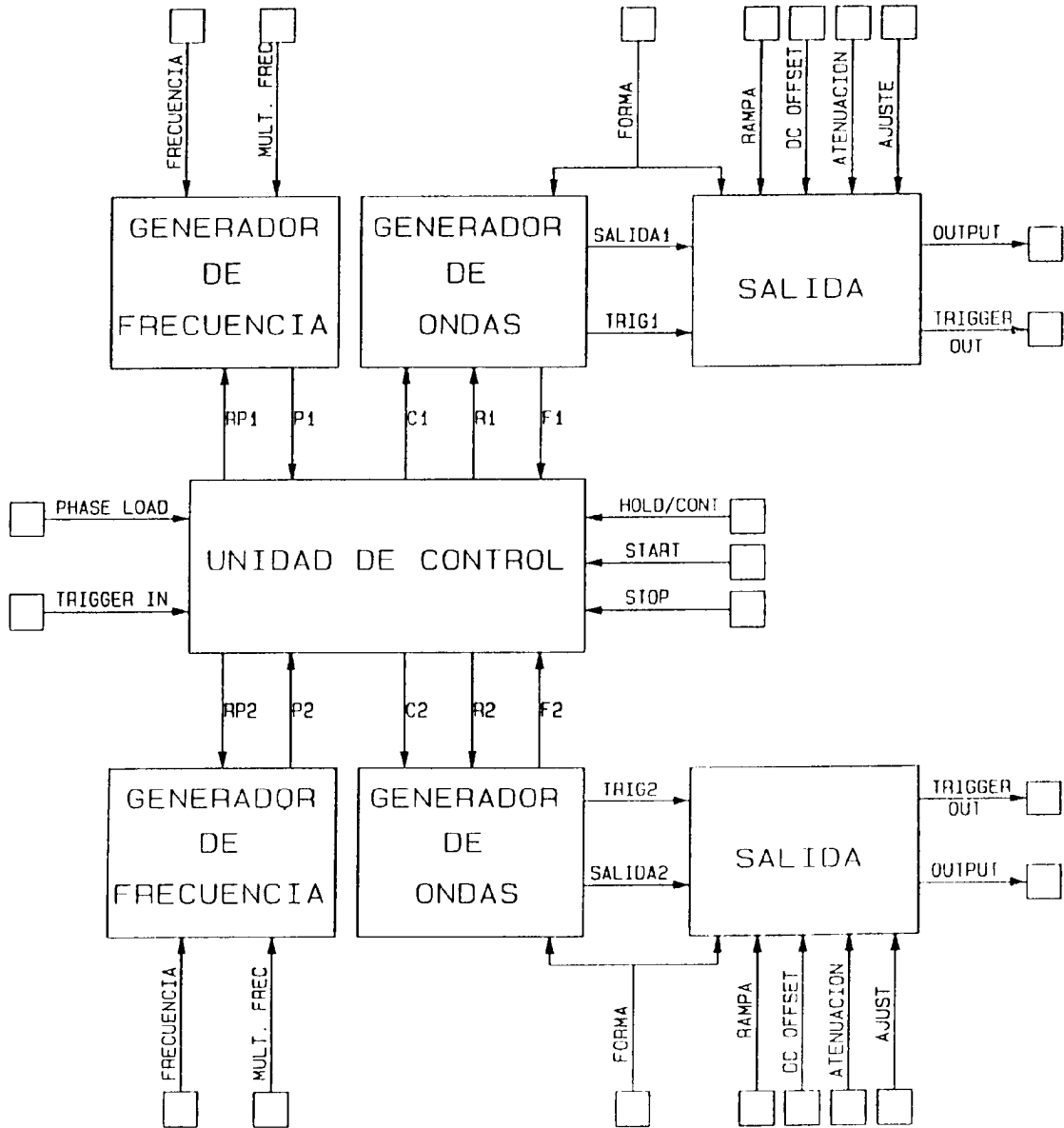


Figura 2

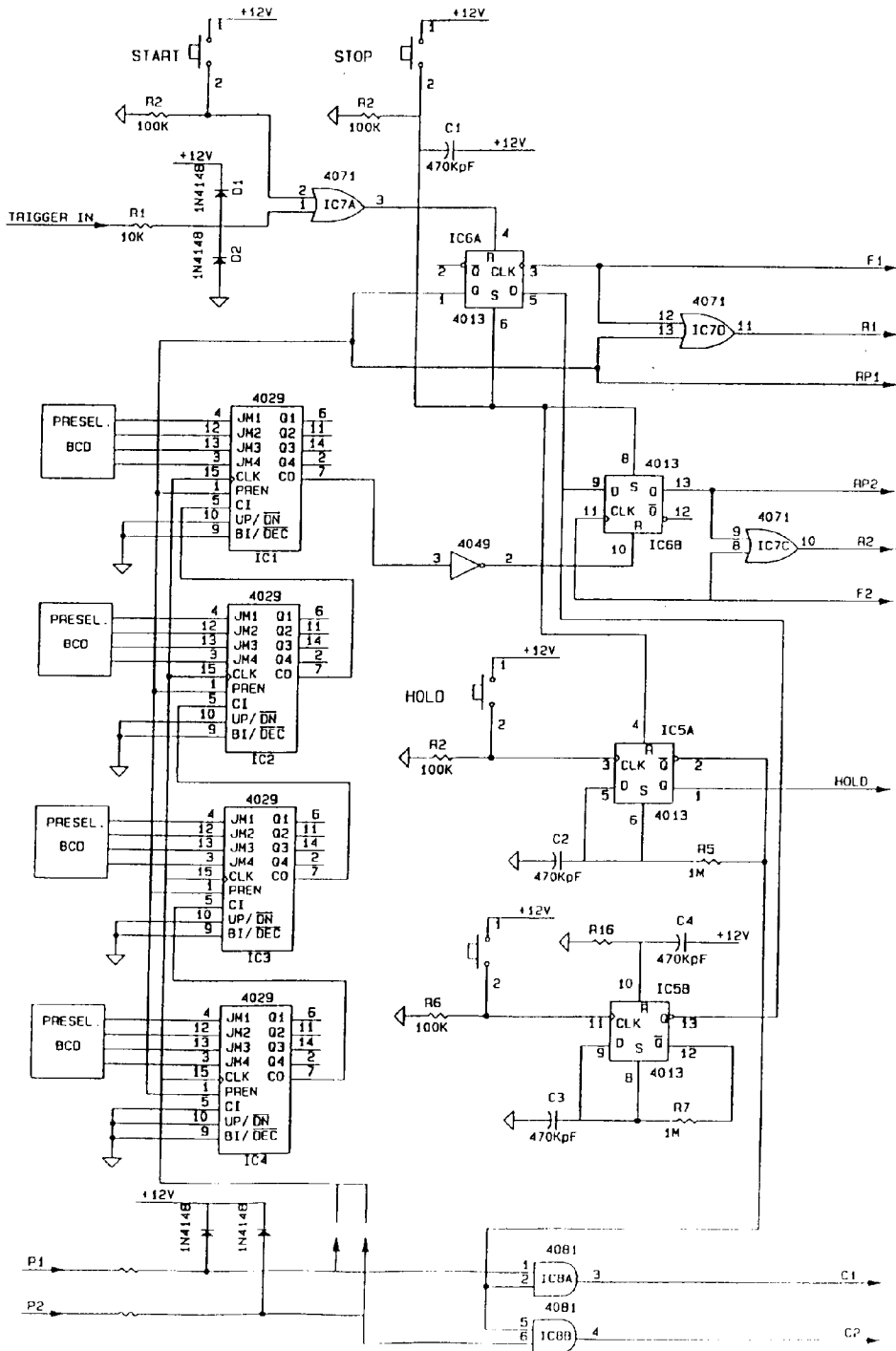


Figura 3

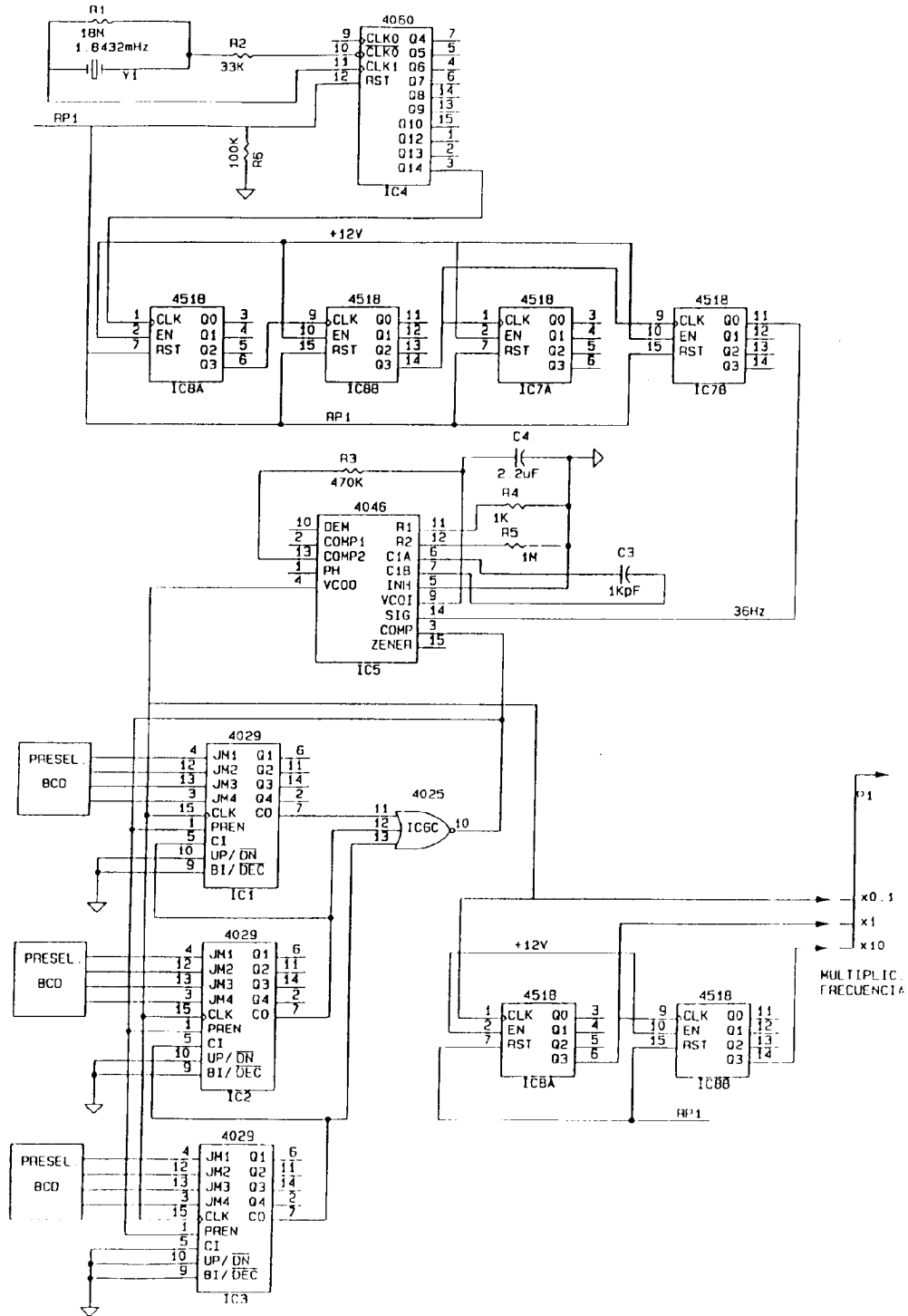


Figura 4

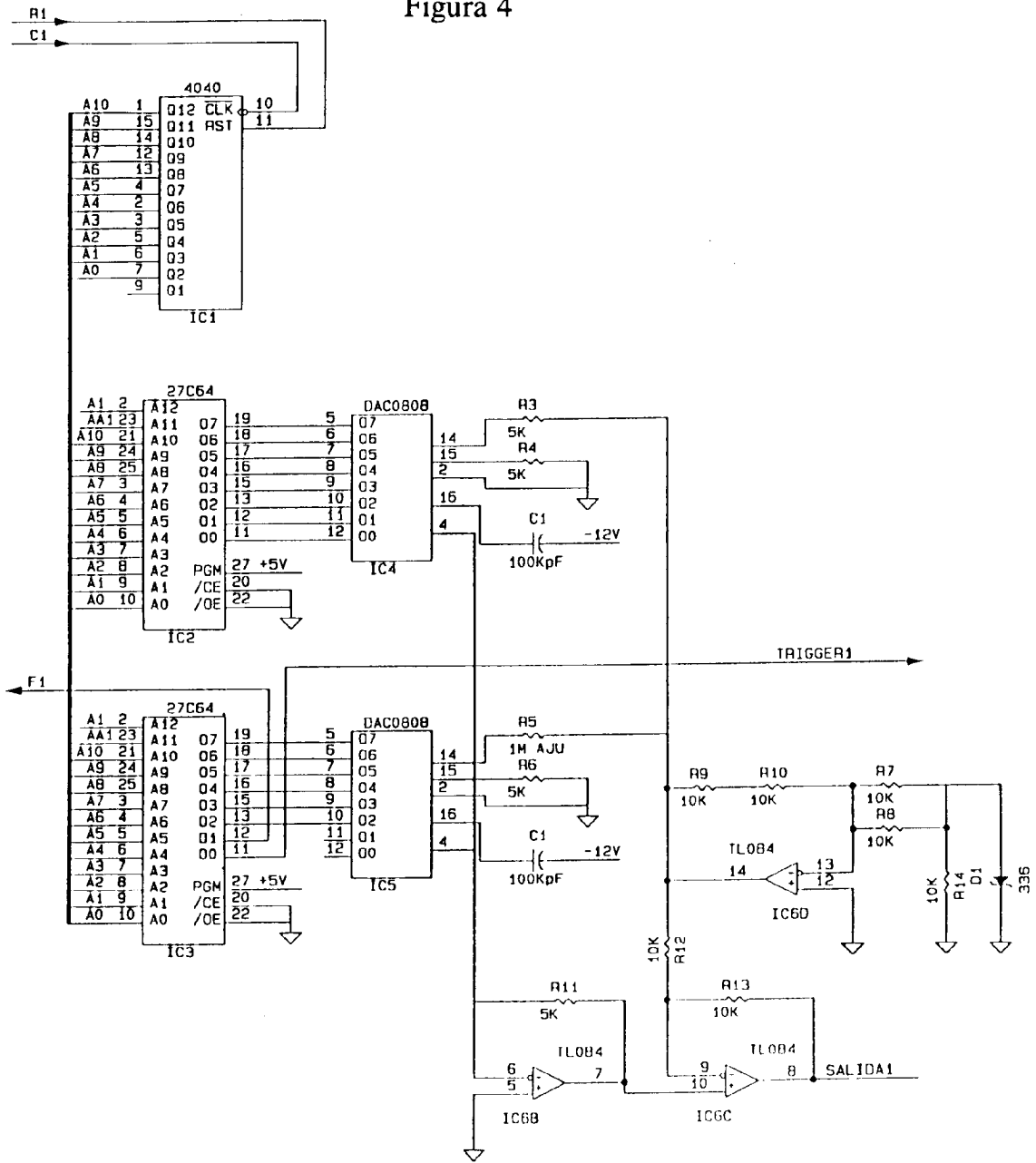




Figura 5

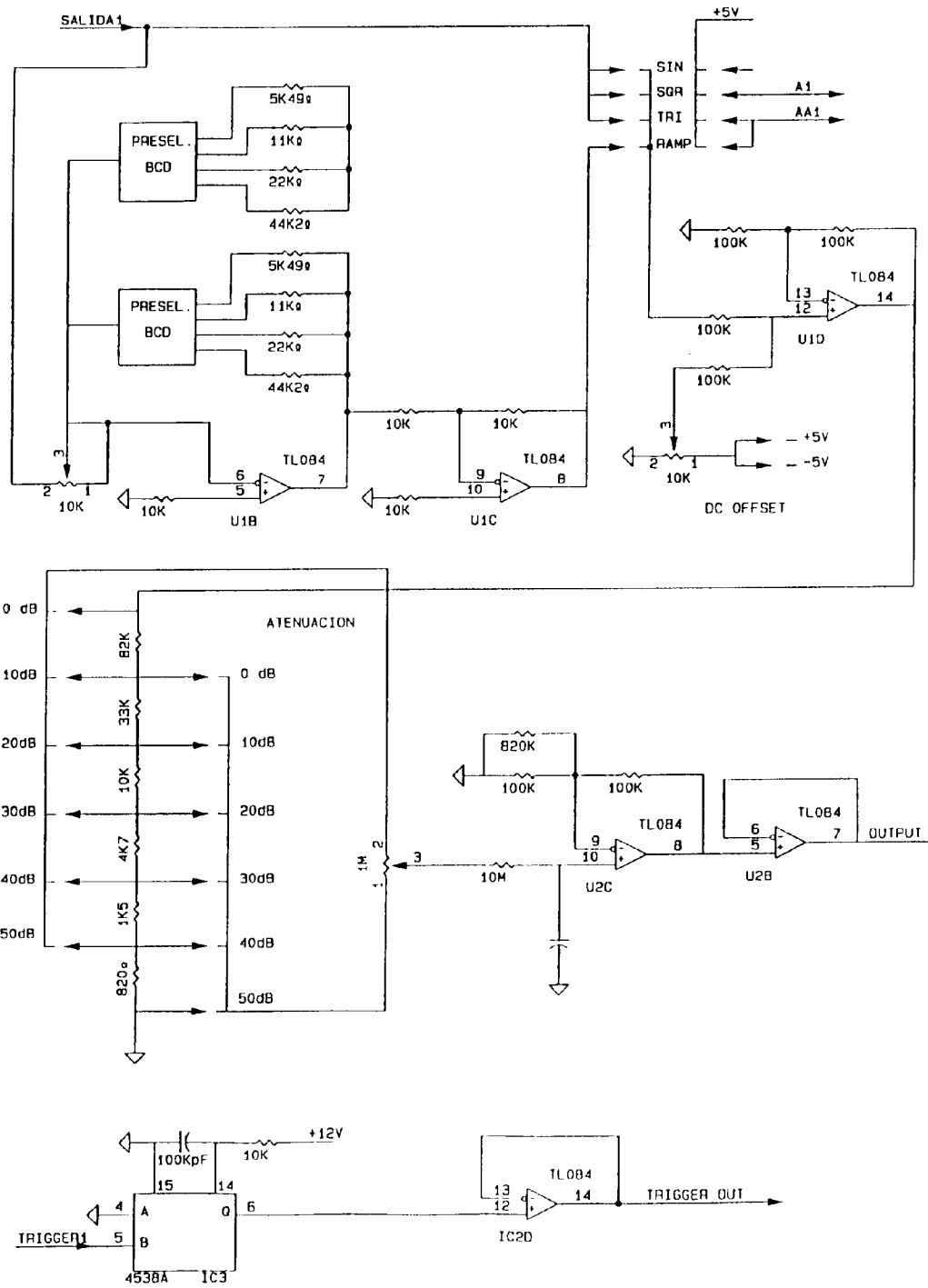




Figura 7

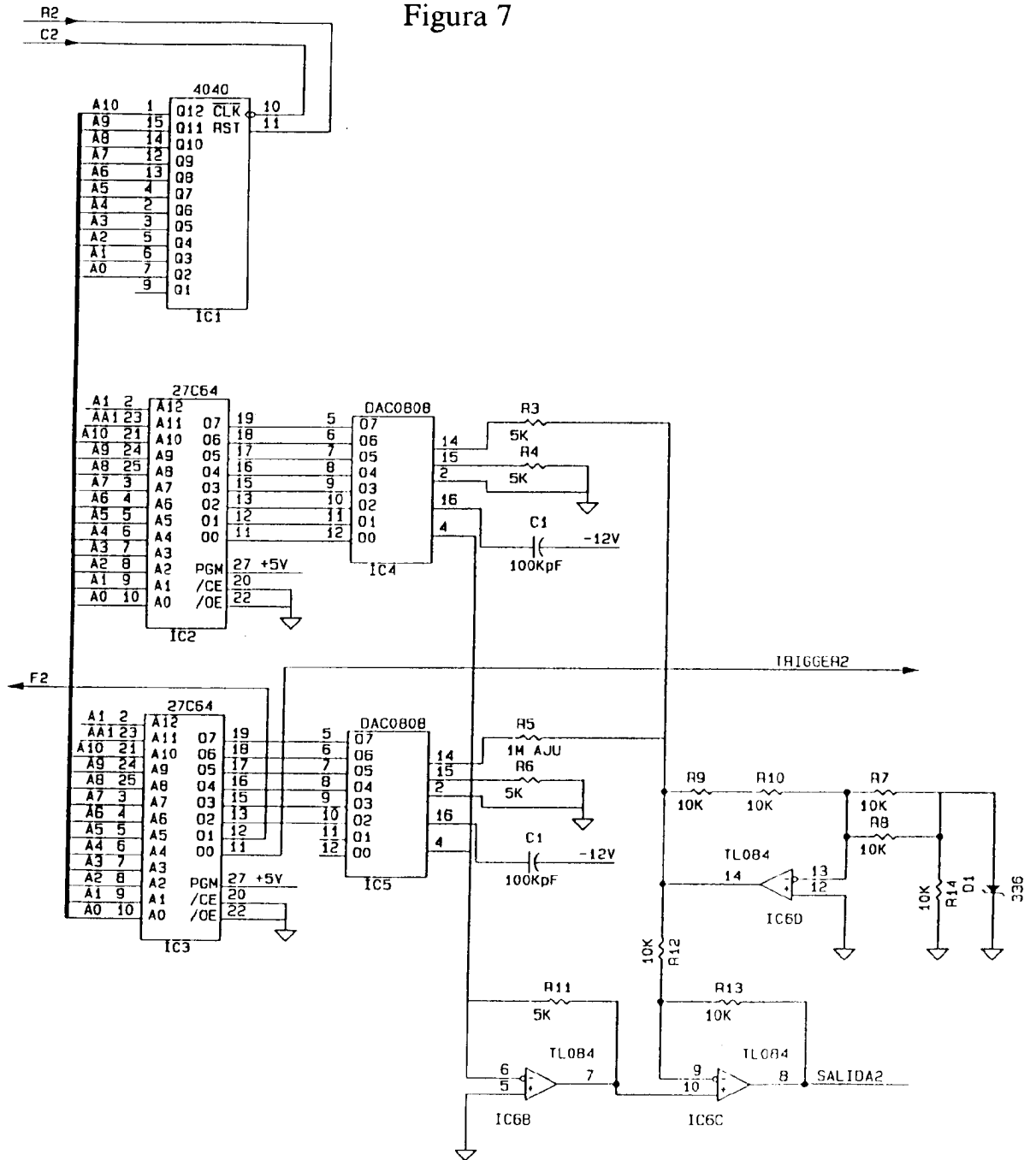


Figura 8

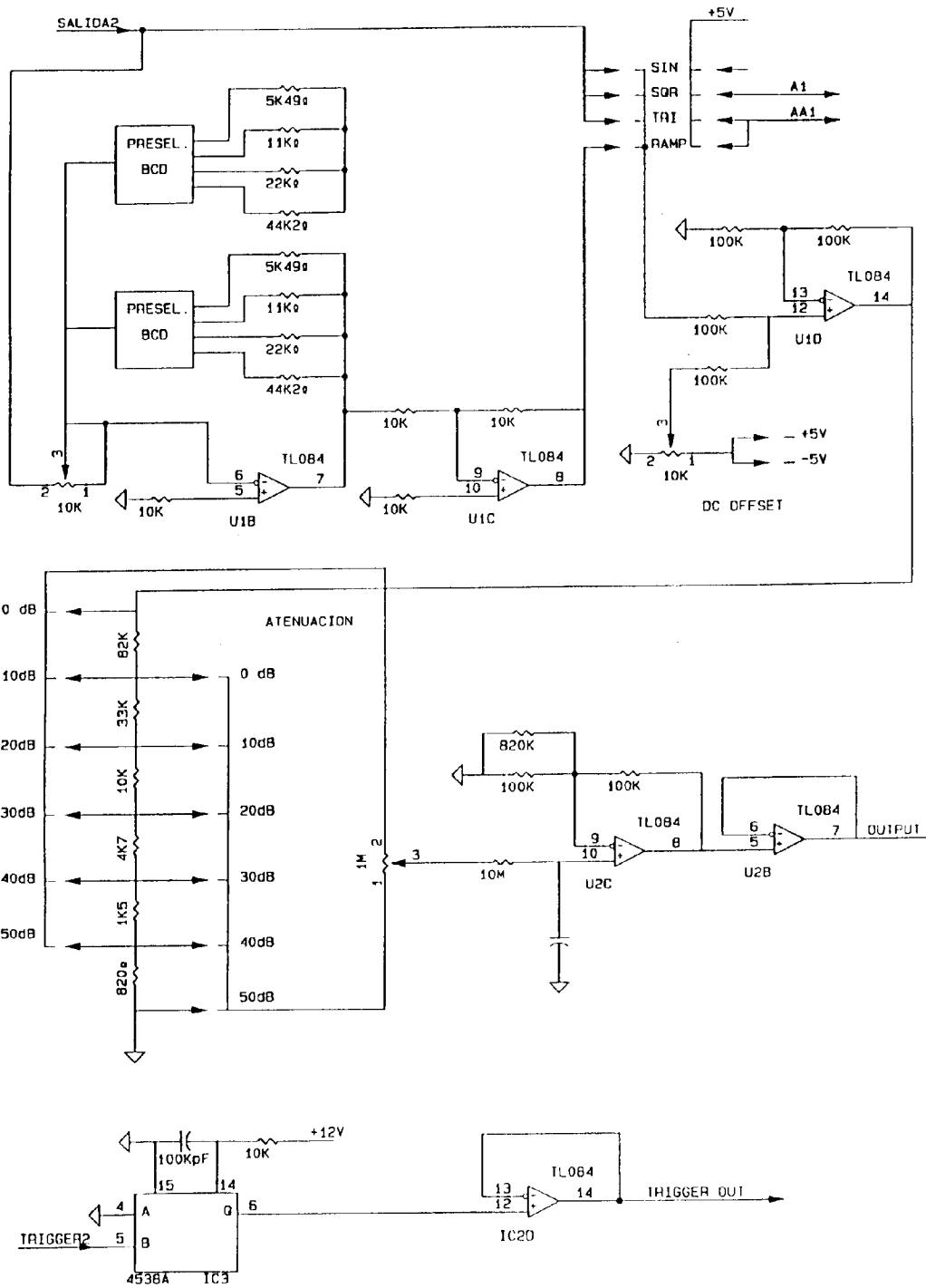
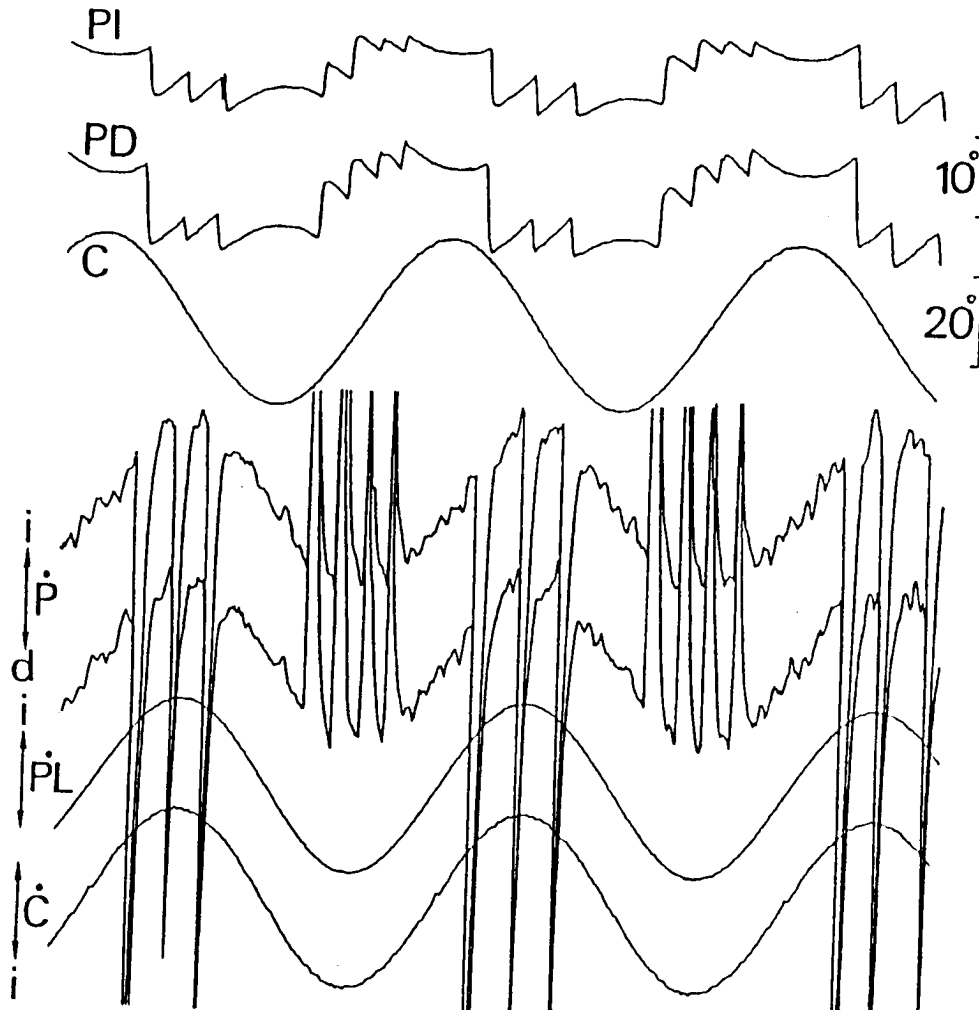


Figura 9





INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: H03B 19/00, 28/00, A61N 1/18

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados   | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| A         | WO-8906554-A (GIORDANI) 27.07.89<br>* Página 3, líneas 16-21; página 4, líneas 6-20; reivindicación 1; figuras 1-4 *   | 1                          |
| A         | US-4769881-A (PEDIGO et al.) 13.09.88<br>* Columna 3, líneas 47-56; columna 4, líneas 16-24,67-68; columna 5, líneas 1-4; columna 7, líneas 48-60; figuras 1-6 * | 1                          |
| A         | EP-154976-A (BIO-RESEARCH ASSOCIATES, INC) 18.09.85<br>* Todo el documento *   | 1                          |
| A         | FR-2598919-A (MOSKOVSKY OBLASTNOI NAUCHNOISLEDOVATELSKY INSTITUT AKUSHERSTVA I GINEKOLOGIL) 27.11.87<br>* Todo el documento *                                    | 1                          |
| A         | FR-2233745-A (VIREL) 10.01.75<br>* Todo el documento *   | 1                          |
| A         | FR-2106376-A (RODLER) 05.05.72<br>* Todo el documento *  | 1                          |
| A         | US-5014285-A (BASILE et al.) 07.05.91<br>* Todo el documento *   | 1                          |

**Categoría de los documentos citados**

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

**Fecha de realización del informe**

21.03.97

**Examinador**

J. Botella Maldonado

**Página**

1/1