

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①① Número de publicación: **2 077 526**

②① Número de solicitud: 9302530

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>: H03D 13/00

①②

PATENTE DE INVENCION

B1

②② Fecha de presentación: **02.12.93**

④③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.95**

Fecha de concesión: **01.12.97**

④⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **16.01.98**

④⑤ Fecha de publicación del folleto de patente: **16.01.98**

⑦③ Titular/es: **Universidad de Sevilla, Vicerrectorado de Investigación y Transferencia Tecnológica. C/ Valparaíso, 5-2ª planta 41013 Sevilla, ES**

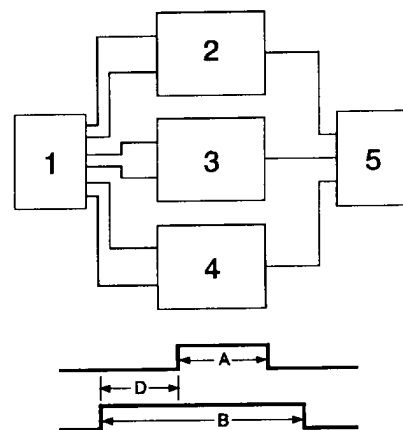
⑦② Inventor/es: **Silva Abad, José María; Camacho Fumanal, Daniel; Pastor Loro, Angel Manuel; Escudero González, Miguel y Delgado García, José María**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Discriminador de formas de potenciales de acción.**

⑤⑦ Resumen:

Discriminador de formas de potenciales de acción, que permite seleccionar, dentro de un tren de potenciales de acción o espigas, aquellos que posean una amplitud o forma que esté dentro de unos límites establecidos, constituido por un módulo de entrada (1) que ofrece dos pulsos de salida correspondientes al corte de la espiga con dos valores de amplitud determinados, tres módulos comparadores (2, 3, 4) y un módulo integrador de salida (5), de tal forma que la espiga en curso se dará por válida si su forma se ajusta a la preseleccionado en base a tres parámetros: duración del pulso A, duración del pulso B, y retraso D existente entre ambos (medidos en los módulos comparadores 2, 3 y 4, respectivamente). Es de aplicación en Fisiología y Medicina, así como en aquellos campos de investigación e industriales que requieran la discriminación de eventos en una señal compleja por la forma de alguno de sus elementos constituyentes.



ES 2 077 526 B1

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

## DESCRIPCION

Discriminador de formas de potenciales de acción.

### Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo que permite la detección de señales que son de difícil discriminación. El dispositivo recibe una señal compuesta de uno o más potenciales de acción y genera un patrón de pulsos cuadrados de voltaje que son el resultado de la discriminación de una señal que, bien por hallarse entremezclada con otras señales o debido a niveles excesivos de ruido, es de difícil detección con un simple discriminador de ventana.

Está especialmente diseñado para el registro y monitorización de datos electrofisiológicos (biopotenciales) en forma de señales continuas (movimiento muscular, tensión muscular, electrocardiograma, temperatura, etc.) o en forma de señales discretas (información codificada en forma de potenciales de acción neuronales). Su aplicación puede también extenderse a otros campos de investigación básica e industriales que requieran la discriminación de eventos en una señal compleja por la forma de alguno de sus elementos constituyentes.

### Estado de la técnica

Los discriminadores de ventana se basan en un procesador de señal que permite la visualización simultánea en un osciloscopio de la señal registrada junto con un nivel de voltaje cuyo nivel se puede modificar respecto de la primera. Cuando la señal sobrepasa el nivel seleccionado se produce un pulso que determina la presencia de un suceso. De esta manera se puede transformar una señal analógica compuesta, por ejemplo de potenciales de acción en una señal discreta en la que cada potencial de acción correspondería con un pulso de voltaje que reproduciría el patrón temporal de la primera.

Sin embargo, durante la obtención de registros electrofisiológicos, éstos muchas veces son el resultado de la suma de varias señales de naturaleza y amplitud similares o en otras ocasiones están contaminados por ruido u otros biopotenciales que resultan difíciles de eliminar (Delgado-García et al., *Neuroscience*, 29: 291-307, 1989). En estos casos es necesario aplicar otros criterios además de la amplitud de la señal para conseguir la detección del patrón temporal de la señal deseada como la anchura y amplitud de los pulsos o la frecuencia máxima a la que se espera pueden ocurrir (Escudero et al., *J. Physiol.* (Lond.) 458: 539-560, 1992).

### 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 seleccionar, dentro de un tren de potenciales de acción, los que posean un tamaño o forma que estén dentro de unos límites preestablecidos. La selección se realiza a partir de las señales obtenidas en el discriminador de ventana del módulo de entrada que ofrece dos pulsos de salida correspondientes al corte de la espiga con dos valores de amplitud

determinados. Estos dos pulsos corresponden al nivel inferior y al nivel superior, siendo éste último el de duración menor y que posee un cierto retraso con respecto al primero.

La espiga en curso se dará por válida si posee una forma que se ajusta con la seleccionada a partir de tres parámetros. Los parámetros a comparar son:

- La duración del pulso A.
- La duración del pulso B.
- El retraso "DELAY" existente entre ambos pulsos (véase diagrama general de la figura 1).

La presente invención posee un módulo de entrada (figura 2), tres módulos comparadores (figuras 3-5) y un módulo de salida (figura 6).

El módulo de entrada recibe los pulsos A y B detestándose la amplitud y duración de los mismos así como el retraso existente entre ambos (figura 2). El módulo de entrada está provisto de dos conectores BNC que admiten pulsos de 5 a 12 voltios.

Para seleccionar los tres parámetros citados se dispone de tres módulos. Cada módulo posee los siguientes elementos:

1) Un preselector para seleccionar la duración del pulso que se considere válido. Estos preseletores indican la duración del pulso A o B en centésimas de milisegundo; obteniéndose valores desde 0,01 ms hasta 0,99 ms en saltos de 10  $\mu$ s (figuras 3-5).

2) Un conmutador que selecciona la tolerancia admitida en el pulso de entrada con respecto a la duración establecida. Por ejemplo si el preselector indica 0,2 ms y la tolerancia es del 15%, la condición se cumple para toda duración comprendida entre  $0,2 \times 0,85 = 0,17$  ms y  $0,2 \times 1,15 = 0,23$  ms.

El conmutador de tolerancia posee cinco posiciones correspondientes a tolerancias del 5, 10, 15, 20 % y OFF. Esta última posición se usa para desconectar éste módulo; o sea, la validez de la espiga no tiene en cuenta la tolerancia (fig. 3-5).

3) un indicador luminoso que se enciende cuando los pulsos de entrada han satisfecho las condiciones citadas en 1 y 2. De esta manera se puede conocer cual es la condición que no se cumple para dar por válido el suceso (figuras 3-5).

El módulo de salida está provisto de un conector BNC y un indicador luminoso que se enciende cuando se cumplen las tres condiciones de los módulos comparadores. En éste caso la espiga se ha dado por válida obteniéndose a la salida un pulso positivo de 10 voltios y de 1 ms de duración (figura 6).

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

Como caso práctico de la utilidad de la invención se describe la aplicación del discriminador de formas de potenciales de acción.

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

2) Alimentar la señal por un discriminador de ventana que produzca pulsos de duración comprendida entre el flanco ascendente y descendente de los eventos detectados.

3) Introducir los pulsos en los conectores BNC del módulo de entrada.

4) Seleccionar un valor de duración del pulso A

así como un valor de tolerancia que comprenda la variabilidad debida a las condiciones de registro.

5) Seleccionar un valor de duración del pulso B así como un valor de tolerancia que comprenda la variabilidad debida a las condiciones de registro.

6) Seleccionar un valor de retraso entre ambos pulsos así como un valor de tolerancia.

7) Monitorizar el pulso de salida en un osciloscopio o algún sistema de adquisición de datos.

En la figura 7 se muestra una aplicación de la invención a un estudio neurofisiológico en la que se ilustra un fragmento de un registro de potenciales de acción producidos por neuronas de una agrupación motora del carpín dorado (figura 7A). En el registro de aproximadamente 200 ms puede observarse la presencia de 2 potenciales de acción de amplitud diferente que probablemente están producidos por neuronas distintas. Una ampliación de la escala de tiempo permite observar que en efecto, no solo la amplitud, sino también la duración y forma de ambas espigas es distinta (figura 7B, C). Por ello si el nivel de continua del registro fuera estable y la amplitud de las espigas no fluctuase demasiado se podría discriminar la espiga ilustrada en B de la mostrada en C mediante un sencillo discriminador de ventana. Sin embargo, la práctica demuestra que esto no es siempre posible por lo que si se toma provecho de la forma distinta de las dos espigas se pueden definir criterios más exhaustivos para la discriminación de ambas. Un ejemplo se muestra en la figura 7D en el que se ha reproducido con la misma escala que en 7A el patrón temporal de potenciales de acción de la espiga de mayor amplitud. Los criterios fueron:

- Duración y tolerancia del pulso A (espiga de mayor amplitud):  $500 \mu s \pm 10\%$ . De esta forma se excluye la espiga de menor amplitud por tener duración distinta.

- Duración y tolerancia del pulso B (espiga de menor amplitud):  $1500 \mu s \pm 10\%$ . De esta forma se excluye la espiga de mayor amplitud por el mismo motivo.

- Retraso entre ambos pulsos: 1 ms. Así se evitan frecuencias de disparo superiores a 1000 Hz.

### Descripción de los dibujos

Figura 1: Diagrama de bloque (arriba) en el que se ilustra el procesado en paralelo de las señales recibidas por el módulo de entrada (duración de los pulsos A y B y retraso entre los mismos ilustrados abajo). Los tres parámetros a comparar son procesados en el módulo de salida obteniéndose un pulso cuando las tres condiciones son aceptadas.

Figura 2: Esquema del módulo de entrada en el que se ilustran las dos entradas de señal

protegidas en un rango de tensión de 0 a 12 Voltios y de las que se obtienen los distintos parámetros a medir (flancos de entrada y salida de los tres periodos, alto bajo y retraso).

Figura 3: Esquema del módulo de comparación entre la duración real del pulso A, calculada como el intervalo entre los flancos de subida y bajada generados en el circuito de la figura 2, y la duración preseleccionada (en décimas y centésimas) con el conmutador rotatorio. El margen de error en la comparación es preseleccionada mediante el conmutador 2 circ. 5 pos. como un porcentaje de la duración previamente seleccionada. Si la duración real es igual a la duración preseleccionada entonces se produce un pulso de salida en la línea OUT HIGH.

Figura 4: Igual que la figura 3 pero para la comparación de la duración del pulso B, obteniéndose el pulso de salida en la línea OUT LOW.

Figura 5: Igual que las figuras 3 y 4 pero para la comparación del retraso entre los pulsos A y B, obteniéndose un pulso de salida en la línea OUT DELAY.

Figura 6: Esquema del módulo de sumación y salida en el que la aceptación de las condiciones impuestas en los módulos comparadores se visualiza en los LEDs respectivos de forma independiente. A su vez el circuito integrado IC7 genera un pulso fijo en la salida si se cumplen las tres condiciones.

Figura 7: Se ilustran señales electrofisiológicas procesadas mediante el discriminador de formas de potenciales de acción. En A se ilustran las respuestas eléctricas de dos neuronas registradas extracelularmente con una micropipeta de vidrio rellena de una solución conductora. Las dos señales, aunque juntas en el mismo registro, tienen forma distinta tanto en amplitud (sólo una cruza el nivel de voltaje 2) como en duración, según se ilustra en B y C para 3 registros superpuestos de ambos tipos de respuesta y obtenidos mediante la sincronía de un osciloscopio con la salida del discriminador de formas de potenciales de acción. En D se ilustra el patrón de disparo de la neurona mostrada en B tras aplicar los siguientes parámetros: duración de pulso A, 0,5 ms; duración del pulso B, 1 ms; retraso entre ambos pulsos 1 ms (tolerancia del 15% para los tres parámetros).

## REIVINDICACIONES

1. Discriminador de formas de potenciales de acción, que permite la selección, dentro de un tren de potenciales de acción o espigas, de aquellos que posean una amplitud o forma que esté dentro de unos límites establecidos, de aplicación en Fisiología y otras disciplinas médicas, que permite monitorizar biopotenciales y está constituido por: a) un módulo de entrada, b) tres módulos comparadores, y c) un módulo de salida, de tal forma que la espiga en curso se da por válida si posee una forma que se ajusta con la seleccionada a partir de tres parámetros: la duración del pulso A, la duración del pulso B y el retraso existente entre ambos.

2. Discriminador de formas de potenciales de acción según reivindicación 1, en el que la selección se realiza a partir de las señales obtenidas por un discriminador de ventana que ofrece dos pulsos de salida correspondientes al corte de la espiga con dos valores de amplitud determinados.

3. Discriminador de formas de potenciales de acción según reivindicaciones 1 y 2, en el que el módulo de entrada detecta la duración de los pul-

sos A y B así como el retraso existente entre los mismos.

4. Discriminador de formas de potenciales de acción según reivindicaciones 1 a 3, en el que los módulos comparadores A y B permiten la selección de la duración y factor de tolerancia de los pulsos correspondientes.

5. Discriminador de formas de potenciales de acción según reivindicaciones 1 a 4, en el que el módulo comparador de retrasos permite seleccionar el intervalo de tiempo entre los pulsos A y B con un factor de tolerancia asignable

6. Discriminador de formas de potenciales de acción según reivindicaciones 1 a 5, en el que los tres módulos comparadores están provistos de un indicador luminoso que permite reconocer cual de las condiciones impuestas a los módulos comparadores no se está cumpliendo.

7. Discriminador de formas de potenciales de acción según reivindicaciones 1 a 6, en el que el módulo de salida se activa cuando se cumplen las condiciones anteriores, produciendo un destello en el indicador luminoso así como un pulso de 10 voltios y 1 milisegundo de duración que puede monitorizarse en un osciloscopio.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1

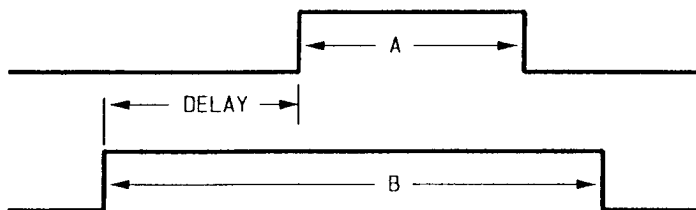
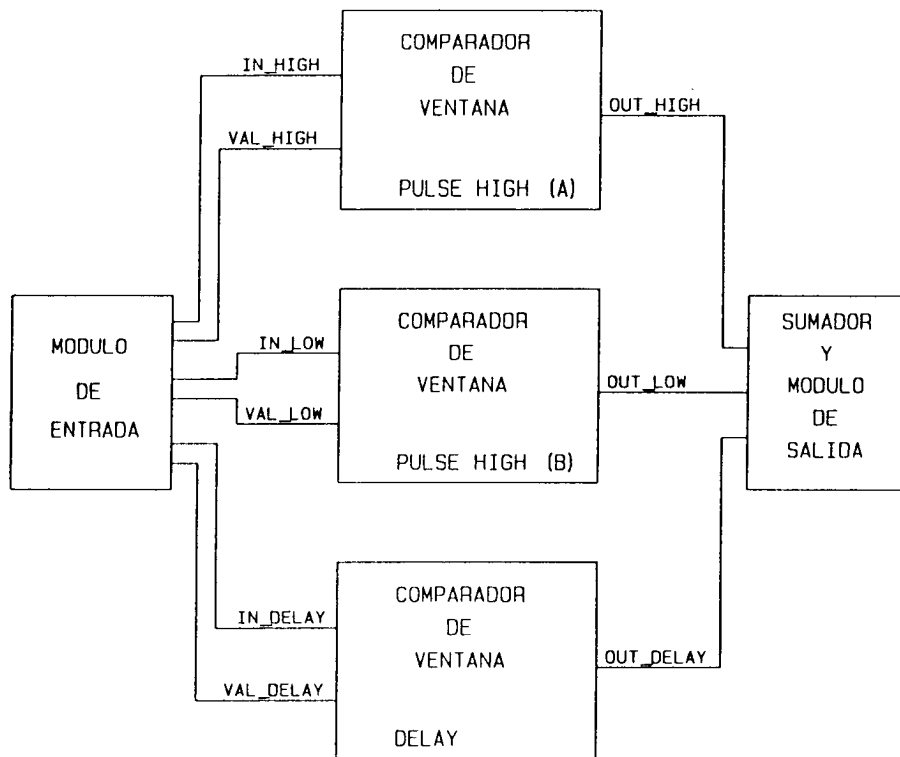


Figura 2

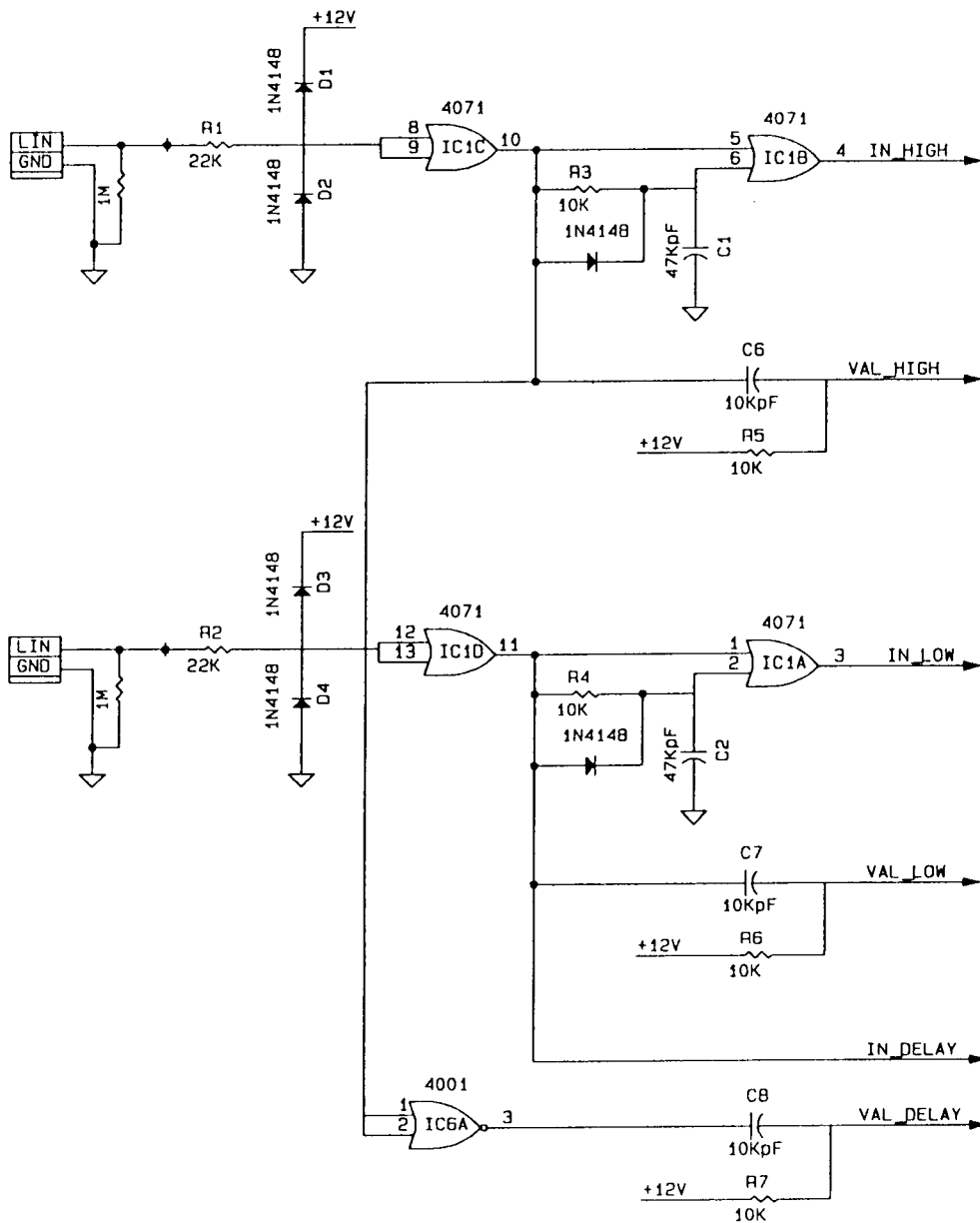


Figura 3

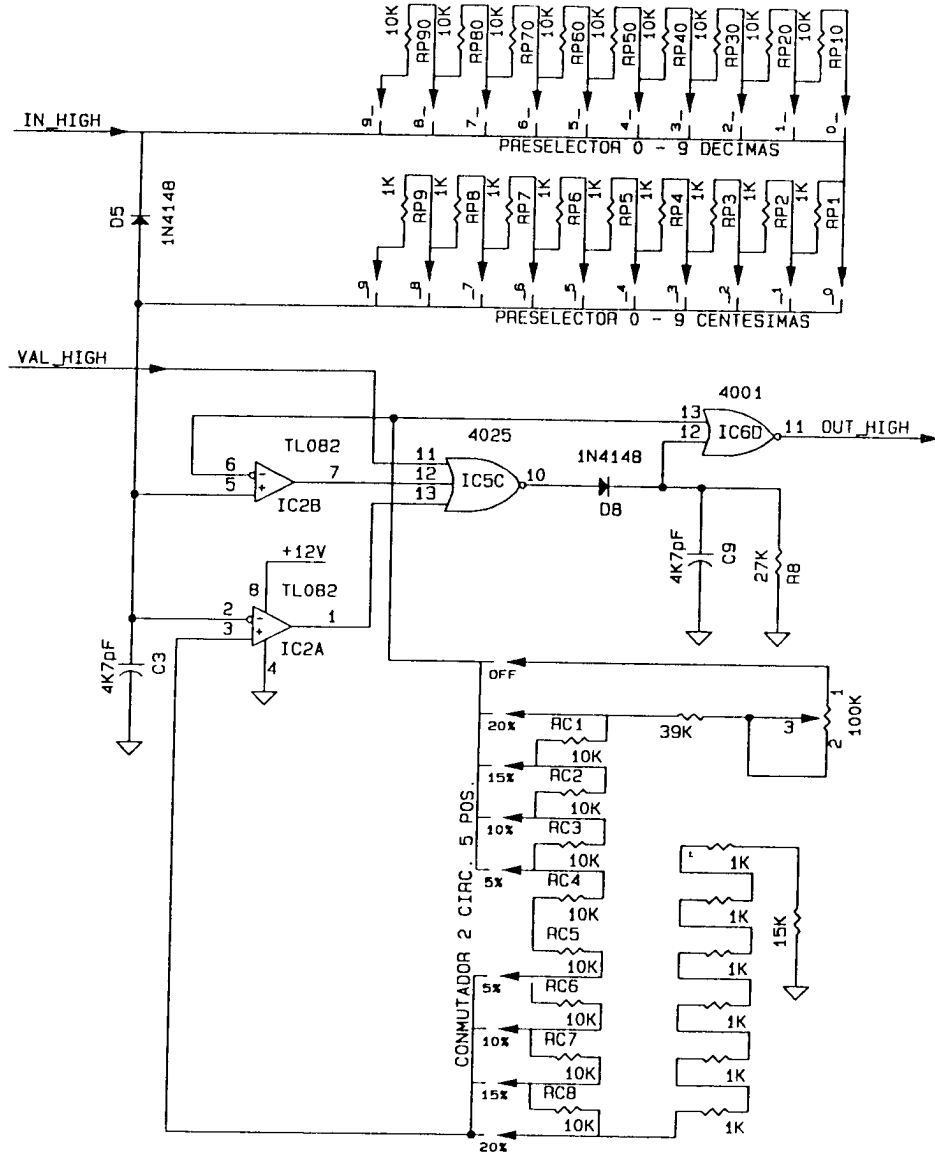


Figura 4

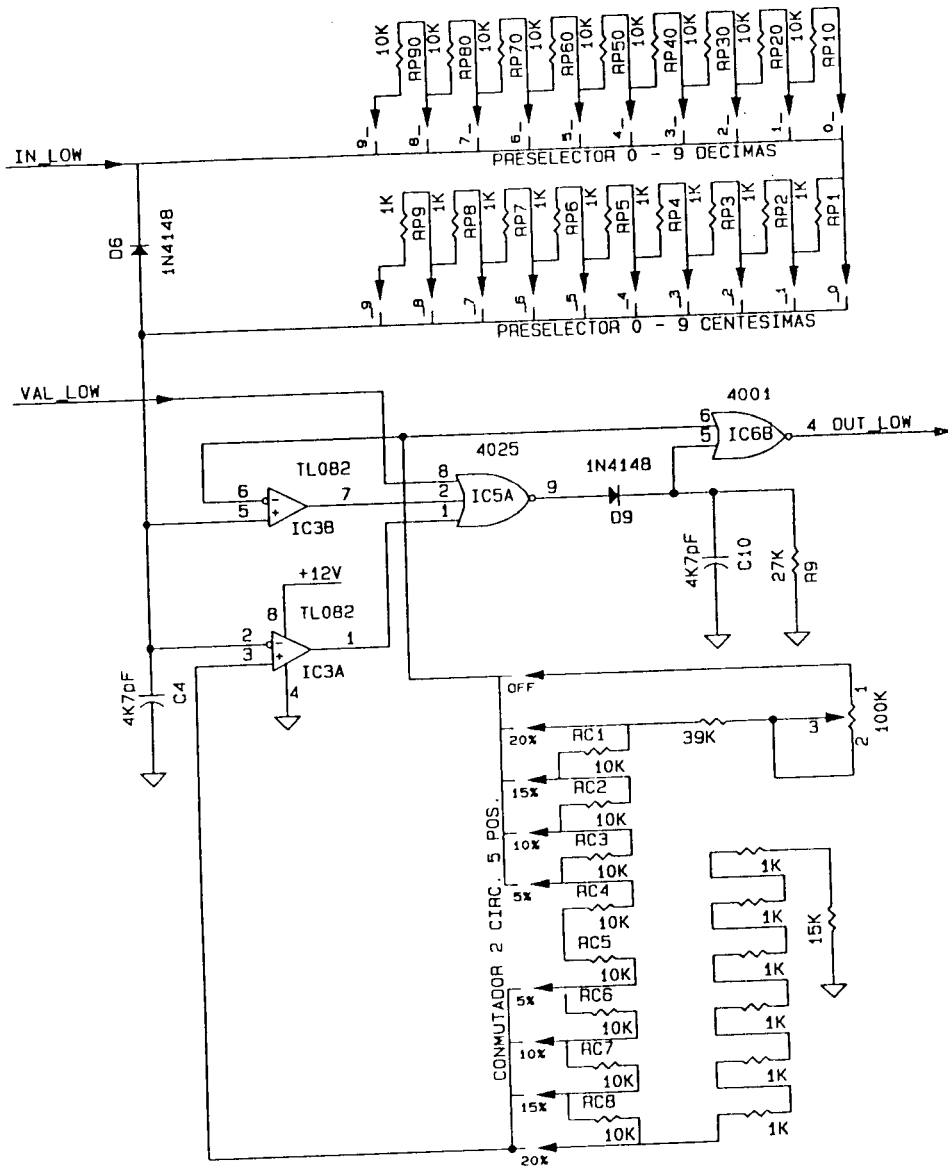




Figura 5

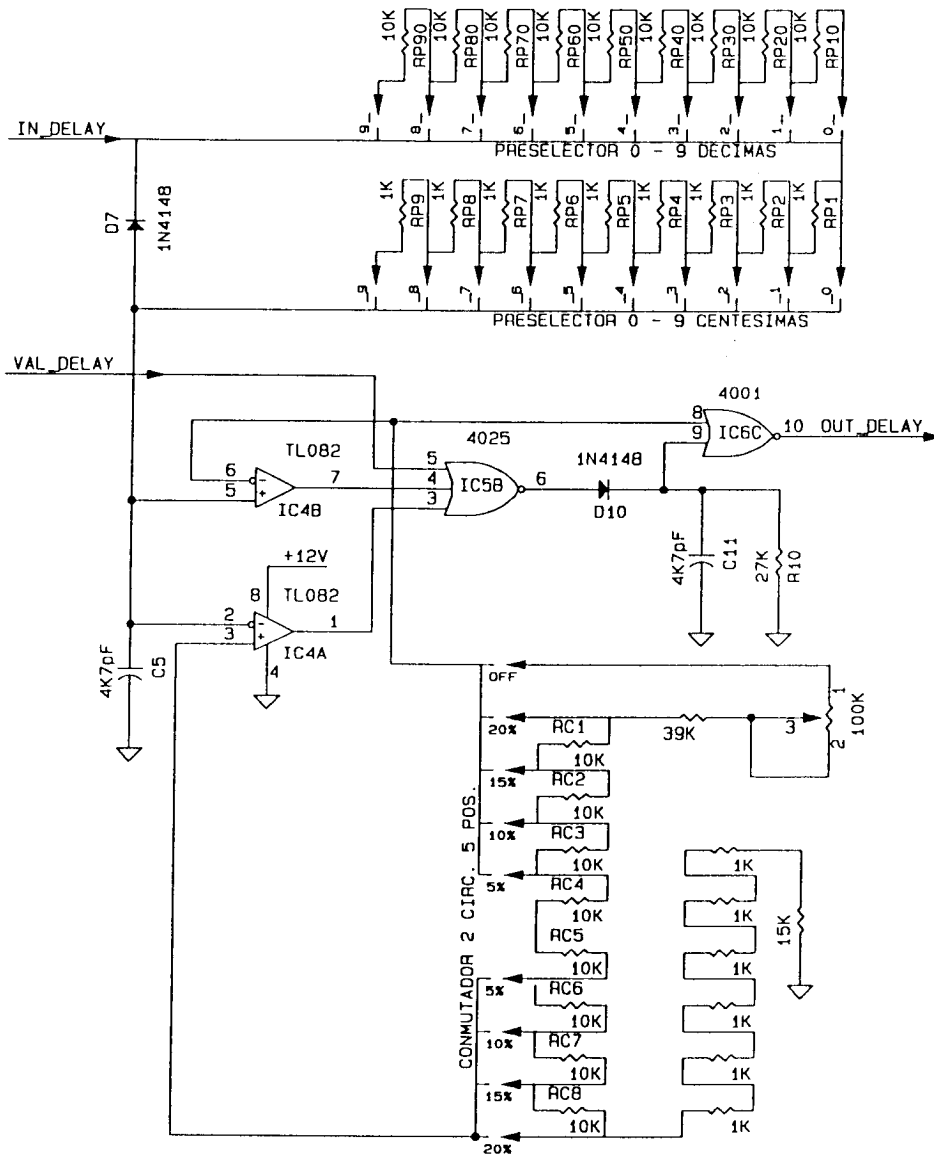


Figura 6

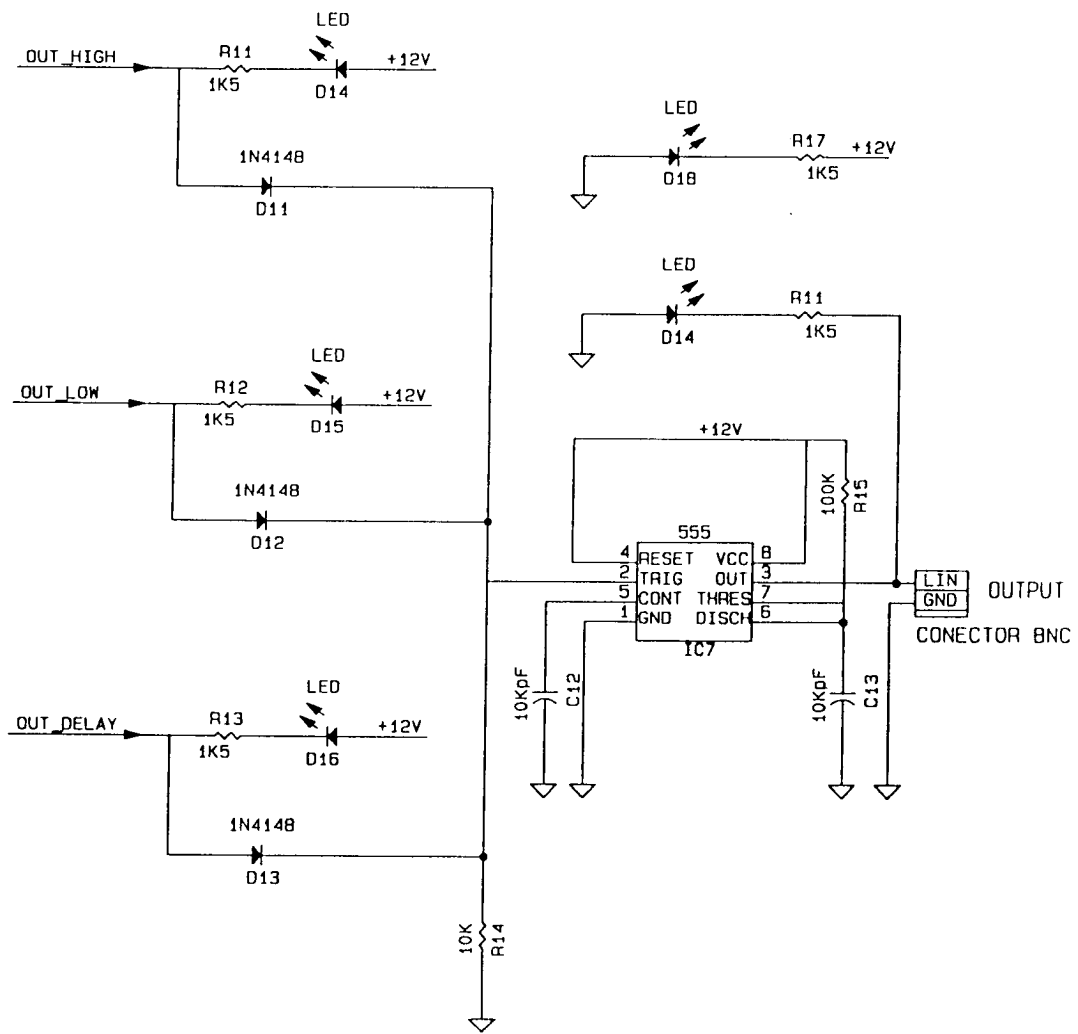
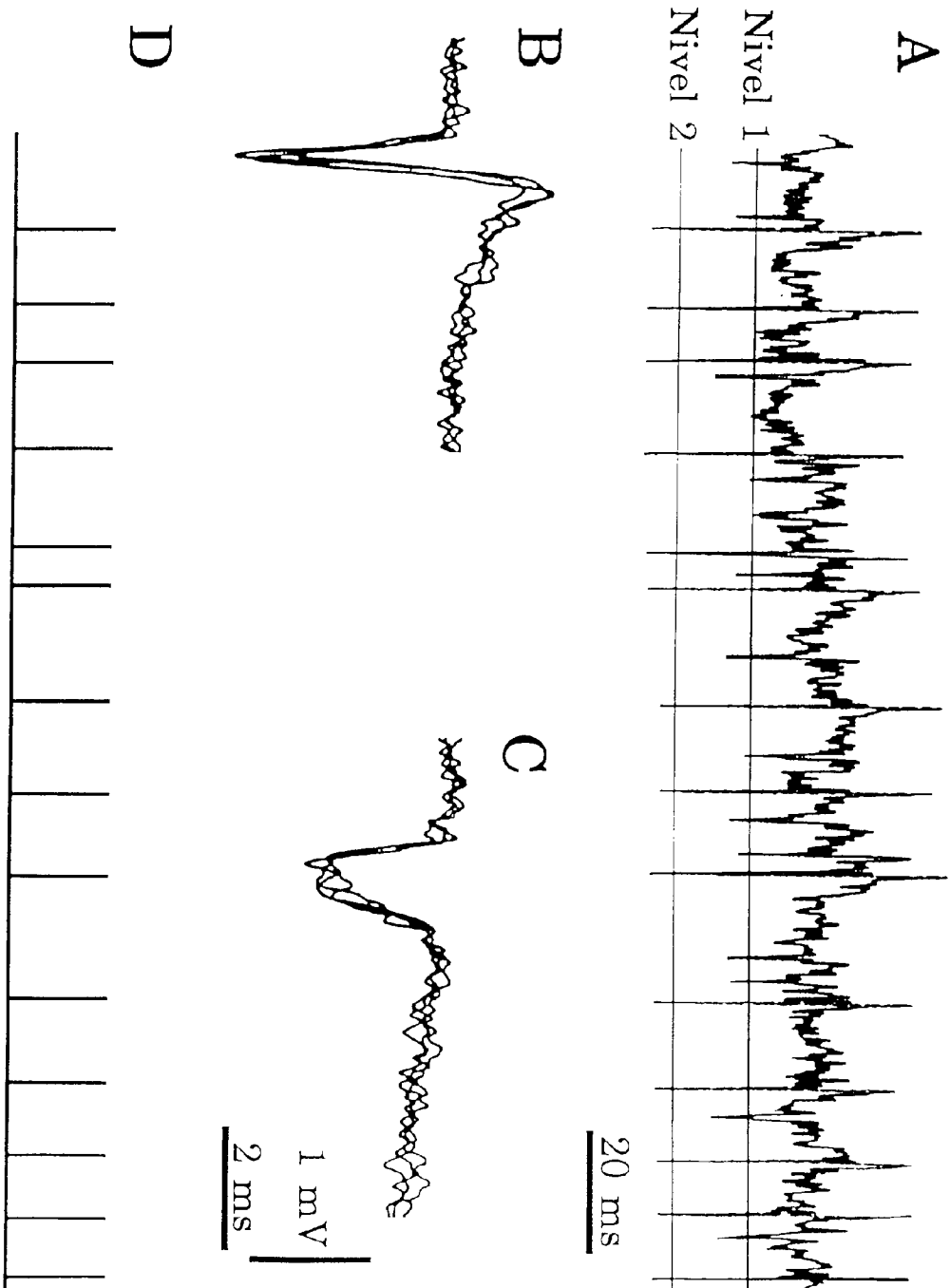


Figura 7





INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: H03D 13/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US-4692710-A (SHVARTSMAN) 08.09.87 * Columna 2, línea 53 - columna 3, línea 47; columna 4, líneas 3-8; resumen; figura 1 *	1-5
A	US-5166692-A (Mc CLAIN et al.) 24.11.92 * Columna 2, línea 65 - columna 3, línea 23; reivindicación 1; figuras 1,2 *	1-5
A	DE-3148278-A (MERK-TELEFONBAU F) 16.06.83	
A	BASE DE DATOS WPIL en QUESTEL, semana 9031, LONDRES: Derwent Publication Ltd., AN 90-237339, Class B04, SU-1516833-A (ASNE), resumen	

**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**  
25.03.97

**Examinador**  
J. Botella Maldonado

**Página**  
1/1