



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 241 881**

51 Int. Cl.:
A61N 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **01978269 .7**

96 Fecha de presentación : **27.07.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1305080**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2003**

54 Título: **Aparato para el tratamiento de trastornos vasculares y ortopédicos mediante la aplicación de impulsos eléctricos a la piel para modular el sistema neurovegetativo.**

30 Prioridad: **28.07.2000 IT MI00A1733**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.11.2005**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **12.01.2011**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **12.01.2011**

73 Titular/es: **LORENZ BIOTECH S.p.A.**
Via Statale 151/A
41036 Medolla, Modena, IT

72 Inventor/es: **Piccone, Lorenzo**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 241 881 T5

DESCRIPCIÓN

Aparato para el tratamiento de trastornos vasculares y ortopédicos mediante la aplicación de impulsos eléctricos a la piel para modular el sistema neurovegetativo.

Objetivo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato y a un procedimiento innovador diseñado para regular la función del sistema neurovegetativo e integrarla con la del sistema nervioso central. Este efecto se consigue administrando impulsos eléctricos a la piel, siendo controlada la intensidad de los impulsos directamente por el paciente.

El nuevo procedimiento induce la vasodilatación, estimula la neoangiogénesis e incrementa el flujo sanguíneo. La regulación del flujo vascular alcanzada con la nueva tecnología permite el tratamiento de las enfermedades vasculares que implican la obstrucción orgánica de las arterias, lo cual afecta con frecuencia a las extremidades inferiores, el corazón y el cerebro. La nueva tecnología permite también el tratamiento efectivo de los trastornos de la columna vertebral, particularmente el cuello y la zona lumbosacra.

El mismo aparato puede utilizarse de forma efectiva para el tratamiento de otros muchos trastornos ortopédicos, por ejemplo la inflamación y las alteraciones sensoriales propioceptivas causadas por daños en el sistema muscular y articular.

Bases de la invención

La arteriosclerosis y la trombosis son causas frecuentes de obstrucción arterial.

La arteriosclerosis es la responsable de la mayoría de los casos de oclusión arterial que afectan al miocardio, al cerebro y a las arterias periféricas.

La obstrucción arterial o estrechamiento produce una reducción del flujo sanguíneo durante la práctica de ejercicio o en reposo. Los síntomas clínicos proceden de la isquemia. Las lesiones arterioscleróticas que afectan a los vasos grandes y pequeños en las personas diabéticas son muy similares a las que aparecen en las personas no diabéticas; no obstante, aparecen antes, empeoran con mayor rapidez y son más frecuentes en el caso de las personas diabéticas.

La oclusión arterial distal por debajo de la rodilla junto con las alteraciones microvasculares y las lesiones neurológicas son responsables de la gangrena. Los síntomas son claudicación intermitente y dolor en reposo causado por la isquemia. El pie diabético, que es causado por una combinación de vasculopatía, neuropatía e infección, es una de las más peligrosas complicaciones de la diabetes, y es la causa de la mayoría de amputaciones. La amputación del pie o de la pierna es cinco veces más frecuente en personas diabéticas que en personas no diabéticas. La angina y la infartación de miocardio son las complicaciones más frecuentes de la oclusión o estenosis de la arteria coronaria.

Estas acciones locales, junto con las del sistema nervioso autónomo y el sistema vascular, producen una vasoconstricción al activarse, tal como después de exposición al frío; a la inversa, una reducción de estos efectos da como resultado una vasodilatación.

El desarrollo de la circulación colateral resultante de la estenosis o de una obstrucción grave de las arterias influye en el grado de isquemia. Algunos vasos colaterales están presentes en el tejido normal, pero no se dilatan hasta que aparece la obstrucción arterial,

mientras que otros capilares se desarrollan en semanas o meses. Los nervios adrenérgicos, que forman parte del sistema nervioso autónomo, son los responsables de la vasoconstricción o dilatación de los vasos colaterales como respuesta al incremento de la presión arterial, con el resultado de una mejora en el flujo sanguíneo del tejido.

Recientemente, se han descubierto las sustancias producidas por las células endoteliales que inducen la formación de nuevos vasos sanguíneos (neoangiogénesis) y la vasodilatación. La producción de VEGF (Factor de Crecimiento Endotelial Vascular), que parece ser el responsable de la mayor parte del efecto angiogénico y vasodilatador resultante de la estenosis u obstrucción arterial, parece particularmente importante.

Los experimentos con músculos animales aislados han demostrado que la estimulación eléctrica continua durante 5 días (estimulación de 0,3 ms de anchura, frecuencia de 150 Hz y tensión de 0,1 V) incrementa la producción de VEGF, el número de capilares y el flujo sanguíneo (Kanno S, Odam Abe M. Circulation 1999; 99; 2682-87).

Aunque los experimentos descritos anteriormente parecen sugerir que la estimulación eléctrica de los músculos proporciona efectos beneficiosos para la circulación, sigue existiendo el problema de cómo inducir una estimulación prolongada de los nervios y los músculos en los seres humanos.

Los pacientes que padecen isquemia aguda o infartación inicial presentan un incremento de la producción de VEGF en el miocardio y en las células endoteliales de los capilares y las arteriolas (Lee SH, Wolf PL, Escudero R, N.Engl. J. Med. 2000; 342, 626-33).

La revascularización inducida por un láser transmiodial con el propósito de reducir el dolor de la angina va acompañada de un incremento del VEGF y de la angiogénesis (Horvath, Chiu E, Maun AC, Annals of Thoracic Surgery 1999; 68, 825-29).

La tecnología moderna ofrece algunos instrumentos altamente sofisticados, que permiten la utilización de nuevas técnicas tales como la revascularización por láser transmiodial, pero los resultados siguen siendo limitados. El documento WO 99/24111 da a conocer un estimulador neuromuscular laríngeo eléctrico.

El tratamiento de la enfermedad vascular periférica es normalmente insatisfactorio. Los vasodilatadores presentan un efecto modesto, y la simpatectomía no es efectiva. La inyección de VEGF producido por GMO (Organismos Genéticamente Modificados) no carece de efectos secundarios. La única solución terapéutica es la cirugía vascular.

En la práctica, todavía no se ha encontrado un sistema realmente efectivo para el tratamiento de los trastornos vasculares periféricos. Los vasodilatadores dan resultados pobres, el tratamiento con VEGF basado en DNA recombinante todavía no es bastante seguro, e incluso la cirugía es solamente una de las diversas alternativas que no ha demostrado ninguna eficacia real.

La presente invención propone un aparato para el tratamiento de la enfermedad isquémica que puede generar y aplicar una serie de impulsos controlados diseñados para estimular al paciente y obtener una respuesta efectiva, que elimina la inflamación de la parte del cuerpo tratada, activa la microcirculación periférica y estimula la producción de VEGF.

El aparato según la invención utiliza una técnica no invasiva, debido a que el estímulo se transmite transcutáneamente por medio de electrodos.

Las señales emitidas por la máquina se envían a los receptores vasculares donde inducen la vasodilatación y estimulan la liberación de VEGF.

Utilizando el aparato según la invención puede tratarse la isquemia y reducirse el dolor isquémico.

La invención se basa en una serie de estudios conducidos por los solicitantes que demuestran que aplicando una serie de impulsos eléctricos al paciente puede inducirse una respuesta bioquímica, la cual no solo elimina la inflamación de la parte del cuerpo tratada y reduce o elimina el dolor, sino que también presenta un rápido efecto relajante muscular y estimula la vasodilatación con la producción de VEGF.

No obstante, el aparato también debe detectar la respuesta de los tejidos a la estimulación eléctrica y variar los parámetros de estimulación para obtener el resultado deseado.

Con este objetivo, el aparato al cual se refiere la invención genera unos impulsos eléctricos cuyas variables activan los sistemas de control neurofisiológico del paciente.

Los parámetros de impulso se definen basándose en la biorreacción de los tejidos. La intensidad del impulso es regulada directamente por el paciente, según unos programas de tratamiento ajustados previamente.

Después de establecer experimentalmente que el aparato según la invención produce resultados excelentes con la relajación muscular, los inventores formularon la hipótesis de que el mismo aparato podría inducir la vasodilatación y estimular la producción de VEGF de forma efectiva.

Experimentos posteriores demostraron que esta hipótesis estaba bien fundamentada, y que el aparato al cual se refiere la invención produce los resultados postulados.

El aparato según la invención presenta las características establecidas en la reivindicación 1.

Las características beneficiosas del aparato según la invención se ponen de manifiesto en las reivindicaciones subordinadas adjuntas.

Se ilustra una forma de realización del aparato en las figuras adjuntas, en las cuales:

- la figura 1 es un diagrama de bloques del aparato según la invención;

- la figura 2 es un diagrama de circuito del conmutador selector avance/retroceso del circuito mostrado en la figura 1;

- la figura 3 es el diagrama de circuito de la red lógica del contador-conmutador selector del circuito mostrado en la figura 1;

- la figura 4 es un diagrama de los circuitos arriba/abajo, + DAC

- la figura 5 es el diagrama de circuito de la etapa de salida del circuito mostrado en la figura 1;

- la figura 6 es el diagrama de circuito del temporizador del circuito mostrado en la figura 1;

- la figura 7 es el diagrama de circuito del regulador automático de la anchura del tren de impulsos del circuito mostrado en la figura 1;

- la figura 8 es el diagrama de circuito del regulador de frecuencia y el temporizador en el circuito mostrado en la figura 1;

- la figura 9 es el diagrama de circuito del control activado por el paciente del circuito mostrado en la

figura 1;

- la figura 10 ilustra la traza del osciloscopio de un impulso que muestra un pico con una anchura de 10 nanosegundos;

- la figura 11 muestra la forma de onda visualizada mediante un osciloscopio del impulso de la figura 10, durante un tiempo total de 100 nanosegundos;

- la figura 12 es una vista ampliada del pico del impulso de la figura 11.

Los circuitos ilustrados en las figuras no requieren mayor explicación en detalle porque la información que puede obtenerse de los dibujos es suficiente para permitir a un experto en la materia poner en práctica la invención.

El aparato comprende unos dispositivos que generan y regulan una serie de impulsos eléctricos que se envía a un par de electrodos en la salida, y está equipado con un control que permite al paciente regular por lo menos uno de los parámetros de control de dichos impulsos, especialmente la tensión, según unos programas de tratamiento previamente ajustados que correlacionan la biorreacción detectada con el tiempo, la frecuencia y la anchura de los impulsos eléctricos.

Los electrodos, un electrodo activo y un electrodo pasivo (o de referencia), se aplican en posiciones diferentes, dependiendo del tejido tratado.

Estas regulaciones pueden realizarse por medio de un control corriente equipado con pulsadores y/o potenciómetros que son activados por el paciente.

El circuito mostrado en la figura 2 permite la regulación de avance/retroceso, permitiendo al paciente seleccionar un aumento o una reducción de la tensión, mientras que el circuito que muestra la figura 3 es un circuito de contador que cuenta el número de etapas ajustado con el control, para calcular la extensión de la variación que debe impartirse a la señal de tensión de salida.

Particularmente, el nivel de esta variación de tensión está comprendido entre 0,47 y 0,63 voltios.

La salida de contador digital del circuito 3 se convierte, a continuación, en una señal analógica en el circuito mostrado en la figura 4, donde se genera el tren de impulsos; seguidamente, dichos impulsos pasan a la etapa de salida mostrada en la figura 5, después de haber sido regulados adecuadamente por los circuitos mostrados en las figuras 6, 7 y 8.

Los circuitos mostrados en las figuras 6 y 7 regulan la duración (anchura) de los impulsos y el incremento de anchura entre dos trenes de impulsos sucesivos.

El circuito mostrado en la figura 8 es un temporizador que determina la duración del tren de impulsos, mientras que la figura 9 muestra el diagrama de circuito del control activado por el paciente.

Durante la etapa inicial del experimento, el aparato se reguló para generar una serie de impulsos con una tensión de aproximadamente 80 voltios, pudiendo seleccionarse la anchura de cada impulso entre 10 y 90 microsegundos, y la frecuencia entre 1 y 999 impulsos por segundo.

Los electrodos de la salida del aparato se aplicaron a la epidermis en la zona que debía tratarse, uno en el punto motor y el otro en el vientre del músculo.

Los ensayos se realizaron efectuando tratamientos de frecuencias diferentes de un intervalo de 1 a 420 impulsos por segundo, y anchuras diferentes de un intervalo de 10 a 50 microsegundos, para un tiempo total de 10 a 15 minutos.

Se trataron 120 pacientes que padecían trastornos ortopédicos cuyo componente principal era inflamación o isquemia local.

Los resultados demostraron buena vascularización de los tejidos, pero no una mejora significativa de la inflamación.

Los impulsos se comprobaron con un osciloscopio, que mostró que el impulso en contacto con la piel experimentó una deformación considerable y que el paciente desarrolló una tolerancia evidente al cabo de sólo 3 minutos.

Durante una segunda serie de ensayos, el aparato se ajustó para variar la anchura del impulso después de cada serie de impulsos aplicada en el mismo ciclo, para evitar la tolerancia del paciente y la deformación de los impulsos.

Se trataron 300 pacientes que sufrían trastornos ortopédicos complicados con inflamación e isquemia, aplicando varias series de impulsos e incrementando la anchura de los impulsos de vez en cuando durante el mismo tratamiento.

Los resultados demostraron que la reducción de la inflamación y la mejora del flujo sanguíneo estaban asociados con la modulación del sistema nervioso neurovegetativo.

A continuación se realizó otro ensayo con 120 pacientes que sufrían trastornos ortopédicos asociados con inflamación o deficiencia de la microcirculación local.

El tratamiento comprendió 12 sesiones de diez minutos en las cuales se aplicaron electrodos a la epidermis en una distancia aproximada de 10 a 15 centímetros de separación.

Durante la estimulación el paciente podía aumentar o disminuir la tensión del impulso con un control remoto.

La variación de la intensidad del impulso decidida voluntariamente por el paciente y la variación del tiempo de biorreacción fisiológica o tiempos de relajación muscular se observaron simultáneamente con un osciloscopio de doble traza.

Estos primeros ensayos confirmaron la intuición de los inventores, a saber, que la aplicación de series de impulsos eléctricos con unas condiciones determinadas de tensión, frecuencia y anchura podía producir los resultados deseados.

Los siguientes ejemplos y tablas muestran los resultados de ensayos posteriores, más detallados.

Ejemplo 1

Relajación muscular

Con el aparato según la invención, se aplicó un electrodo al punto motor y uno al vientre del músculo trapecio, y se enviaron trenes de impulsos al paciente durante 30 segundos a una tensión de aproximadamente 180 voltios, con una frecuencia de un impulso por segundo y una anchura de 10 microsegundos.

Durante la segunda fase, de 5 segundos de duración, el impulso se aplicó a la frecuencia de un segundo, con una anchura de 20 microsegundos.

Cuando continuó el ensayo, los parámetros se variaron de vez en cuando hasta que el músculo alcanzaba el espasmo, y a continuación se relajaba y permanecía en este estado.

Después de aproximadamente 12 fases de tratamiento, el músculo alcanzó un estado casi permanente de relajación.

Esta relajación corresponde al grado máximo de vascularización y al máximo efecto antiinflamatorio.

Los detalles expuestos anteriormente demuestran que el aparato según la invención puede relajar los músculos, inducir la vasodilatación, aumentar el flujo sanguíneo y estimular la producción de vasos nuevos.

La técnica es no invasiva porque la señal se transmite transcutáneamente a través de electrodos.

Las señales emitidas con esta nueva tecnología son conducidas por las fibras sensoriales y propioceptivas del sistema nervioso autonómico, y alcanzan los receptores vasculares y musculares a través de los cuales se produce la vasodilatación y la relajación muscular; el flujo sanguíneo aumenta y se estimula la liberación de VEGF.

El tratamiento combate la isquemia y reduce el dolor. Los síntomas clínicos de la isquemia, tales como claudicación debida a la contracción de la pantorrilla, el muslo o las nalgas y el dolor en reposo retroceden rápidamente, y el paciente camina normalmente.

La vasodilatación y el aumento del flujo sanguíneo tienen lugar en todas las partes del cuerpo en las cuales se aplica el tratamiento. El efecto es de larga duración; no obstante, la duración depende del grado de obstrucción arterial y del tiempo de desarrollo de la circulación colateral. Mediciones realizadas con un Doppler de láser demuestran de forma significativa el incremento del flujo sanguíneo en las zonas tratadas.

La eficacia del tratamiento se demuestra mediante el ejemplo siguiente.

Ejemplo 2

Se estudiaron 12 pacientes con oclusión arterial distal (7 con oclusión de la arteria tibial y 5 con oclusión de la arteria femoral) antes, durante y después de la estimulación con la nueva tecnología.

Al cabo de un periodo de 2 a 3 minutos del inicio del estímulo ya se hizo evidente un aumento del VEGF; al cabo de 5 minutos se produjo el pico (el incremento fue de aproximadamente el 50%) y volvió al nivel normal al cabo de 15 minutos.

Ensayos posteriores confirmaron que los mejores resultados pueden obtenerse con series de impulsos en las que cada impulso presenta una anchura de 10 a 40 μ s, de modo que cuando partes del cuerpo de un paciente se someten a cada impulso se genera una corriente de una intensidad de 100 a 170 μ amperios, presentando además cada impulso una anchura de 7 a 12 nanosegundos, y una tensión de hasta 220 voltios.

La forma de onda de un impulso de esta clase, visualizada mediante un osciloscopio, se muestra en las figuras 10 a 12.

Estos datos demuestran por vez primera que la aplicación de la invención puede incrementar el VEGF, el factor angiogénico endógeno específico más potente identificado hasta la fecha. La producción de VEGF incrementada también estuvo acompañada de vasodilatación. En contraste, con lo ocurrido con animales de laboratorio sujetos al estímulo directo del músculo y el nervio aislados, este procedimiento permite que el estímulo sea inducido a través de la piel con electrodos. El tiempo tardado en estimular el VEGF es de pocos minutos, mientras que la estimulación eléctrica utilizada en animales tarda días en alcanzar el mismo resultado. En el caso de estenosis u obstrucción arterial graves, la recurrencia de los síntomas de isquemia después de la suspensión del tratamiento se debe, con frecuencia, a una deficiencia del desarrollo de la circulación colateral. En este caso, debe continuarse el tratamiento o debe realizarse un by-pass arterial, que puede ir seguido de nuevo

tratamiento para asegurar la completa curación de los tejidos.

El mantenimiento de un flujo sanguíneo elevado en los tejidos tratados incrementa el trofismo del tejido, evita la necrosis y cura las úlceras.

La aplicación de esta invención a partes específicas del cuerpo antes que al corazón directamente induce la vasodilatación coronaria e incrementa la producción de VEGF en los senos coronarios.

Este efecto ha sido observado en 3 pacientes sometidos a cateterismo cardíaco, de los cuales se tomaron muestras de sangre simultáneamente al ensayo del VEGF cardíaco.

El tratamiento también puede aplicarse a lesiones de la columna vertebral y a síndromes dolorosos de la espalda y el cuello.

La columna vertebral, junto con el cordón espinal, las raíces nerviosas, los ligamentos vertebrales y los músculos paravertebrales son los puntos de aparición de algunos de los trastornos más frecuentes vinculados con los seres humanos. El dolor cervical y lumbar que se origina en estas estructuras afecta a casi todo el mundo más pronto o más tarde. Este trastorno, junto con el alcoholismo, es una de las mayores causas de absentismo.

El síntoma más importante de las lesiones de la columna vertebral y de las diversas estructuras que la forman es el dolor, que puede ser local o relacionado con los músculos. El dolor está causado por la irritación del nervio que finaliza en el lugar del proceso patológico. El tratamiento de los pacientes con dolor cervical y de espalda presenta muchas dificultades, y con frecuencia resulta ineficaz. El reposo, combinado con analgésicos, se considera actualmente el mejor tratamiento. La fisioterapia se realiza con el propósito de reforzar los músculos paravertebrales para evitar recaídas dolorosas. La manipulación del cuello es potencialmente peligrosa. Esta invención proporciona un enfoque innovador del tratamiento de las lesiones de la columna vertebral.

Como se ha mencionado, esta nueva tecnología

actúa a través del sistema nervioso autonómico, apuntando a las estructuras de la columna vertebral afectadas con mayor frecuencia por trastornos dolorosos, tales como los ligamentos, el periostio y los músculos paravertebrales, actuando sobre los husos musculares, los órganos del tendón de Golgi y los propioceptores de las articulaciones. Su acción va seguida de una reducción del edema, la inflamación y el dolor.

Este tratamiento ha sido ensayado en unos 200 pacientes que sufrían dolor cervical o lumbar.

La mayoría de los pacientes se sintió mejor en pocos días (3 a 10). 60 de ellos presentaban una hernia discal; 10 de ellos ya habían sido operados de hernia discal pero seguían sintiendo dolor. El tratamiento resultó efectivo en un 92% de los casos. El 90% de los pacientes que sufrían de hernia discal no necesitó operarse porque el tratamiento eliminó los síntomas de inflamación o compresión de la raíz nerviosa.

Los resultados obtenidos con este procedimiento demuestran que la técnica tiene múltiples efectos en lesiones mecánicas de la columna vertebral y sus complicaciones:

- elimina el dolor y devuelve la sensibilidad propioceptiva al nivel normal,
- restablece la contractibilidad muscular normal
- elimina la inflamación.

Se ha ensayado la misma tecnología en otros trastornos.

Por ejemplo, la invención se ha ensayado con éxito en el tratamiento de numerosos otros trastornos tales como dolor cervical, de espalda, de cadera, de muslo y de rodilla, inestabilidad de las rodillas, tendinitis del tendón de Aquiles, espolón calcáneo, metatarsalgia, y trastornos del hombro, el codo, la muñeca y la mano.

En conclusión, el nuevo tratamiento mejora la calidad de vida y reduce una de las más frecuentes causas de absentismo.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para el tratamiento de trastornos vasculares y/o musculares y/o de los tendones y/o para aumentar la producción de VEGF, que comprende:

- unos medios diseñados para generar series de impulsos eléctricos, en los que cada impulso presenta una anchura de 10 a 40 μ s, y presentando además cada impulso un pico con una anchura de 7 a 12 ns, y una tensión de hasta 220 V, de tal modo que cuando partes del cuerpo de un paciente se someten a cada impulso, se genera una corriente que presenta una intensidad de 100 a 170 μ A;
- unos medios diseñados para la aplicación de dichos impulsos a dicho paciente a través de la epidermis;
- unos medios diseñados para evaluar la reacción del tejido;
- unos medios diseñados para variar dichos impulsos basándose en la reacción detectada del tejido;

pudiendo ser controlado por lo menos uno de dichos medios por el paciente/usuario.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que la tensión de los impulsos aplicados es controlada por el paciente/usuario mediante unos medios adecuados.

3. Aparato según cada una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un par de electrodos diseñados para transmitir dichos impulsos, uno de los cuales puede aplicarse al punto motor y el otro al vientre del músculo en la zona que debe tratarse.

4. Aparato según cada una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios diseñados para transmitir dichos impulsos comprenden

unos dispositivos capaces de variar la tensión, la amplitud y la frecuencia de dichos impulsos.

5. Aparato según cada una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende unos medios diseñados para regular la amplitud y la frecuencia de los impulsos, siendo activados dichos medios directamente por el paciente.

6. Aparato para el tratamiento de la contracción muscular según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un par de electrodos diseñados para transmitir dichos impulsos, uno de los cuales puede aplicarse al punto motor y el otro al vientre del músculo en la zona que debe tratarse.

7. Aparato para el tratamiento antiinflamatorio según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un electrodo activo diseñado para ser aplicado en el lugar de la inflamación, y un electrodo pasivo externo a dicho lugar.

8. Aparato para el tratamiento de trastornos vasculares según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un electrodo activo diseñado para ser aplicado corriente arriba de la oclusión y un electrodo pasivo diseñado para ser aplicado corriente abajo de la misma.

9. Aparato para la activación de la microcirculación según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un electrodo activo diseñado para ser aplicado en el lugar isquémico y un electrodo pasivo diseñado para ser aplicado en la proximidad del plexo venoso.

10. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende unos medios diseñados para variar la tensión de los impulsos aplicados, con unos incrementos variables comprendidos entre 0,47 V y 0,63 V para cada etapa del circuito arriba/abajo.

11. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende unos medios diseñados para variar el número de impulsos aplicados entre 1 y 420 Hz.

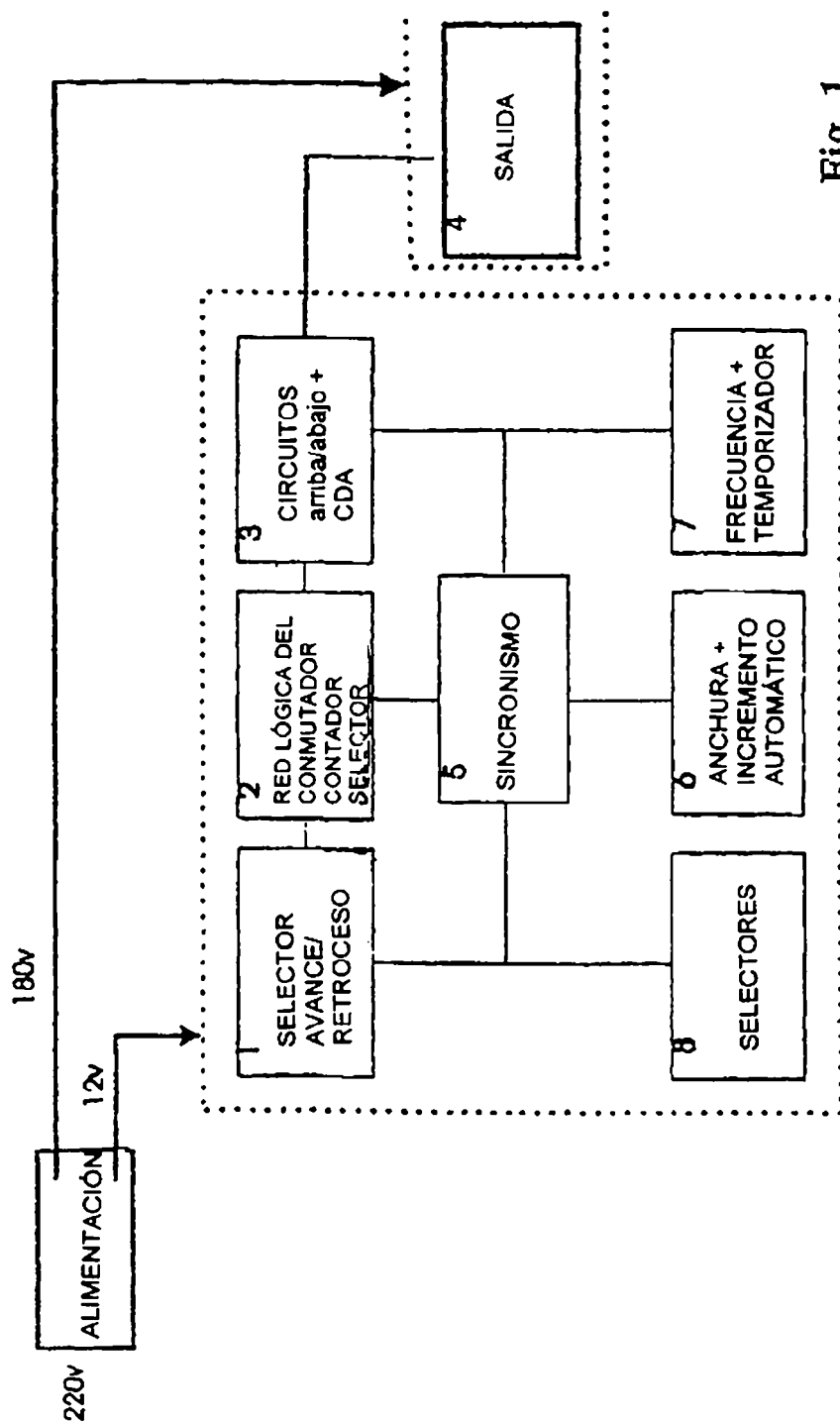


Fig. 1

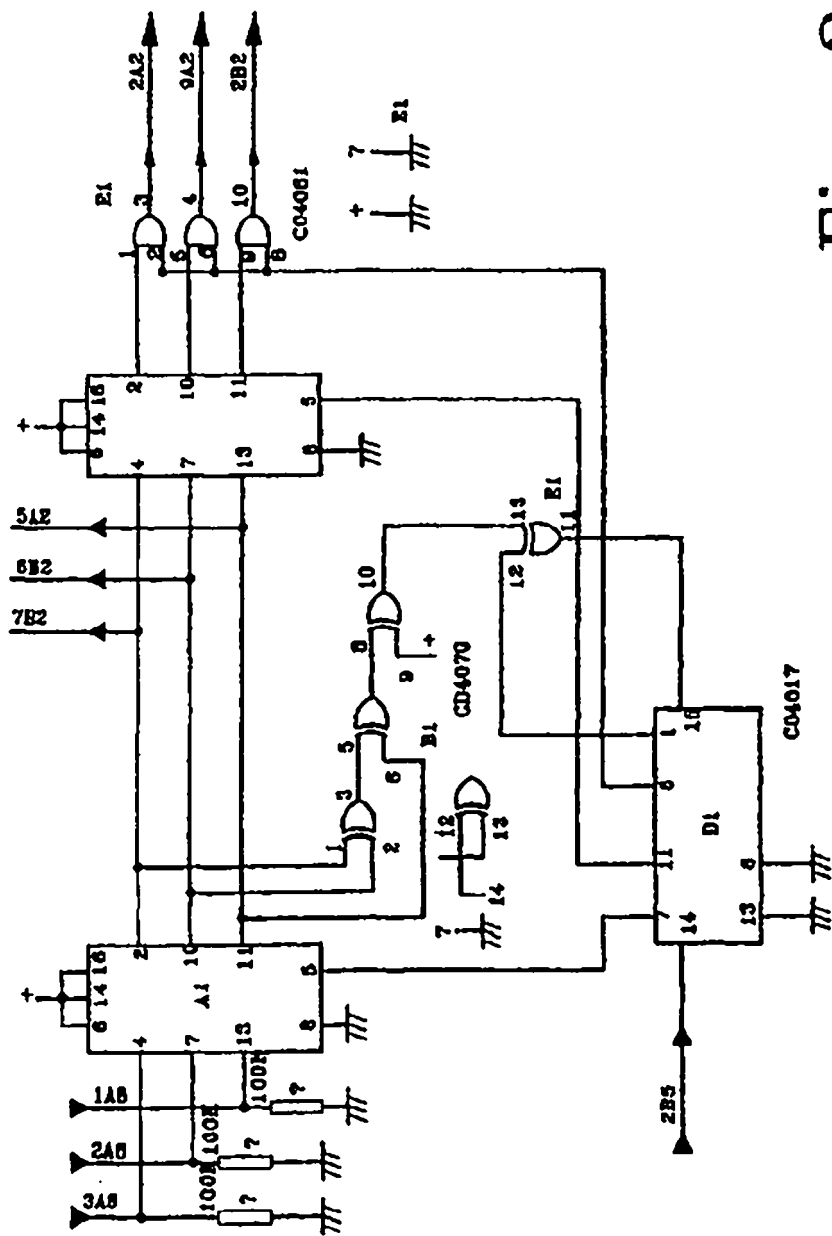


Fig. 2

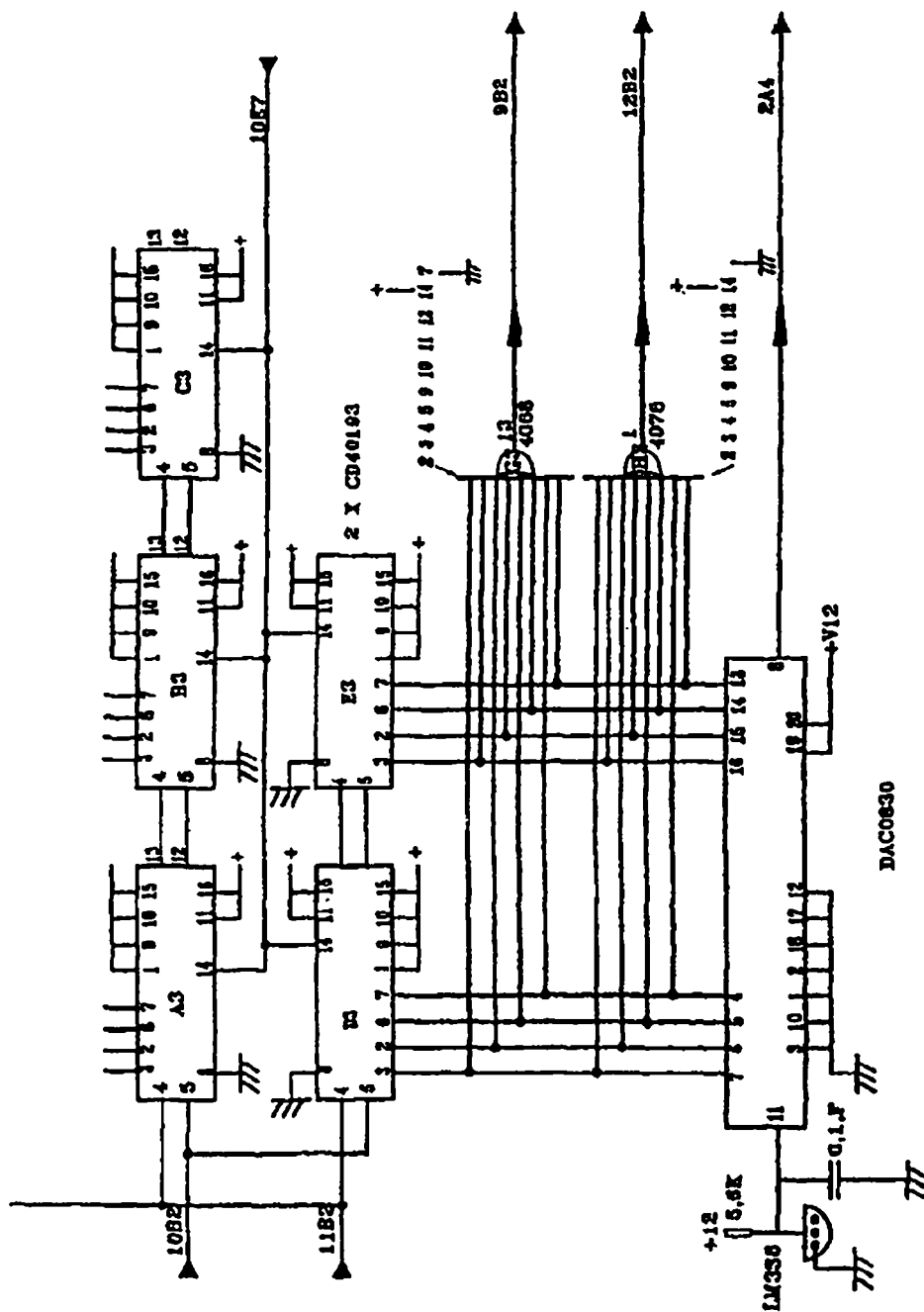
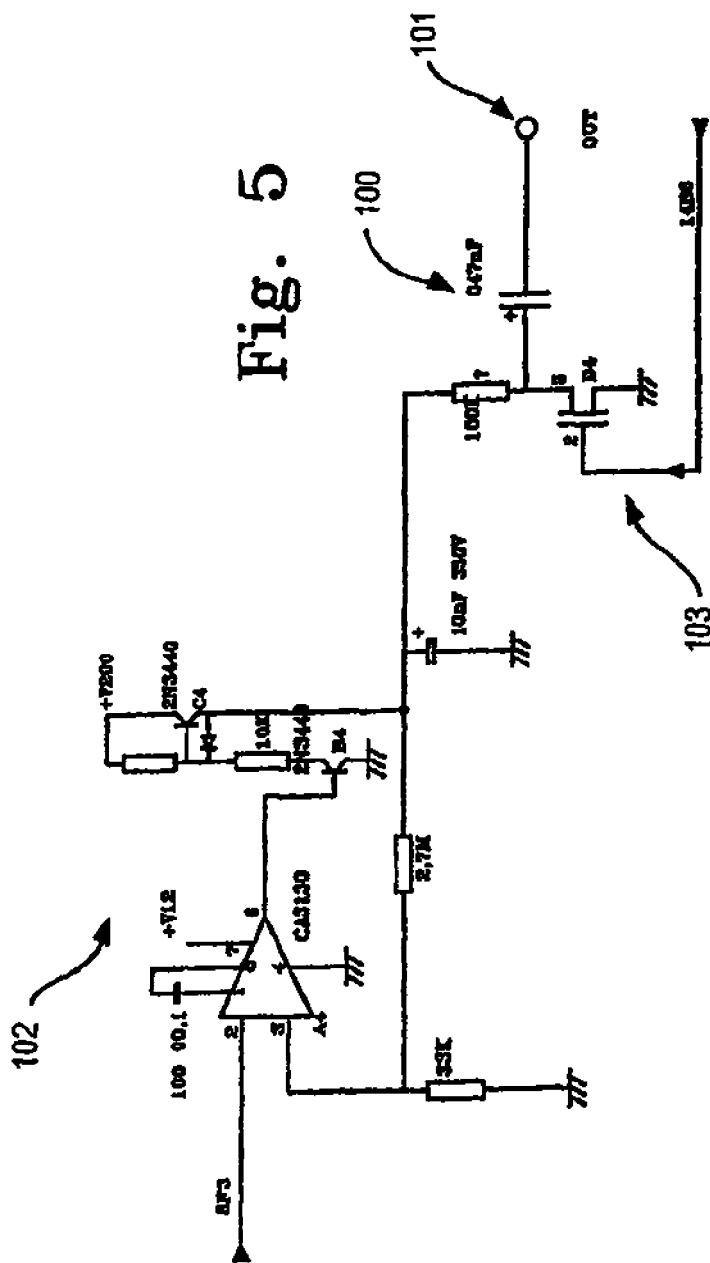
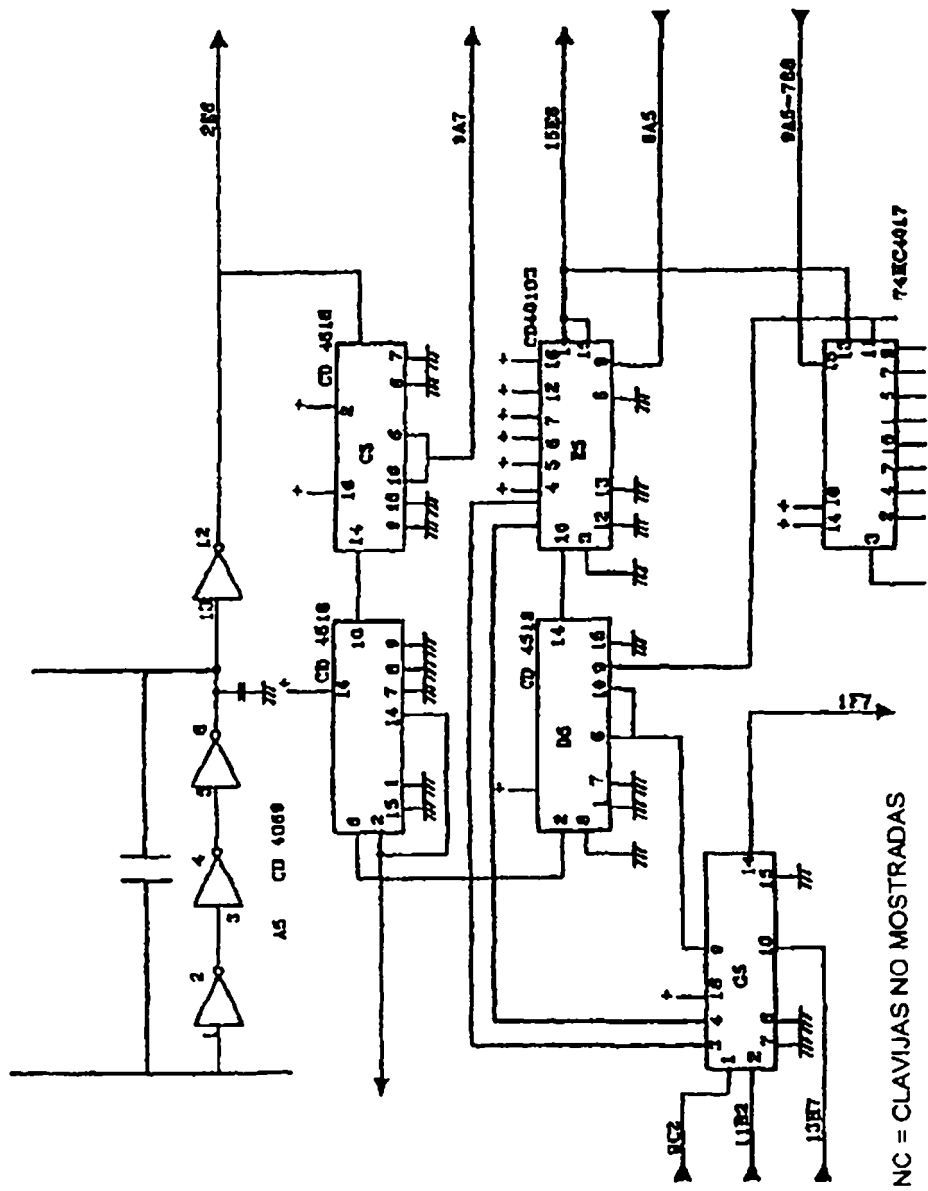


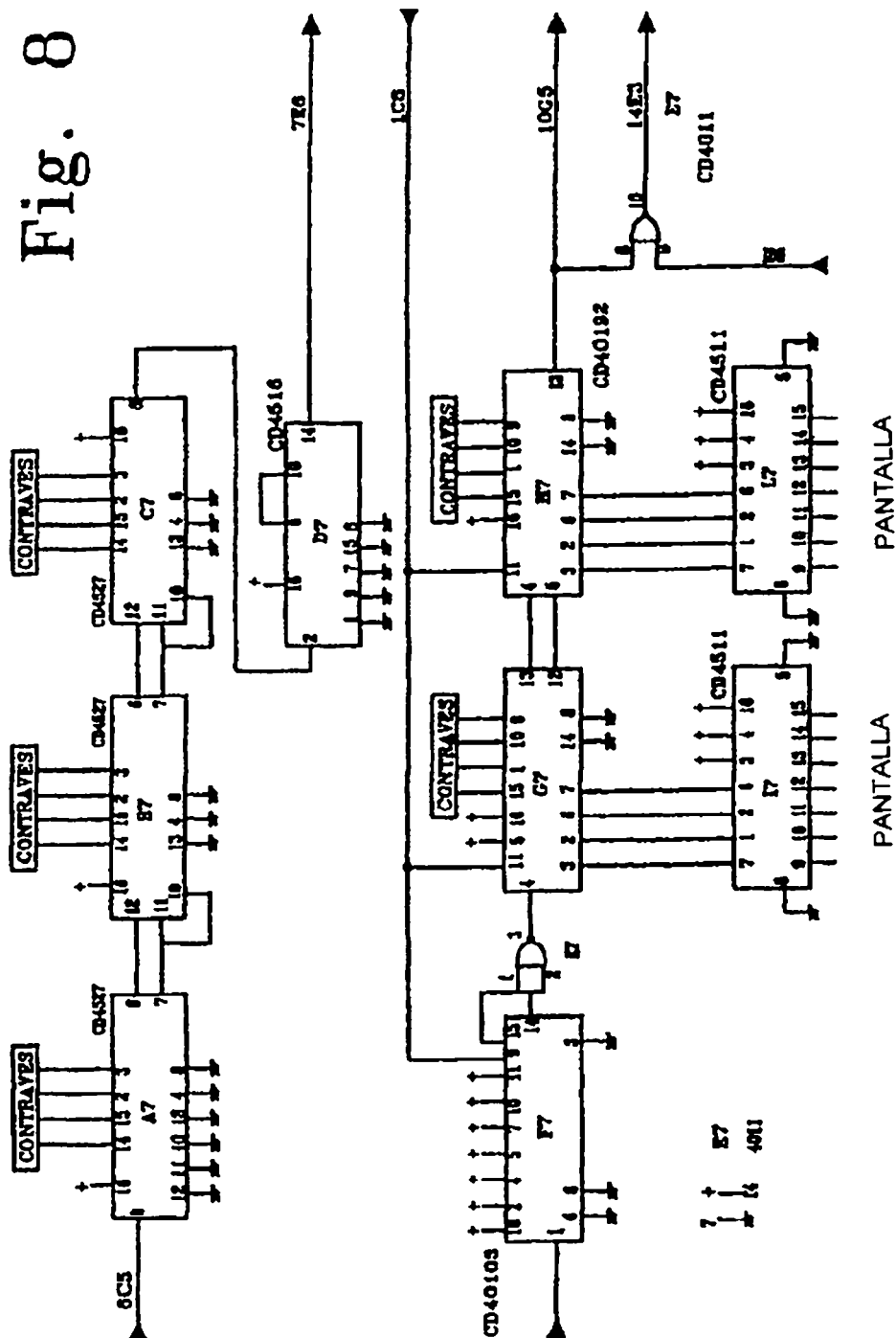
Fig. 4





ACCIONADOR DE LED
Fig. 6

Fig. 8



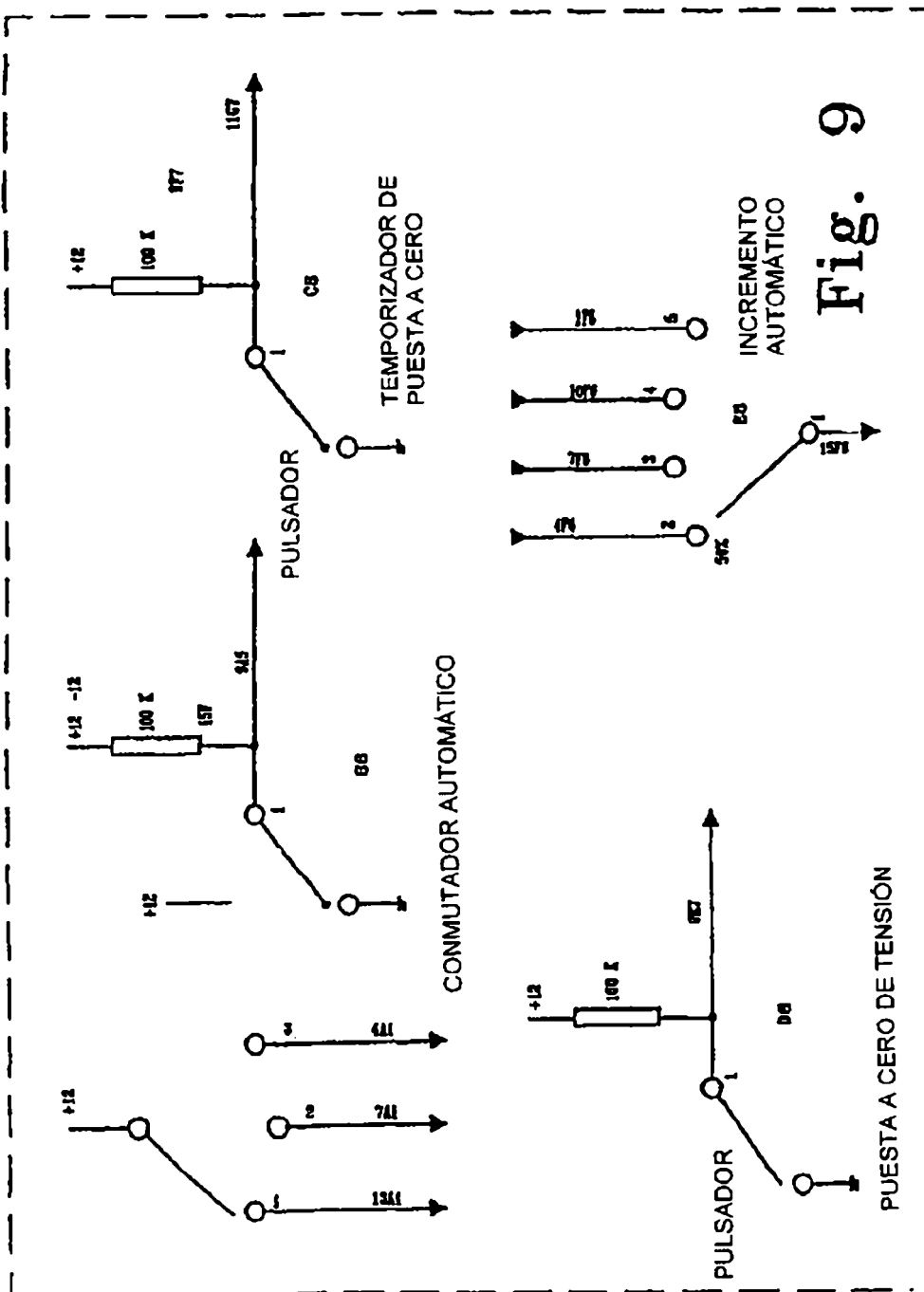


Fig. 9

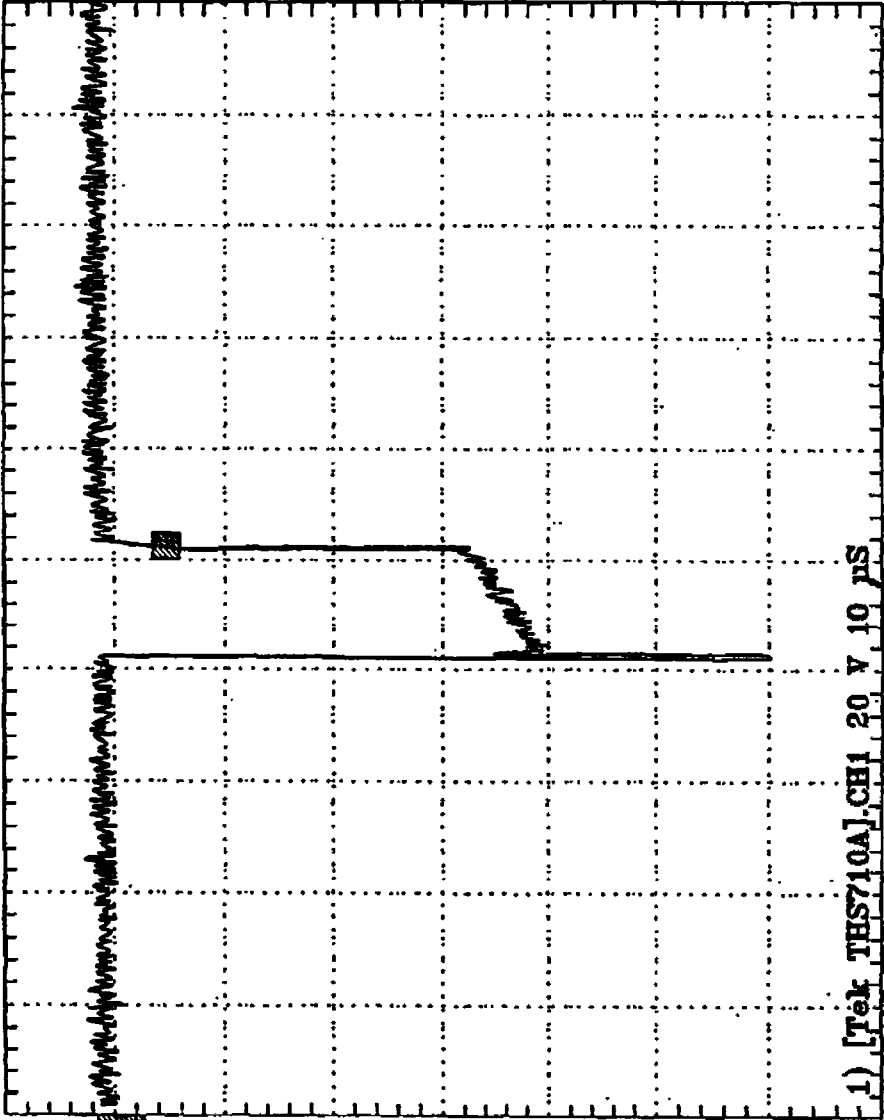


Fig. 10

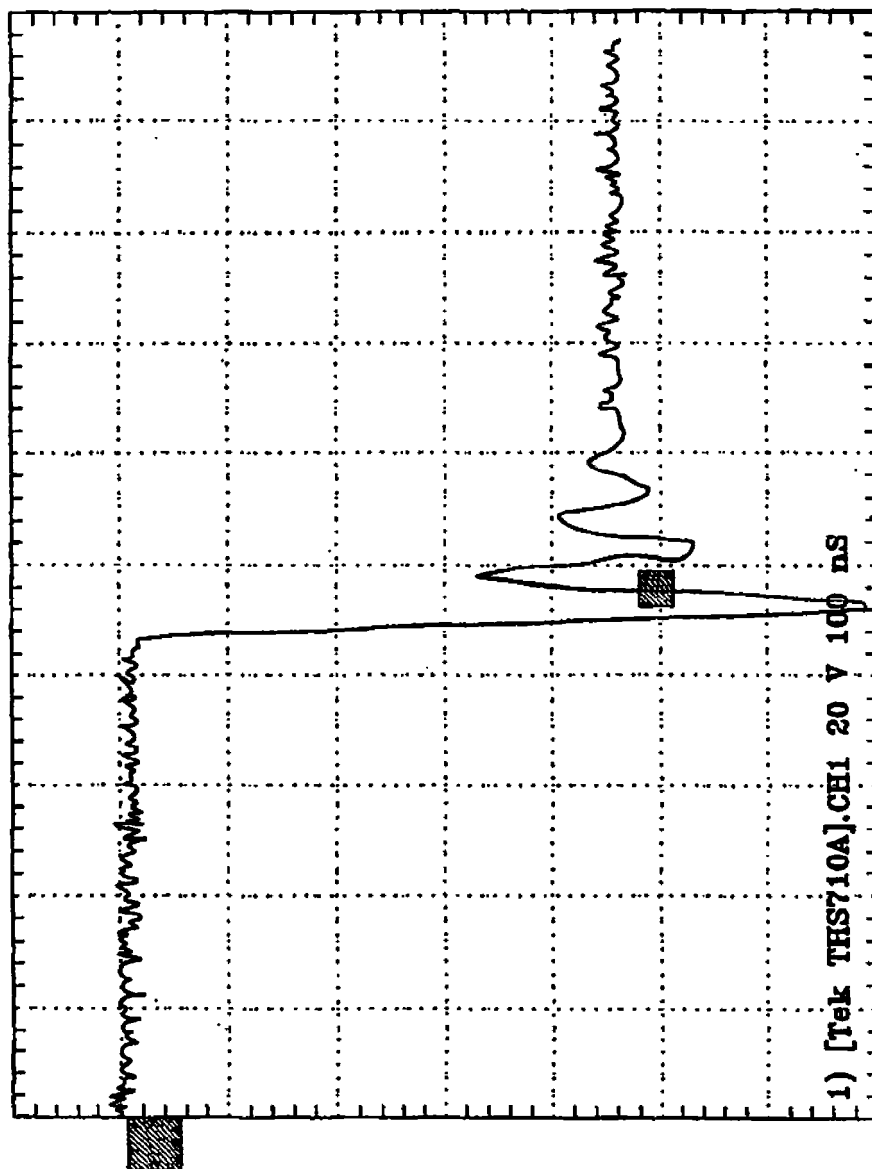


Fig. 11

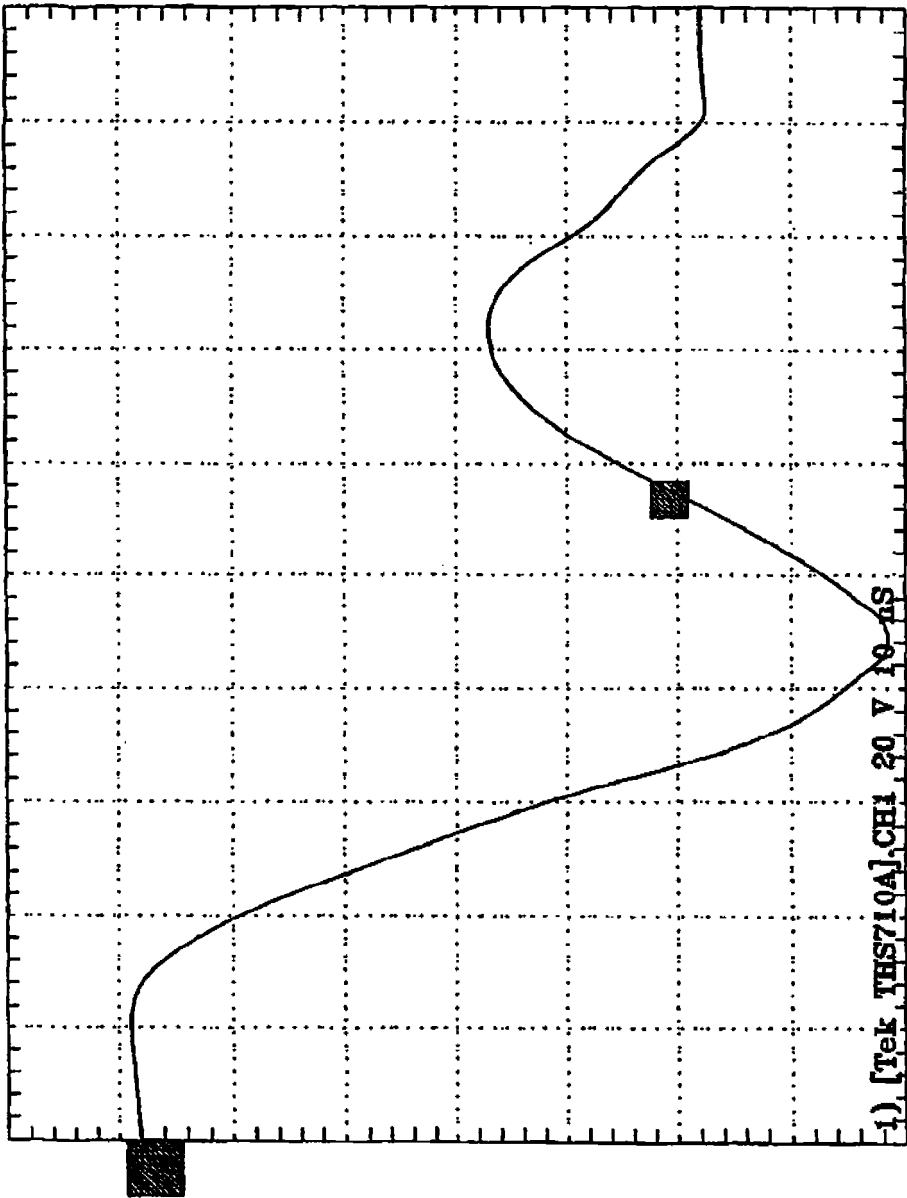


Fig. 12