

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 476**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/5387** (2007.01)

**G01R 21/133** (2006.01)

**H02M 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2006** **E 12186410 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018** **EP 2541262**

54 Título: **Medición de la potencia disipada en un inversor**

30 Prioridad:

**29.07.2005 DE 102005036317**

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

**21.11.2018**

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)**  
**Borsigstrasse 26**  
**26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**WOBBEN, ALOYS**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 690 476 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**

Medición de la potencia disipada en un inversor

5 La presente invención se refiere a un inversor y a una instalación de energía eólica.

Como estado de la técnica se conocen los documentos US 2004/0196678 A1, US 2004/0125523 A1, US 5,841,262 A, US 2004/0085117 A1, DE 101 41 125 A1, DE 103 19 354 A1, DE 35 26 836 A1, DE 39 05 701 A1, EP 0 397 514 A2, WO 02/080343 A1, WO 2004/012326 A1, WO 03/065567 A1, WO 02/07315 A1.

10

En los inversores actualmente se usan con frecuencia como interruptores los así denominados IGBT's, a fin de generar una corriente alterna a partir de una corriente continua, conociéndose la estructura de tales inversores en sí. Los interruptores tienen pérdidas de conmutación completamente inevitables, que se pueden calcular mediante fórmulas conocidas. Aquí se debe decir que los diodos de rueda libre asociados a un IGBT deben estar

15

considerados por el término "interruptor".

En el diseño de un inversor se pueden definir así los parámetros de funcionamiento y usarse como base para el cálculo. Para que concuerden cálculo y realidad, estos parámetros se deben respetar durante el funcionamiento del inversor.

20

En la práctica el control del inversor se realiza con frecuencia bajo supervisión de la temperatura del interruptor. Este control se basa en el hecho de que los interruptores se calientan por las pérdidas y por consiguiente el calentamiento es una medida de estas pérdidas.

25

Si ahora una supervisión de la temperatura constata el sobrepaso de un valor umbral predeterminado, entonces se desconecta el inversor a fin de evitar un deterioro. Se agrega que interruptores semejantes, que están contruidos a base de semiconductores, reaccionan de forma sensible a una sobrecarga térmica. Cuanto más elevada es la sollicitación térmica de un interruptor, tanto más elevada es su edad térmica y por consiguiente tanto antes se debe sustituir.

30

Si un inversor semejante se usa en una instalación de energía eólica, entonces a causa de la desconexión del inversor también se debe desconectar la instalación de energía eólica.

35

Para poder medir la potencia disipada se requiere, p. ej., medir la tensión de colector-emisor en el caso de IGBT cerrado. Ésta tiene un valor en un rango inferior de un dígito y se debe detectar lo más exacta posible, a fin de obtener un resultado suficientemente exacto en el caso de corrientes muy elevadas (varios cientos de amperios). Pero en el estado bloqueado toda la tensión del circuito intermedio se aplica en estas conexiones (varios cientos de voltios).

40

El documento JP2003-189668 A muestra un inversor con una pluralidad de interruptores electrónicos. Usando la señal de salida de un transductor de medición de corriente se determinan los valores de corriente y valores de tensión, a partir de los que se determina entonces la potencia disipada.

45

El objetivo de la presente invención es por ello prever un inversor mejorado, en el que se pueda determinar la potencia disipada que aparece realmente en un interruptor.

Este objetivo se consigue mediante un inversor según la reivindicación 1.

50

Este objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento para la determinación de la potencia disipada de un interruptor electrónico, que está caracterizado porque se determina el valor instantáneo de una magnitud física, se consulta un valor correlacionado con el valor instantáneo de una primera memoria, se procesan ambos valores de manera predeterminada entre sí y se emite el resultado del procesamiento.

55

A este respecto, la invención se basa en el conocimiento de que a partir de los datos conocidos del interruptor, que se hacen públicos en fichas técnicas, se pueden deducir los valores que están asociados a un valor de medición determinado mediante medición. En el presente ejemplo, en el caso de una corriente conocida por parte del interruptor a partir de la ficha técnica, se puede determinar, p. ej., la tensión de colector-emisor ( $V_{ce}$ ). Una multiplicación de la corriente que fluye por esta tensión de colector-emisor da como resultado la potencia disipada para la corriente instantánea que fluye a través del interruptor. Se agregan todavía las pérdidas de conmutación

60

durante la conexión y desconexión del interruptor.

Para poder determinar la potencia disipada no sólo de un interruptor, sino de un inversor completo, en un perfeccionamiento de la invención se detectan las magnitudes físicas de varios interruptores y de la memoria se leen una multiplicidad correspondiente de valores correlacionados.

5

De forma especialmente preferida se almacenan los valores de medición y los resultados intermedios del procesamiento. De este modo también se puede acceder posteriormente a estos valores, p. ej., evaluaciones estadísticas o similares.

- 10 Para la realización del procedimiento está previsto un dispositivo para la determinación de la potencia disipada del interruptor electrónico, caracterizado por una entrada de datos para la detección del valor instantáneo al menos de una magnitud física del interruptor electrónico, una primera memoria, en la que están depositados los datos correlacionados con la magnitud física, una unidad de procesamiento para el procesamiento de las magnitudes físicas y de un valor llamado de la memoria de manera predeterminada entre sí, y un dispositivo para la emisión del  
15 resultado del acuerdo.

Esta solución según la invención tiene la ventaja de que se puede detectar la potencia disipada real de un interruptor. Esto depende no sólo de la corriente que fluye y los valores característicos del interruptor. Mejor dicho, también desempeñan un papel las influencias ambientales, como, p. ej., la temperatura ambiente. Mediante el  
20 dispositivo según la invención es posible por ello una detección de la potencia disipada real en un instante deseado. Por consiguiente, así se puede determinar mucho más exactamente la sollicitación real del interruptor que con los pronósticos computacionales conocidos por el estado de la técnica.

- En un perfeccionamiento preferido, el dispositivo comprende una pluralidad de entradas para la detección de los  
25 valores instantáneos de las magnitudes físicas de varios interruptores. De esta manera con el dispositivo se puede detectar la potencia disipada, p. ej., de todo un inversor.

- Para poder evaluar el desarrollo de la potencia disipada a lo largo de períodos más prolongados, de forma especialmente preferida está prevista una segunda memoria para el almacenamiento de los valores medidos y  
30 resultados intermedios. Pero esto puede estar conjugado constructivamente con la primera memoria.

- Dado que los interruptores electrónicos tienen valores límite predeterminados para el funcionamiento, más allá de los que no se deberían hacer funcionar, el dispositivo está caracterizado preferentemente por un aparato para la comparación del resultado del procesamiento con un valor límite predeterminado y emisión de una señal al  
35 alcanzarse o sobrepasarse el valor límite. A este respecto, el dispositivo puede estar configurado ventajosamente como equipo autónomo, que se puede transportar en caso de necesidad de manera sencilla al lugar de uso correspondiente. Alternativamente, el dispositivo también puede estar integrado en el control de un inversor o de una instalación de energía eólica.

- 40 Junto a la emisión de la señal, que se puede usar para informar, p. ej., a un usuario o un operario de un equipo semejante, la señal también se puede emitir de forma especialmente preferida al control del inversor o de la instalación de energía eólica, a fin de influir en el control de manera predeterminada.

- En el caso de un inversor que trabaja según el procedimiento de banda de tolerancia, esta influencia puede consistir  
45 ventajosamente en que se eleva la anchura de la banda de tolerancia, cuando el dispositivo emite una señal que muestra el sobrepaso del valor límite. Si así la potencia disipada de un interruptor es demasiado elevada, se puede aumentar la anchura de la banda de tolerancia. Por consiguiente, baja la frecuencia de conmutación y por consiguiente también las pérdidas de conexión o desconexión y en consecuencia en conjunto la potencia disipada del interruptor (inclusive de los diodos de rueda libre).

50

- De forma especialmente preferida una instalación de energía eólica está equipada de al menos un inversor de este tipo. A este respecto, un procedimiento para el control de una instalación de energía eólica está caracterizado porque mediante la señal, que indica un sobrepaso de un valor límite predeterminado, se reduce la potencia generada por la instalación de energía eólica. Por consiguiente, la potencia a procesar por el inversor también se  
55 vuelve más pequeña y correspondientemente se reduce también la potencia disipada en los interruptores.

A este respecto un dispositivo según la invención puede estar conectado con el control de la instalación de energía eólica, para poder influir así en el control de la instalación de energía eólica directamente y no de camino a través del inversor.

60

A continuación se describe la invención más en detalle mediante las figuras. A este respecto:

- Fig. 1 una representación simplificada de un dispositivo según la invención;
- Fig. 2 un ejemplo de una aplicación del dispositivo en una instalación de energía eólica;
- 5 Fig. 3 un segundo ejemplo de aplicación de la invención en una instalación de energía eólica;
- Fig. 4 una representación simplificada del procedimiento según la invención;
- Fig. 5 una representación simplificada de un puente de interruptores para una fase de un inversor; y
- Fig. 6 una representación del procedimiento según la invención.

10 En la representación simplificada mostrada en la fig. 1 de un dispositivo según la invención, la referencia 10 designa un conductor que está conectado con un interruptor 12 (como, p. ej., un IGBT) y que entrega la corriente alterna generada. El interruptor se excita por un control 14. La corriente medida en el conductor 10 se detecta con un transductor de medición 16 y se le suministra a una unidad de procesamiento 18. Esta unidad de procesamiento 18 también contiene informaciones de excitación del control 14 como evento de disparo, a fin de poder determinar de  
 15 forma precisa los momentos de conmutación correspondientes. Conforme a la corriente determinada por el transductor de medición 16 en el conductor 10, desde una tabla 20 se llama un valor de tensión correspondiente para la tensión de colector-emisor y a partir de estos valores se puede determinar entonces la potencia disipada real del interruptor 12. El resultado se puede mostrar p. ej. sobre una pantalla 22. Naturalmente estos valores también se pueden anotar en una memoria (no representada en la figura). Esta memoria posibilita entonces la recopilación de  
 20 datos, que se pueden transmitir con finalidades de evaluación p. ej. a través de una interfaz (igualmente no representada) a un ordenador.

La representación en la fig. 2 se corresponde ampliamente con aquella en la fig. 1. Se ha agregado la representación de una góndola de una instalación de energía eólica 24 con un control 26 previsto aquí. Por  
 25 consiguiente, en función del resultado del cálculo en la unidad de procesamiento 18 se puede mostrar no sólo el resultado de cálculo en la pantalla 22, sino que simultáneamente o alternativamente se puede influir en el control 26 de la instalación de energía eólica 24, a fin de poder reaccionar, p. ej., de esta manera al sobrepaso de un valor límite. Correspondientemente la instalación de energía eólica se puede inducir a reducir la potencia generada. En el caso de instalaciones de energía eólica reguladas por paso, esto es posible mediante modificación del ángulo de  
 30 ataque de las palas de rotor de manera conocida.

La fig. 3 está complementada en comparación a la fig. 2 con transductores de medición y excitaciones. En esta figura están representados varios conductores 100, 101, 102, en los que la corriente que fluye se detecta con los transductores de medición 161, 162, 163. Para la mejora de la visibilidad no están representados los interruptores  
 35 adicionales. Mediante una línea 169 está indicado que aquí todavía se pueden conectar varios transductores de medición como ejemplo para la detección de una magnitud física con la unidad de procesamiento 18.

Conforme al número de líneas también están previstas excitaciones 141, 142, 143 correspondientes. Desde cada uno de estos controles discurre una línea hacia una unidad de procesamiento 18, de modo que para cada interruptor  
 40 que alimenta en una de las líneas 100, 101, 102 se puede entregar respectivamente un impulso de disparo. Según se ha descrito anteriormente, para cada valor de corriente detectado de la tabla 20 se puede llamar un valor correspondiente para la tensión de colector-emisor del interruptor y a partir de ello determinarse la potencia disipada instantánea. Los resultados se pueden emitir entonces de nuevo a una pantalla 22 o al control 26 de una instalación de energía eólica 24. Naturalmente también es posible entregar señales correspondientes a otros dispositivos, como  
 45 teléfonos móviles, centrales de supervisión remotas, etc. para desencadenar notificaciones correspondientes.

La representación en la fig. 4 muestra un plan de desarrollo para el procedimiento según la invención. Después del inicio se determina en primer lugar el valor de medición para un interruptor. Mediante este valor de medición se lee el valor del dato correspondiente en la siguiente etapa de la tabla y luego se procesan los dos valores, en este caso se  
 50 multiplican entre sí, a fin de determinar la potencia disipada instantánea del interruptor. Luego se puede realizar un examen de si el valor determinado está dentro de un límite predeterminado. En caso negativo se puede emitir una señal. Naturalmente, de forma alternativa o complementaria también se puede efectuar una visualización. Luego se puede repetir la medición o no. A este respecto se puede realizar la repetición para el mismo interruptor o también para otro interruptor.

55 La fig. 5 muestra de forma simplificada la disposición de dos interruptores 12a y 12b, con los que se puede generar la corriente para una fase. A los interruptores también pertenecen los diodos de rueda libre 12c y 12d. En el centro entre los dos interruptores 12a y 12b se sitúa la toma para la fase y la línea 10 se corresponde con la línea 10 representada en las figuras 1 – 3. Mediante un transductor de medición 16 se detecta la corriente que fluye en esta  
 60 línea 10 y se conduce a una unidad de procesamiento 18.

Una unidad de control 14 controla los interruptores 12a y 12b. Simultáneamente emite señales de disparo correspondientes a la unidad de procesamiento 18. Estas señales de disparo pueden consistir en el ciclo de excitación de los interruptores 12a y 12b.

5

La unidad de procesamiento 18 lee de la tabla 20 los valores correspondientes a los valores de corriente para la tensión de colector-emisor y emite el resultado a una salida 19. Esta salida puede ser, p. ej., una pantalla, una señal a una supervisión y/o una señal que influye en el inversor o la instalación de energía eólica.

- 10 Para la comprensión de la explicación siguiente es útil considerar la cooperación de interruptor 12a y diodo de rueda libre 12c o interruptor 12b y diodo de rueda libre 12d. Esto está representado en la parte izquierda de la fig. 5 a modo de ejemplo para el interruptor 12a así como el diodo de rueda libre 12c. Se muestran tres patrones de conmutación representados superpuestos. El patrón de conmutación inferior, que está caracterizado en el borde izquierdo con un rectángulo, es el ciclo de conmutación emitido por el control 14 para el IGBT 12a. A este respecto,
- 15 un flanco descendente conduce a la conexión del IGBT y un flanco ascendente a la desconexión del IGBT y a la conexión del diodo de rueda libre. Mientras que el ciclo del control está al comienzo en un nivel elevado, el IGBT está desconectado correspondientemente y el diodo de rueda libre es conductor. Correspondientemente allí se originan pérdidas de flujo. En el instante t1 la señal de control tiene un flanco descendente. El IGBT se conecta y el diodo se bloquea. Correspondientemente ahora aparecen las pérdidas de flujo en el interruptor, según se puede
- 20 reconocer esto también en la central de las representaciones. Por completitud se menciona que, debido a las corrientes de fugas en el diodo en el estado de bloqueo, todavía aparecen pérdidas de fugas correspondientes.

En el instante t2 la señal de ciclo muestra un flanco ascendente. Correspondientemente el IGBT 12a se desconecta y cierra el diodo de rueda libre 12c. En el instante t3 cae la señal de ciclo, el IGBT 12a conecta y bloquea el diodo.

25 Esto todavía está representado aun más hasta el instante t8.

La fig. 6 muestra la relación entre los impulsos de ciclo, que aquí están representados de nuevo como impulsos rectangulares, y la corriente en el conductor 10. En el instante ta la señal de ciclo tiene un flanco descendente. Correspondientemente el interruptor cierra y la corriente comienza a ascender dentro de la banda de tolerancia,

30 hasta que el interruptor desconecta en el instante tb. Esta desconexión del interruptor 12a conduce a la conexión del interruptor 12b y la corriente cae algo de nuevo, hasta que se alcanza un valor inferior. Luego se conecta de nuevo el interruptor 12a con el flanco descendente. Naturalmente el interruptor 12b está desconectado luego y la corriente aumenta de nuevo. Estos procesos de conmutación se prosiguen de modo que en conjunto se origina un desarrollo de corriente sinusoidal.

35

Dado que los instantes de conmutación dependen de alcanzar los valores de tolerancia correspondientes, no está presente un esquema fijo. Mejor dicho, estos instantes de conmutación se producen al alcanzarse los valores límite correspondientes.

- 40 Mientras que el interruptor está conectado, a intervalo de 25  $\mu$ s (este valor es a modo de ejemplo, también puede ser más largo o más corto) se mide la corriente en el conductor y el valor correspondiente para la tensión de colector-emisor se llama de la tabla. Por consiguiente, se puede determinar de forma precisa la pérdida para el flujo de corriente instantáneo.

- 45 En conjunto se pueden diferenciar tres tipos de pérdidas en el IGBT. En el momento de conexión pueden aparecer pérdidas de conexión. Éstas se detectan. Asimismo, en el momento de desconexión aparecen pérdidas de desconexión, que también se detectan. Mientras que el transistor está cerrado aparecen pérdidas de flujo. Éstas también se detectan y todos estos valores se pueden acumular, a fin de producir así las pérdidas para el IGBT.

- 50 Alternativamente al flujo de corriente a través del IGBT aparece un flujo de corriente a través del diodo. Aquí se producen igualmente pérdidas de flujo, como también pérdidas de fugas, cuando el diodo está bloqueado. Estos valores también se detectan, acumulan y se reúnen con los valores obtenidos para el IGBT en conjunto formando las pérdidas de conmutación.

- 55 Estas pérdidas de conmutación se pueden determinar, p. ej., para un periodo de la frecuencia de red o también para otro intervalo de tiempo predeterminado, como, p. ej., un segundo, a fin de poder determinar entonces las pérdidas de conmutación para un periodo o, p. ej., para la convertibilidad más sencilla para un segundo.

- 60 Pero en este caso se pueden tener en cuenta no sólo los interruptores de una fase (véase la fig. 5). Mejor dicho, también se pueden registrar los interruptores para las tres fases, así como para el interruptor en, p. ej., un

convertidor elevador o un chopper en el circuito intermedio.

**REIVINDICACIONES**

1. Inversor, con
  - 5 una pluralidad de interruptores electrónicos (12),  
un transductor de medición (16) para la medición de un valor instantáneo de una corriente a través de uno de la pluralidad de interruptores electrónicos (12),  
una memoria para el almacenamiento de datos de una ficha técnica (20) del interruptor electrónico respecto a los valores de corriente y valores de tensión de colector-emisor,
  - 10 una unidad de procesamiento (18) para la multiplicación del valor instantáneo medido de la corriente por el valor de tensión de colector-emisor leído de la memoria mediante este valor de medición, a fin de determinar la potencia disipada instantánea del interruptor electrónico (12), y  
una unidad de salida para la emisión de la potencia disipada determinada,  
en el que se determina la potencia disipada del interruptor electrónico (12) que presenta un diodo de rueda libre
  - 15 (12c, 12d).
2. Inversor según la reivindicación 1, además con una segunda memoria para el almacenamiento de valores de medición y de resultados intermedios.
- 20 3. Inversor según una de las reivindicaciones 1 – 2, además con un dispositivo para la comparación de la potencia disipada determinada con un valor límite predeterminado de la potencia disipada y emisión de una señal al alcanzarse o sobrepasarse el valor límite.
4. Inversor según una de las reivindicaciones 1 – 3, establecido para la integración en el control de un  
25 inversor de una instalación de energía eólica.
5. Inversor según una de las reivindicaciones 1 – 4, establecido para la emisión de la señal al control del inversor o de una instalación de energía eólica a fin de influir en el control de manera predeterminada.
- 30 6. Inversor según una de las reivindicaciones 1 – 5, en el que el inversor trabaja según el procedimiento de banda de tolerancia, en el que la anchura de la banda de tolerancia se eleva cuando se emite una señal que muestra el sobrepaso del valor límite de la potencia disipada.
7. Instalación de energía eólica con al menos un inversor según una de las reivindicaciones 1 – 6,  
35 en el que se emite una señal para la reducción de la potencia generada por la instalación de energía eólica, cuando la potencia disipada determinada sobrepasa un valor límite predeterminado.

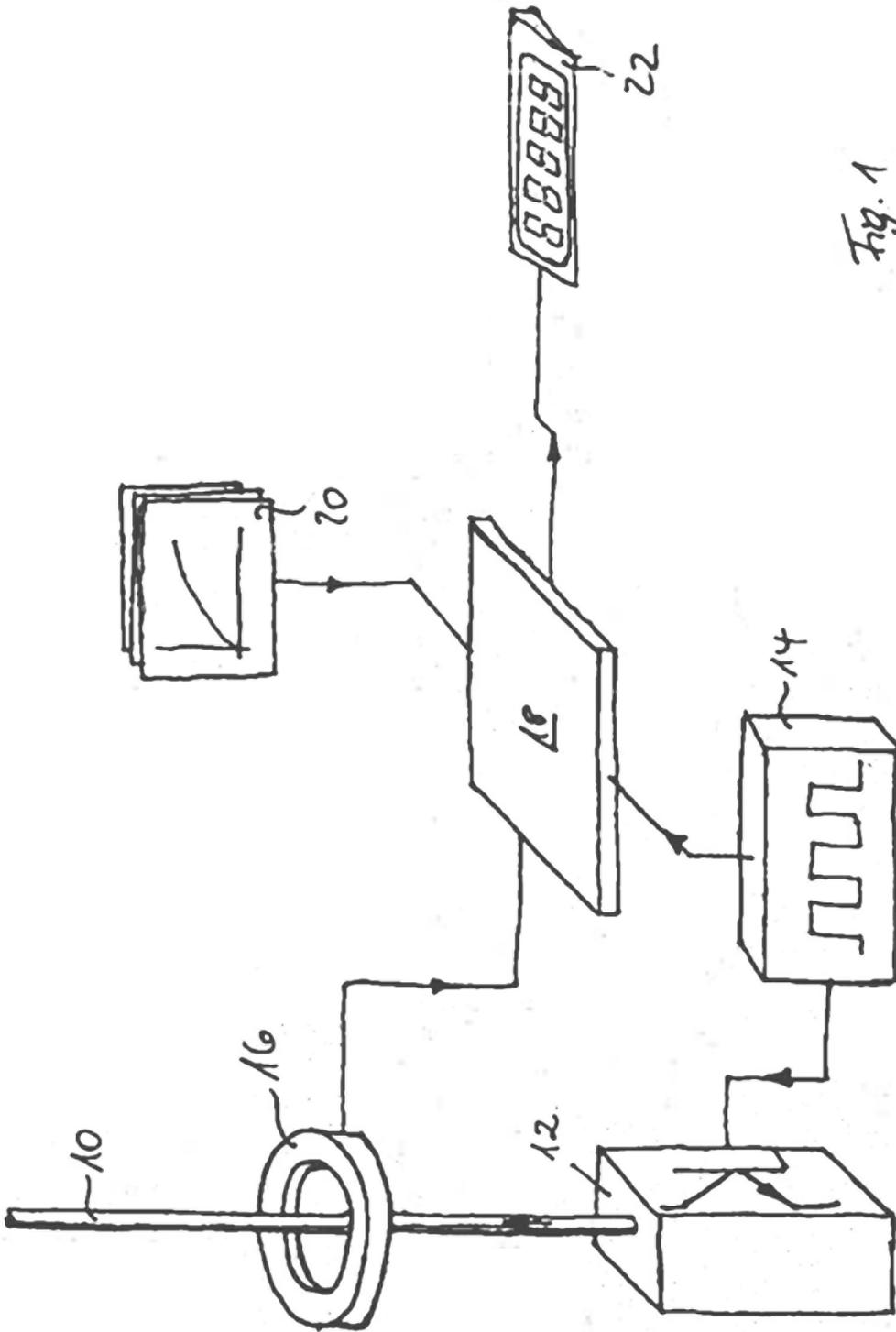


Fig. 1

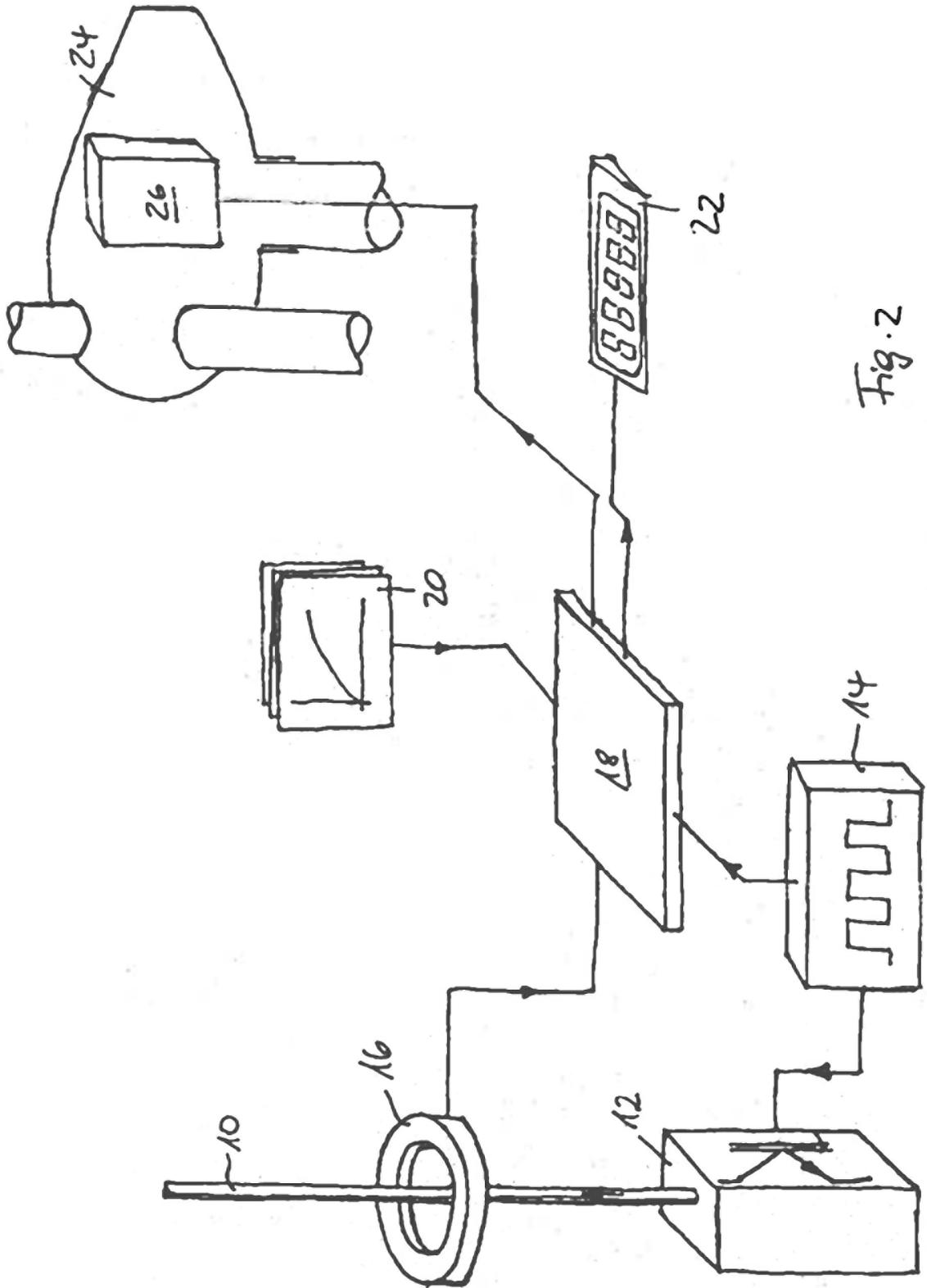


Fig. 2

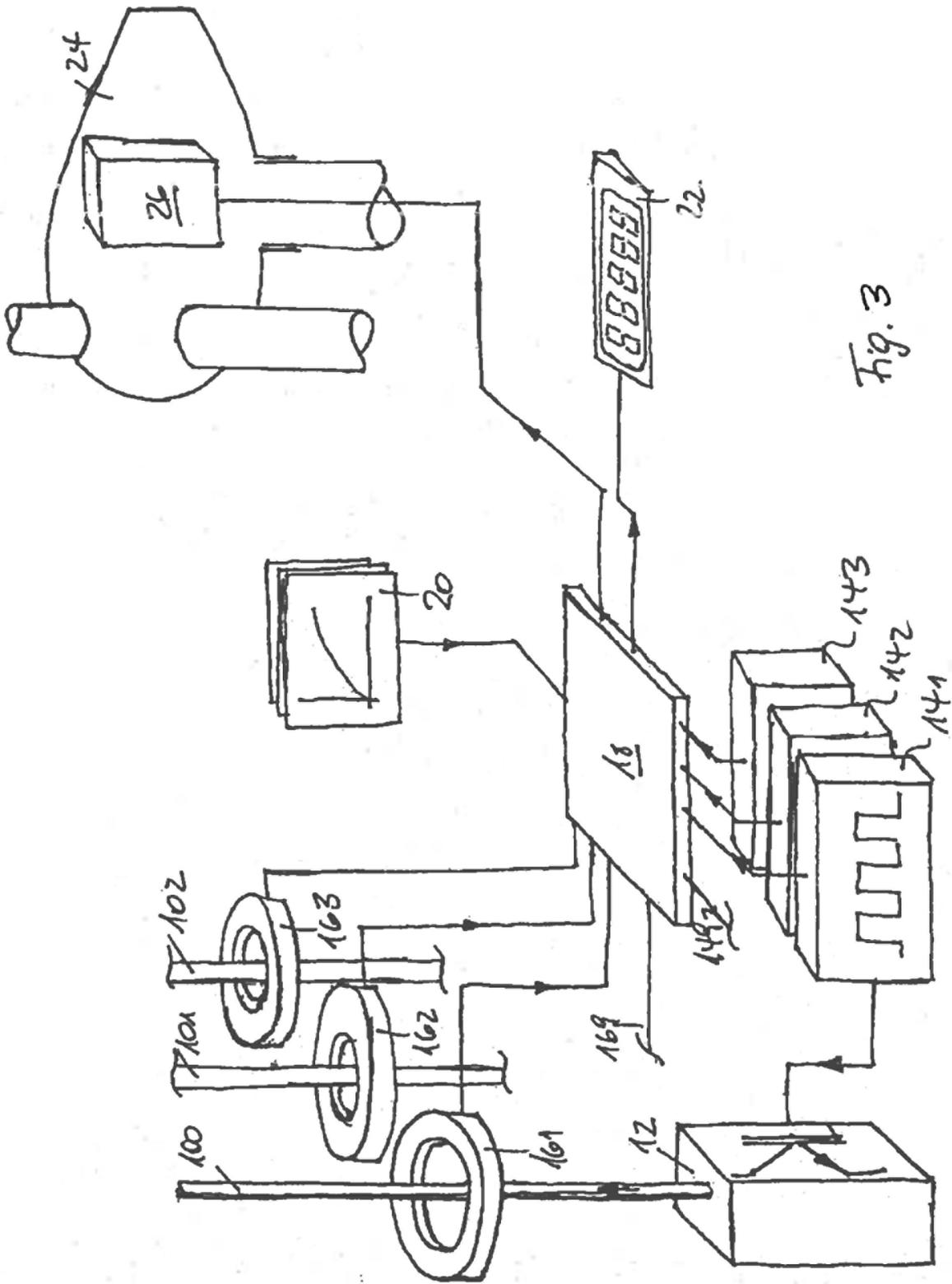


Fig. 3

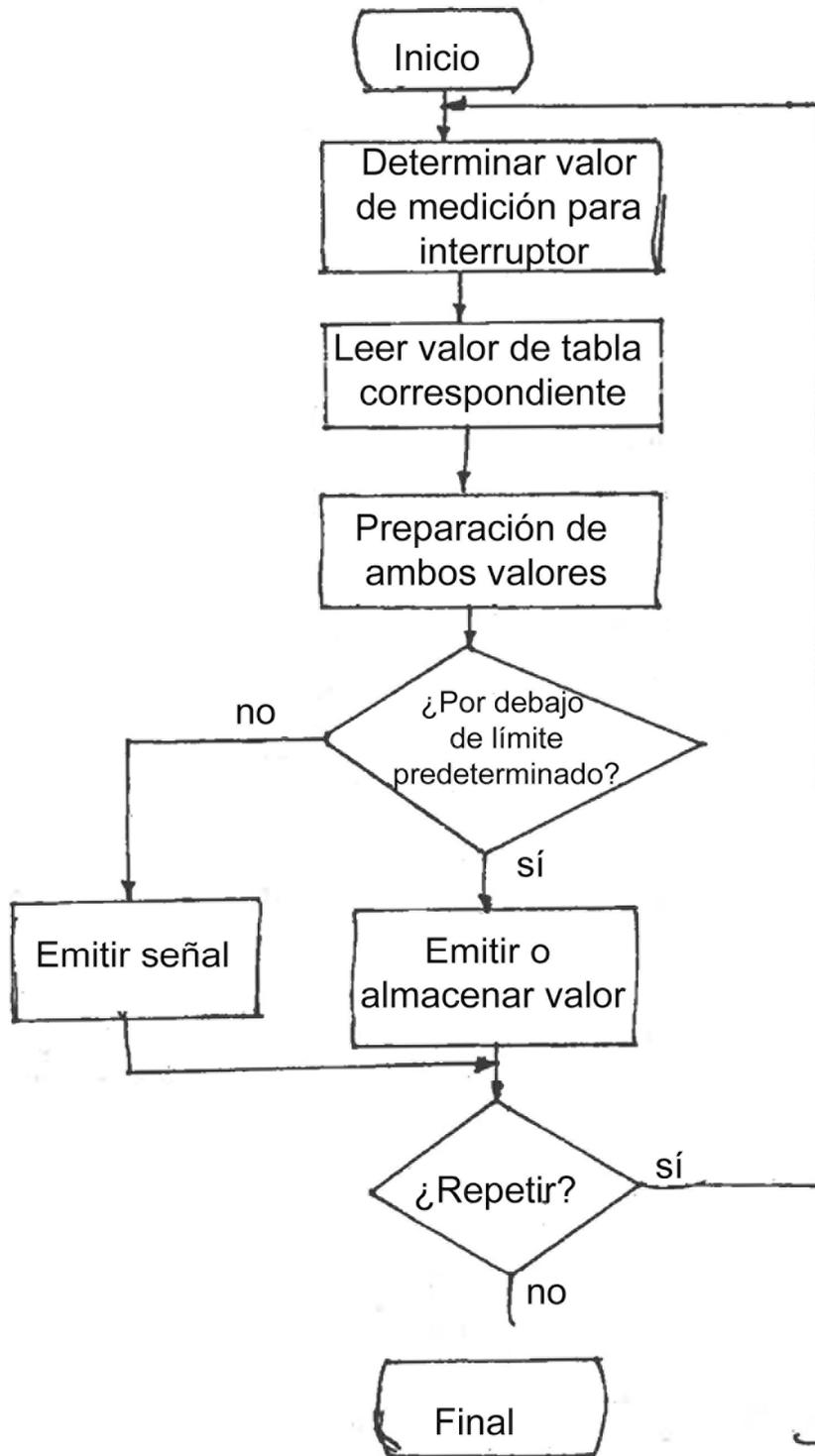


Fig. 4

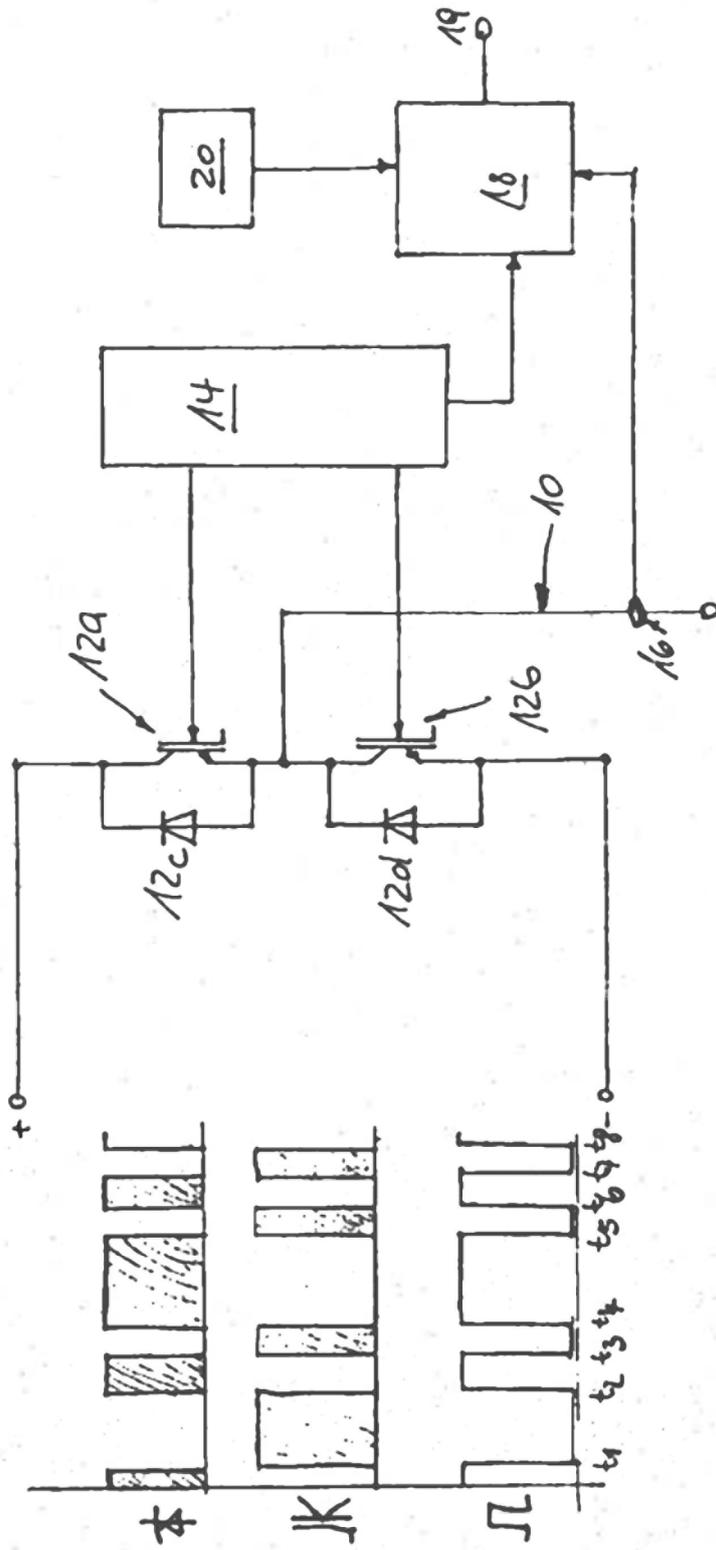


Fig. 5

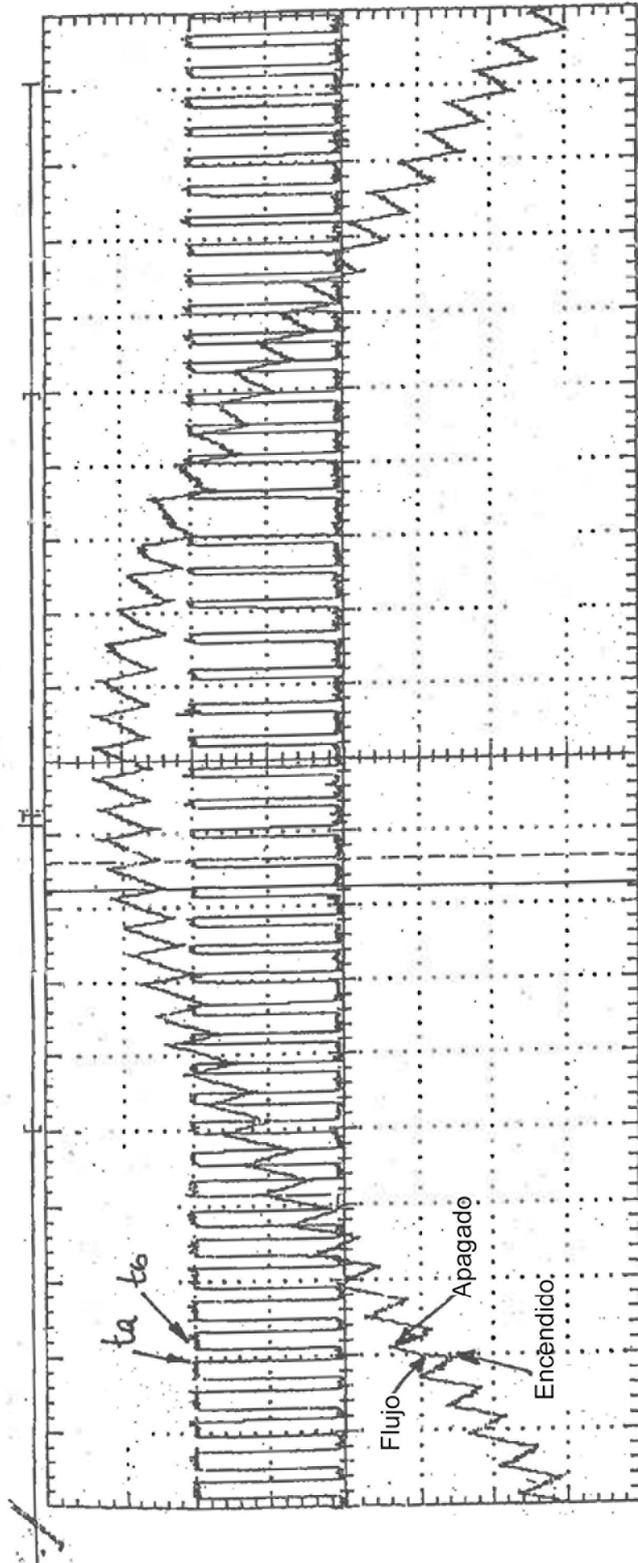


Fig. 6