

10 DIC



263146

PATENTE DE INVENCION

Your Ref. Pats. /24/1164/22.

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en dispositivos termométricos".

=====

Solicitante: United Kingdom Atomic Energy Authority, entidad inglesa,
domiciliada en:
11-12, Charles II Street, LONDRES, Inglaterra.

=====

Este invento se refiere a dispositivos termométricos y tiene una de sus aplicaciones en la medición de temperaturas en los reactores nucleares.

La práctica actual en la medición de temperaturas de reactores, implica casi invariablemente el



263146

empleo de termopares, que tienen ciertos inconvenientes, siendo los tres principales,

5. (a) su tensión de salida es pequeña; además dado que aproximadamente varía en proporción a la temperatura, desde la ambiente en adelante, al cambio de tensión fraccional se hace menor al aumentar la temperatura, llegando a ser muy pequeño en la zona de temperaturas de funcionamiento del reactor.
10. (b) No es-tan básicamente "exentos de fallos" en funcionamiento, dado que la mayoría de las condiciones de fallo que se presentan, se desarrollan a una tensión de salida reducida, equivalente a una temperatura baja.
15. (c) Su señal de salida es de corriente continua que, sin desviación cero, se amplifica mas difícilmente que una señal de corriente alterna.
20. De acuerdo con este invento, un dispositivo termométrico o termómetro, comprende un núcleo ferromagnético que forma un elemento sensible a la temperatura; medios para aplicar impulsos de corriente, de polaridad alternada, para saturar el núcleo en direcciones alternadas de magnetización, y medios para integrar los impulsos de tensión de salida correspondientes del núcleo, siendo la integral de tensión-tiempo de los impulsos de salida, una medida de la temperatura del núcleo.
- 25.
30. En una forma de este invento, un dispositivo termométrico o termómetro comprande una línea de transmisión con un extremo "en corto"; un núcleo ferromagnético que enlaza un conductor de la línea adyacente



203146

- al extremo en corto; medios para aplicar impulsos de corriente de polaridad alternada al extremo no-en corto, para saturar el núcleo en direcciones alternadas de magnetización, y medios para integrar los impulsos de tensión que aparezcan en el extremo no-en corto, como resultado de las reflexiones del extremo en corto.
- 5.

- Un termómetro de acuerdo con este invento, puede comprender una línea coaxil de transmisión que tenga un extremo en corto y otro "libre", terminados con la impedancia característica del mismo; un núcleo ferromagnético de bucle de histeresis rectangular situado en el conductor interno de la línea adyacente al extremo en corto; medios para aplicar impulsos de corriente de polaridad alternada, al extremo "libre", para saturar el núcleo en direcciones alternadas de magnetización, y medios para integrar los impulsos de tensión que aparezcan en el extremo libre, como resultado de reflexiones del extremo en corto. Los impulsos pueden producirse por pares contiguos, y el núcleo puede comprender, por lo menos, dos secciones de temperaturas Curie diferentes.
- 10.
- 15.
- 20.

Para permitir la comprensión más fácil de la naturaleza de este invento, se llama la atención sobre los dibujos adjuntos, en los que

25. La figura 1 es una curva de densidad de flujo de saturación, con respecto a la temperatura, para un material ferromagnético.

30. La figura 2 es una curva de flujo de saturación con respecto a la temperatura de un sistema ferromagnético preparado o compuesto.



263 146

La figura 3, es un esquema de un ejemplo de un dispositivo termométrico de acuerdo con este invento.

5. La figura 4, es un corte longitudinal de una línea coaxil en corte, utilizada en el dispositivo de la figura 3.

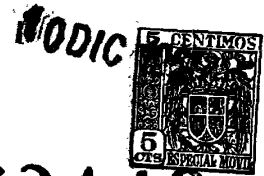
La figura 5, es un esquema de circuito equivalente al dispositivo representado en la figura 3.

10. La figura 6, representa formas de onda en el circuito de la figura 5.

Los dispositivos termométricos de acuerdo con este invento, utilizan la integral de cambio de tensión-tiempo precisa para saturar un núcleo ferromagnético al cambiar la temperatura del mismo.

15. Con referencia a la figura 1, se observará que si la densidad de flujo magnético de saturación, B_s , de un núcleo ferromagnético se representa con respecto a la temperatura absoluta, su proporción de cambio aumenta desde cero al cero absoluto hasta el infinito en la temperatura Curie. El valor de la densidad de flujo de saturación, proporciona por tanto una indicación crecientemente sentida de la temperatura, a medida que se aproxima a la temperatura Curie.

25. Los materiales con un amplio campo de temperatura Curie son facilmente asequibles. Por la elección adecuada de proporciones de aleación de hierro, níquel y cobalto, pueden obtenerse temperaturas Curie desde la ambiente hasta 1.130°C . Una cifra clásica para la variación de temperatura de una muestra a otra
30. de una masa de material comercial, es de $\pm 0,5^{\circ} \text{C}$.



263146

mientras que de una masa a otra del mismo material, nominalmente, la variación es de alrededor de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

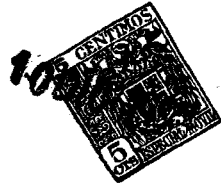
La forma general de la curva de la figura 1, está bien apropiada a la medición de la temperatura

5. en una instalación que funcione a una temperatura elevada bastante fija, tal como un reactor de potencia nuclear. Durante el período de elevación desde la temperatura ambiente, se proporciona una indicación de la temperatura, por la baja inclinación de la curva, y esta
10. indicación se hace progresivamente mas sensible a medida que se aproxima la temperatura normal de trabajo.

Considerese, por ejemplo, un caso en que la temperatura de trabajo deseada sea de 450°C (723°K),

15. y admitase que se utiliza un material magnético cuya densidad de flujo de saturación a esta temperatura es la mitad de a 0°K . Esto significa que el punto de funcionamiento está alrededor de 10 % por debajo de la temperatura Curie en la escla absoluta, dando una
20. temperatura de unos 803°K , o 530°C . Existe así un margen de 80°C . por encima de la temperatura de trabajo en el que puede medirse la temperatura. A la temperatura ambiente, por ejemplo 20°C . o 293°K , la pendiente de la curva y por tanto la sensibilidad de indica-
25. ción de la temperatura, son alrededor del 5 % de la asequible en la temperatura de funcionamiento, pero esto proporcionará normalmente una exactitud suficientemente elevada para los fines del ascenso.

30. Si el margen de 80° por encima de la temperatura normal de trabajo es demasiado reducido, puede



263146

ampliarse utilizando dos materiales de temperaturas Curie ligeramente distintas, dispuestos con sus trayectorias de flujo en paralelo. Esta técnica puede aumentarse empleando dos materiales con temperaturas

5. Curie muy diferentes, para producir una curva con dos zonas de pendiente elevada como se indica en la figura 2, en la que las líneas de trazos son las curvas de los dos materiales utilizados separadamente, y la línea de trazo continuo es la curva del sistema compuesto. Esta última disposición puede proporcionar una región de elevada sensibilidad alrededor de una temperatura normal de funcionamiento, y una segunda región de esta índole alrededor de una temperatura alarma o "fusión" que puede ser superior o inferior a la de trabajo. Utilizando otros materiales adecuados, pueden obtenerse nuevas regiones de sensibilidad superior.

- En el modelo de este invento a continuación descrito, se proporciona una probeta para introducción
20. en un taladro de un reactor nuclear de solamente 0,02 pulgadas de diámetro. Con referencia a las figuras 3 y 4, la probeta presenta la forma de una línea de transmisión 5 en corto-circuito, de diámetro exterior 0,02 de pulgada, con un conductor interno 7 y otro externo 8. Un núcleo 9, en forma de película, de material magnético, provisto de un bucle de histeresis rectangular, se deposita sobre el conductor interno adyacente al corto-circuito, para formar el elemento sensible a la temperatura. Los materiales de construcción adecuados para los conductores interno y externo,



263

son, respectivamente, el cobre y el acero inoxidable; el aislamiento entre los dos conductores está constituido por óxido magnésico, de modo corriente. En la figura 4, se omite el aislamiento para mayor claridad.

5. Con una película depositada de 2" de largo y 0,0005 de pulgada de grueso, constituida por una aleación de níquel/hierro, 80/20, electrodepositada, con una densidad de flujo de saturación de unos 5.000 Gauss a una temperatura de alrededor de 500° C. (o sea unos
10. 10.000 Gauss a la temperatura ambiente), la zona de impulsos de saturación es de unos 0,65 microsegundos-voltios. Así, para invertir el flujo del núcleo en, por ejemplo, 1 microsegundo, ha de aplicarse una tensión de alrededor de 0,65 voltios a través de la parte
15. del conductor interno que enlaza el núcleo. Suponiendo que la fuerza coercitiva del núcleo es de aproximadamente 1 Oerted y que el diámetro del conductor interno es de aproximadamente 0,01 de pulgada, la corriente coercitiva sería de unos 65 mA, dando para el núcleo y
20. el conductor una impedancia efectiva de unos 10 Ohmios, en estas condiciones, Así pues, el núcleo puede combinarse aproximadamente en una línea de transmisión cuya impedancia característica Z es de 10 Ohmios, obtenida haciendo que el diámetro interno del conductor externo sea de 0,012 de pulgada, aproximadamente.
- 25.

La corriente de impulsión se aplica al núcleo desde un generador de impulsos 4, en forma de pares contiguos de impulsos o pulsaciones positivas y negativas, como se indica en la figura 6 (a). (Las formas de onda de la figura 6, no se representan a escala). Los im-

30.



146

- pulsos adecuados para el accionamiento del núcleo antes descrito, tienen una amplitud de 100 mA, aproximadamente, una duración de 2 microsegundos, y un tiempo de elevación reducida, si se compara con el tiempo de inversión de la magnetización del núcleo. Estos impulsos, convenientemente, están proporcionados por dos osciladores de bloqueo de transistores convencionales, el segundo de los cuales se dispara por el borde posterior del impulso del primero, y el primero de los cuales se dispara desde el oscilador de relajación del transistor de acción libre, que funciona a una frecuencia de 1.000 ciclos por segundo, aproximadamente. Los pares de impulsos no precisan ser contiguos, pero esta disposición es preferible dado que el flujo del núcleo en tal caso, es el mismo antes y después de cada par de impulsos; de esto se deduce que la integral tensión-tiempo a través del conductor es cero y, por tanto, no puede haber cambio en el nivel de corriente continua de cualquier acoplamiento de corriente alterna en el circuito.
- El extremo de entrada de la línea, se termina por una resistencia $R = Z$, como se indica en el circuito equivalente de la figura 5, para impedir reflexiones en sentido contrario hacia el núcleo, para que el impulso positivo de corriente de entrada, de amplitud $2I$ produzca inicialmente una tensión a través de la línea de IR , como se indica en la figura 6 (b). Este frente de tensión positiva, llega al núcleo después de un tiempo t igual al tiempo de transmisión de la línea, y la magnetización del núcleo empieza a invertirse. Cualquier
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



263140

- falta de equilibrio entre las impedancias de la línea y del núcleo dá por resultado un frente de tensión de signo y de polaridad adecuadas, para propagarse en sentido contrario hacia la entrada y produce una modificación en la tensión de entrada después de otro tiempo t (figura 6 (b)). Admitiendo a t como el tiempo de inversión del núcleo, éste se satura después de un tiempo total $(t_z + t_r)$ a partir de la iniciación del impulso de corriente. Esto dá por resultado la propagación de un frente de tensión negativa hacia la entrada, que reduce la tensión de entrada a cero después de otro período t_z . La sucesión de hechos durante el impulso de corriente negativa de actuación, es análoga.
- Al final del impulso de corriente negativa,
15. se propaga un frente de tensión positiva, también de amplitud IR , a lo largo de la línea y llega al núcleo después de un tiempo t , reduciendo a cero la corriente de acoplamiento al núcleo. A causa del bucle rectangular de histeresis, practicamente, no ocurre cambio alguno de flujo en el núcleo, y no se induce fuerza electro-motriz en el conductor interno. Sin embargo, se propaga un frente de tensión negativa en sentido contrario, a la entrada del extremo en corto, que retorna el voltaje de entrada a cero, después de un tiempo total de $2 t_z$ a partir del extremo del impulso de corriente.
- 20.
- 25.
- 30.

Los impulsos de tensión que aparecen en la entrada de línea, se amplifican e integran de modo convencional por un amplificador 3 seguido de un integrador 2 de dos fases, cuya salida se acusa en un conta-

MODIC 19



3146

- dor 1. Se comprenderá que la zona de cada uno de los impulsos de voltaje obtenidos en la entrada de línea (figura 6 (b)) después de iniciarse el impulso de accionamiento, es igual a una pequeña constante del área
5. $2IRt^2$, mas el área del impulso a través del conductor interno que acopla el núcleo. Puede demostrarse que la superficie de este último impulso es siempre proporcional a la densidad del flujo de saturación del núcleo, a pesar de cualquier desequilibrio entre las impedancias de la línea y del núcleo. La lectura en el contador 1, es, por tanto, una indicación de la temperatura del núcleo 9.

- Como comprobación de la estabilidad de funcionamiento, puede disponerse otro núcleo análogo mantenido a la temperatura ambiente, y que puede conectarse en circuito, en lugar del núcleo de prueba, o probeta. A causa de la reducida inclinación de la curva de densidad de flujo de saturación, a la temperatura ambiente, como se ha descrito antes, no es necesario estabilizar la temperatura de este otro núcleo, a menos que se precise una gran exactitud.
- 15.
- 20.

- En el modelo descrito, se utiliza un núcleo dotado de un bucle de histeresis prácticamente rectangular. Aunque no es esencial, resulta preferible un núcleo con este tipo de bucle, dado que el flujo de saturación medido es en tal caso muy poco dependiente de la amplitud de la corriente de accionamiento.
- 25.

- El tipo de curva combinada de saturación densidad de flujo, descrita con referencia a la figura 2, puede obtenerse sustituyendo el núcleo uniforme 9 por
- 30.



263 146

un núcleo compuesto cuyas secciones tengan distintas temperaturas Curie. Las secciones pueden estar constituidas por tiras de material magnético depositadas adyacentes en el conductor interno, o por dos o más capas superpuestas de material magnético.

5.

Aunque el modelo descrito está destinado a usarse con reactores nucleares, este invento no se limita a dicho empleo y puede utilizarse para otras aplicaciones de la medición de temperatura.

10.

N O T A
=====

Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que los perfeccionamientos anteriormente indicados son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Inglaterra con fecha 12 de Diciembre de 1,959, nº 42.328 acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS TERMOMETRICOS"; caracterizándose por lo siguiente.

15.

20.

25.

1ª.- Perfeccionamientos en dispositivos termométricos, caracterizados por comprender un núcleo ferro-magnético que constituye un elemento sensible a la temperatura; medios para aplicar impulsos de corriente de polaridad alternada, para saturar el núcleo en sentidos alternados de magnetización, y medios para inte-

30.



263146

grar impulsos correspondientes de tensión de salida del núcleo; siendo una medida de la temperatura del núcleo, la integral tensión-tiempo de dichos impulsos de salida.

5. 2ª.- Perfeccionamientos, en dispositivos termométricos, caracterizados por comprender una línea de transmisión con un extremo "en corto"; un núcleo ferromagnético que enlaza un conductor de la línea adyacente al extremo en corto; medios para aplicar impulsos de corriente de polaridad alternada al extremo libre, con objeto de saturar el núcleo en sentidos alternados de magnetización; y medios para integrar los impulsos de tensión que aparecen en el extremo libre, como resultado de las reflexiones del extremo en corto.
- 10.
15. 3ª.- Perfeccionamientos en dispositivos termométricos, caracterizados por comprender una línea de transmisión coaxil que tiene un extremo en corto y otro libre, terminado con la impedancia característica del mismo; un núcleo ferromagnético de bucle de histéresis rectangular, acoplado al conductor interno de la línea adyacente al extremo en corto; medios para aplicar impulsos de corriente de polaridad alternada al extremo libre, para saturar el núcleo en sentidos alternados de magnetización, y medios para integrar los impulsos de tensión que aparecen en el extremo libre, como resultado de reflexiones del extremo en corto.
- 20.
- 25.
- 4ª.- Perfeccionamientos, según lo especificado en la reivindicación 3ª, caracterizados porque los impulsos se producen por pares contiguos.
30. 5ª.- Perfeccionamientos, según cualquiera de



263146

las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el núcleo comprende por lo menos dos secciones de temperaturas diferentes.

5. 6.- "Perfeccionamientos en dispositivos termométricos"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

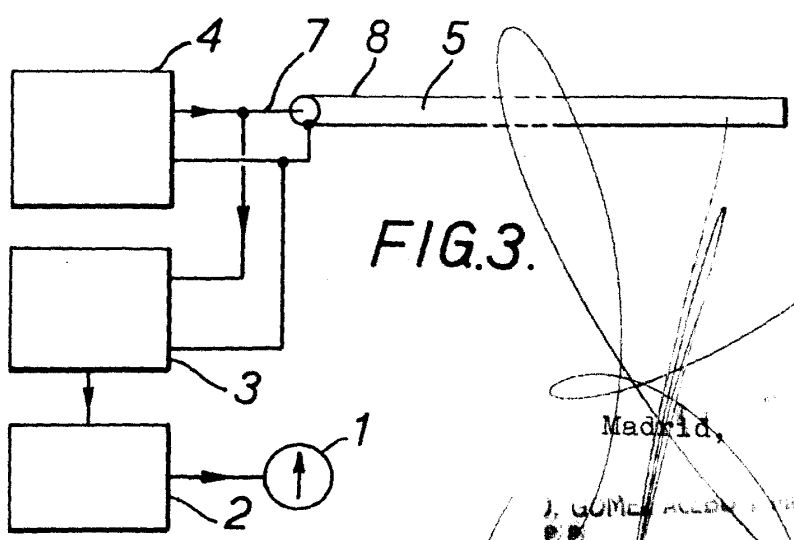
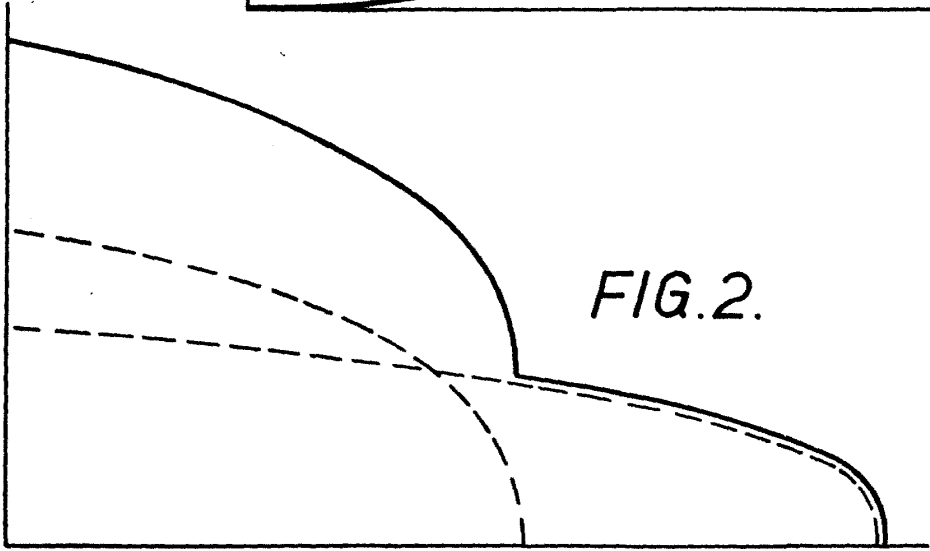
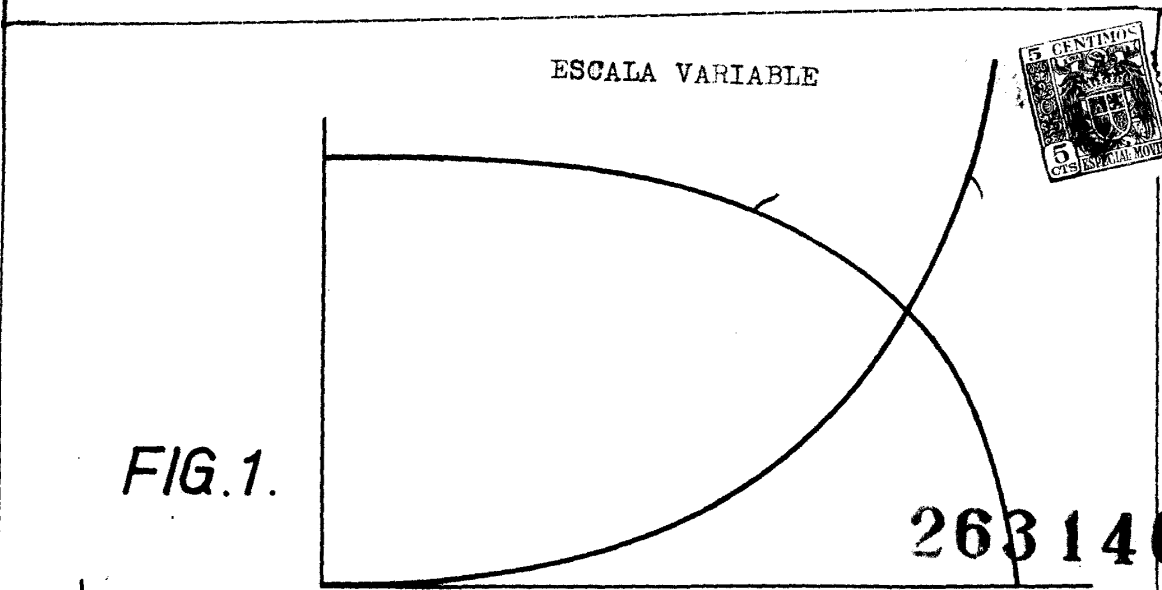
Esta memoria consta de trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 10 DIC 1960

United Kingdom Atomic Energy Authority.

A. GOMEZ ACEBO Y MORA
P. S.

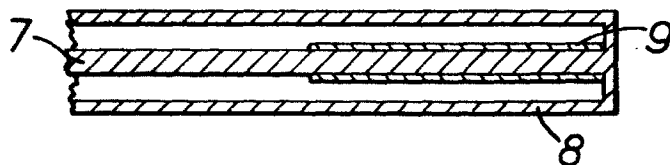
A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a vertical stroke, is written over the typed name and partially over the text above.



ESCALA VARIABLE



FIG. 4.



263 146

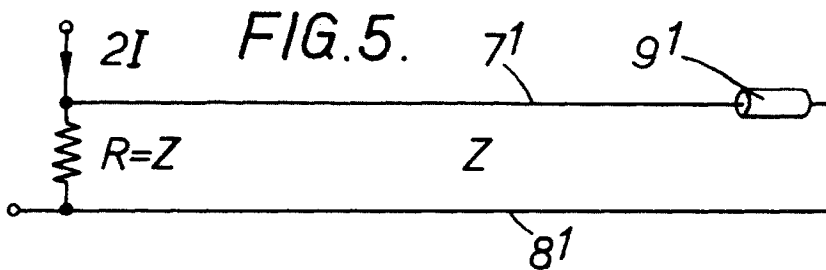
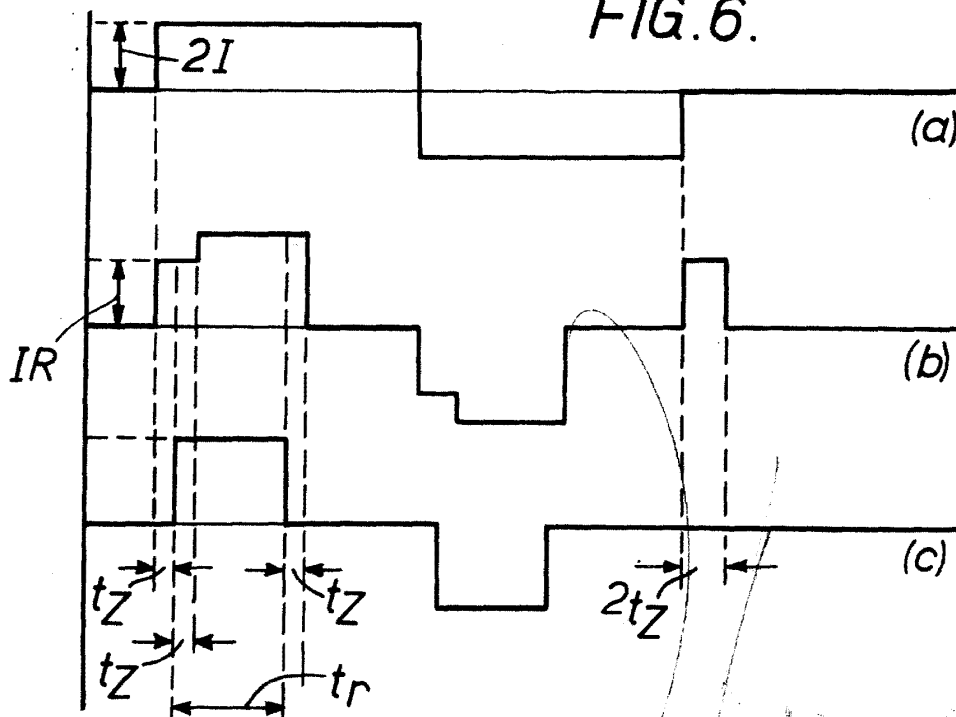


FIG. 6.



Madrid,

GOMEZ