



ES

NUMERO
FECHA DE PRESENTACION
446391

(A1)

PATENTE DE INVENCION

(20) PRIORITARIAS (21) NUMERO P 25 13 823.2	(22) FECHA 27 de marzo de 1.975	(23) PAIS Alemana
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G21C	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(64) TITULO DE LA INVENCION Perfeccionamientos en reactores de agua a presión		
(71) SOLICITANTE (S) KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE residente en 433 Mulheim (Ruhr), Wiesenstr.35, República Federal Alemana		
(72) INVENTOR (S) Werner Aleite, Dipl.Ing.		
(73) REPRESENTANTE		
(74) REPRESENTANTE D. Jaime Gomez-Acebo y Modet.		

La presente invención se refiere a reactores de agua a presión.

5. Por la memoria de patente alemana número 2.007 564 es conocido un reactor de agua a presión para grandes potencias con un núcleo de reactor y barras de mando que son regulables por grupos sobre la altura del núcleo del reactor, para la regulación de la potencia, permaneciendo introducido sólo sobre una pequeña parte de la altura del núcleo un grupo (banco-L) con la mayor reactividad de mando, y siendo eficaz 10. en toda la altura del núcleo otro grupo (banco-D) con una menor reactividad de mando, cuyas barras son intercambiables. La intercambiabilidad se refiere en el reactor de agua a presión conocido, a un cambio aproximadamente semanal entre las barras de mando de uno y del otro grupo. Mediante esto pretende evitarse que en las distintas posiciones de las barras 15. de mando que están asociadas al grupo que se sumerge completamente en el núcleo surja una merma demasiado baja a causa de una inmersión constante y frecuente. Pero precisamente en las zonas del núcleo de menor merma se da la mayor eficacia 20. de las barras de mando. Por lo tanto puede decirse que en la presente invención se parte de un problema totalmente diferente.

El punto de partida de la invención es la determinación de que la eficacia de las barras de mando puede reducirse 25. por contaminación de xenón en el núcleo del reactor. Este descenso de la reactividad de las barras de mando debe eliminarse mediante la invención. De éste modo debe obtenerse además, como objetivo antepuesto, una mejor, sobre todo más rápida regulabilidad del reactor de agua a presión.

30. Según la invención está asociada a las barras del

- otro grupo un cadenciómetro que provoca automáticamente un intercambio de estas barras. Mediante ésto se efectúa pués automáticamente e independientemente del número de barras de mando del otro grupo introducidas en conjunto, un cambio dependiente del tiempo, que suprime ampliamente el desarrollo de contaminaciones de xenón locales que impiden la eficacia de las barras de mando. Este intercambio mecanizado no puede compararse con el cambio de barras de mando de un grupo por otras de otro grupo, expuesto al principio, que está determinado por la merma y con ello se efectúa íntegramente en duración dependiente de la potencia.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- El cadenciómetro es preferentemente un regulador de tiempo con un ritmo fijo. La pausa entre dos procesos de intercambio puede suponer ventajosamente desde media hora a dos horas, dando lugar la pausa más corta a un cambio más frecuente con una influencia correspondientemente mayor sobre la contaminación de xenón, pero también a una mayor sollicitación de los accionamientos de las barras de mando.
- El cadenciómetro puede estar interconectado con un circuito en técnica de cableado fijo o ejecutado con ordenadores, que este aplicado para el programa de traslación de las barras de mando, necesario en atención por una parte a la potencia actual y por otra parte a la merma a largo plazo. Bajo ciertas circunstancias un ordenador puede sacar conclusiones también del flujo de neutrones local medido directamente, sobre densidades de potencia máximas admisibles e incluso sobre la merma. Pero lo esencial es que las barras de mando así indagadas se intercambian adicionalmente a determinados intervalos de tiempo por el cadenciómetro según la invención.

En una importante forma de ejecución de la invención el cadenciómetro es conectable, correspondientemente a la curva de carga del día de una red eléctrica, sólo temporalmente antes de iniciarse la carga. Esta forma de ejecución entra en consideración para reactores de agua a presión que entregan una potencia constante por grandes periodos de tiempo, es decir que "marchan con carga básica" por así decirlo y sólo deban variar su potencia algunas veces para la adaptación a grandes fluctuaciones de la carga de los momentos punta de la tarde o la mañana o del servicio nocturno de la red eléctrica. Aquí se conecta el cadenciómetro oportunamente antes de la rápida variación de potencia esperada, de manera que el aumento de la eficacia de las barras de mando conseguido con su ayuda existe con seguridad cuando se desean las rápidas variaciones de la carga. La conexión del cadenciómetro debería efectuarse por lo menos algunas horas antes de la gran variación de carga a esperar.

Para aclarar más detalladamente la invención se describe un ejemplo de ejecución a base de los dibujos adjuntos.

En la figura 1 está dibujado en representación esquemática un reactor de agua a presión con sus barras de mando como elementos de regulación y los dispositivos de regulación esenciales, la figura 2 muestra una posibilidad de ejecución para el cadenciómetro de la invención y la figura 3 muestra en algunas curvas el transcurso temporal de determinables magnitudes del reactor.

El reactor de agua a presión tiene un tanque de presión 1 en el que está contenido el núcleo de reactor 2. La altura del núcleo H supone más de 3,5 metros, por ejemplo

- 3,9 metros, ya que el reactor de agua a presión está diseñado para una potencia de 1.200 MW. Al tanque de presión 1 se une un circuito de refrigerante 3 externo. Este comprende por lo menos un generador de vapor por el cual se impulsa con una bomba de refrigerante principal el agua ligera empleada como refrigerante primario. El generador de vapor 4 se abastece con el agua de alimentación por una tubería de agua de alimentación 6. El vapor se lleva por una tubería 7 a una turbina no representada.
- 5.
10. Para la regulación de la potencia térmica de aproximadamente 4.000 MW, que se produce en el núcleo 2 del reactor de agua a presión, sirven barras de mando con material absorbente de neutrones que son regulables sobre toda la altura del núcleo H. En total son aproximadamente 50 barras de mando distribuidas uniformemente sobre la sección transversal aproximadamente circular del núcleo 2. Estas están desarrolladas prácticamente iguales pues su longitud activa, es decir absorbente de neutrones, es aproximadamente tan grande como la altura del núcleo H.
- 15.
20. Las barras de mando están divididas en tres grupos. Un primer grupo que está representado por una barra de mando 10 y está designado con L, sirve para mantener una determinada temperatura del refrigerante. Este se regula prácticamente sólo en la zona superior del núcleo del reactor, tal y como se indica en 11, y conserva todo lo posible una posición una vez adoptada. Este primer grupo L comprende aproximadamente los dos tercios a tres cuartos de todas las barras de mando.
- 25.
30. Un segundo grupo está representado por una barra de mando 14. Este se designa con D y debe compensar la reper-

5. cusiones de la temperatura del combustible sobre la reactividad. Para esta finalidad es regulable sobre prácticamente toda la altura del núcleo H, tal y como se indica en 15. Su número supone aproximadamente un tercio a un cuarto de todas las barras de mando.

10. En el circuito de refrigerante 3 externo están aplicados dos lugares de medición 20 y 21 que determinan la temperatura de salida del refrigerante del tanque de presión 1 y la temperatura una vez que ha pasado el generador de vapor 4. De éstos se forma en 22 en valor medio que sirve para la regulación de la temperatura del refrigerante. Para esta finalidad se compara el valor real de la temperatura del refrigerante con el valor teórico de un emisor de valor teórico 23, y se entrega a un regulador diferencial-proporcional (regulador-PD) 25. Este actúa sobre un elemento proporcional 26 con banda inactiva, con un ancho de banda inactiva de $\pm 1^{\circ}$ C, sobre un mecanismo de maniobra gradual paso a paso 28 que regula las barras 10 del bando de potencia L, tal y como está indicado por la línea de acción 29, y que con ayuda de un señalizador de posición 27 indica la respectiva profundidad de inmersión del banco de potencia L.

25. Por un emisor de valor teórico 40 para la posición del segundo grupo de mando D se pone en marcha un mecanismo de maniobra paso a paso 42, a través de un elemento proporcional con elemento de banda inactiva 41 de ± 5 cms. de manera que se regulan las barras de mando 14 cuando existe o se espera una distribución de potencia indeseada. Este emisor de valor teórico comprende un cadenciómetro 44 que se describirá más adelante a base de la figura 2.

30. Para compensar la contaminación de xenón y la merma

5. por combustión pueden alimentarse desionizador ó ácido bórico al núcleo del reactor 2. Para ésto están conectadas a través de una bomba de refrigerante 50 al circuito de refrigerante 3 una tubería de ácido bórico 48 y una tubería 49 para desionizador (agua pura). Las respectivas válvulas de maniobra 51 y 52 se abren por un accionamiento de regulación 63. Este obtiene sus órdenes por una parte directamente en dependencia de una comparación del valor teórico para la posición del banco-D, que depende en primer lugar de la potencia térmica del reactor, con el valor real de la posición que se suministra por un emisor 54 asociado al mecanismo de maniobra paso a paso 42. Como otra magnitud puede entregarse previamente un valor teórico por un posicionador 60.

10. En la figura 2 están dibujados detalles del cadenciómetro 44 asociado al banco-D 14. Este tiene por ejemplo como elemento de tiempo un motor síncrono 63 que mediante un engranaje no representado y que en la figura está indicado sólo mediante la pértiga de maniobra 64, acciona a tres puentes de contacto 65, 66 y 67 que están acoplados entre sí.

15. A los puentes de contacto 65 a 67 están asociadas dos filas de contactos 69 y 70 que pueden enlazarse una con otra en tres posiciones mediante los puentes. La disposición puede ejecutarse como tambor, de manera que los puentes de contacto ejecutan un movimiento rotativo en el que éstos avanzan siempre en el mismo sentido en un contacto a intervalos de aproximadamente 1 hora.

20. A los contactos de la fila 69 están asociados en tres grupos tres diferentes valores teóricos para la posición de la barra de mando. Para esta finalidad están enlazados entre sí los contactos de un grupo.

25.

30.

Mediante un potenciómetro 72 está ajustada para el primer grupo 73 de la fila de contactos 69 la profundidad de inmersión "cero" como valor teórico de la barra de mando, con la toma 75. El segundo grupo 76 de contactos de la fila 69 está aplicado con la toma 77 a un potenciómetro 78 de tal manera que se predetermina el valor teórico de la barra de mando "30%", o sea aproximadamente la tercera parte de la altura del núcleo, como profundidad de inmersión de las barras de mando 14. Para el último grupo 80 de contactos de la fila 69 está predeterminado con el potenciómetro 81 a través de la toma 82 un valor teórico de por ejemplo 90%.

Los contactos de la fila de contactos 70 están enlazados entre sí en tres grupos correspondientemente al agrupamiento de las menores cantidades de barras de mando 14 del banco de barras de mando D trasladables simultáneamente, tal y como se indica por los puentes 85. En el ejemplo de ejecución se han supuesto 11 de tales agrupamientos, que pueden constar de todos modos también de una única barra de mando. Por lo tanto se regula mediante el cadenciómetro 44 en la sucesión temporal deseada con una pausa de en cada caso 10 minutos hasta una hora, alternativamente, cada unidad más pequeña de las barras de mando 14 con su valor teórico a una de las tres posibilidades de valor teórico (0,30 ó 90%). Esta regulación se efectúa más rápidamente de lo que se puede formar una contaminación de xenón que perjudique la eficacia de las barras de mando.

Se ha de hacer constar que el cadenciómetro 44 no influencia la posición de suma de las barras de mando 18 del denominado bando-D, sino que únicamente predetermina un determinado valor teórico, variado en dependencia del tiempo, de

5. la profundidad de inmersión de "grupos" de abajo, que luego se realiza por un "circuito de reajuste" (regulación de posición o también ejecutado ya como "circuito recuperador"). Por lo tanto no varía el concepto de regulación. Se predetermina pues exclusivamente la distribución en espacio sobre el núcleo del reactor 2 para aquellas barras de mando 14 que según número y profundidad de inmersión están determinadas por la regulación primordial de la posición de las barras de mando, por ejemplo correspondientemente a la posición de las barras de mando 10 del banco-L. Las barras de mando 14 a intercambiar pueden estar determinadas también mediante otros criterios, por ejemplo mediante potencias locales altas o merma por combustión, que se determina con un ordenador no dibujado en la figura.

10. En la figura 3 están representados sobre una escala de tiempo abscisas, que alcanza sobre 12 horas (desde las 12 a las 24 horas), junto a la potencia del reactor 86 y a la potencia del generador 87, el valor máximo del flujo de neutrones 88 según la instrumentación del núcleo y la potencia de las barras combustibles 89, que se determina con el sistema esferométrico del reactor.

15. La curva 90 muestra la posición del banco-L con las barras de mando 10. Con las curvas 92, 93 y 94 están representadas por motivos de sencillez las posiciones de las barras de mando para sólo cuatro bancos parciales del banco-D, que se asisten sin cadenciómetros según la invención. La curva 95 muestra la alimentación de deionato ó ácido bórico, perteneciente a ésto. De ello puede verse lo siguiente:

20. Para un rápido descenso de la potencia del generador y la potencia del reactor 86, 87, que tiene como consecuencia

25.
30.

5. un correspondiente descenso del flujo de neutrones 88 y de la potencia de la barra combustible 89, tiene que profundizarse momentáneamente según la curva 90 las posición de las barras de mando 10 del banco-L (punta 98). Al mismo tiempo se introducen los cuatro bancos parciales del banco-D. Pero éstos se llevan entonces de nuevo hacia atrás en un tiempo corto para los procesos xenón, de aproximadamente 1 hora, para no provocar una oscilación de potencial axial demasiado grande. Para compensar este movimiento de las barras y la contaminación xenón,
10. se alimenta desionizador correspondientemente a la curva 95, es decir se reduce el contenido de ácido bórico del agua de refrigeración. En el tiempo siguiente quedan ineficaces ya después de corto tiempo en considerable medida los bancos parciales del banco-D introducidos para disminuir la potencia. Pero esta ineficacia se evita mediante el cadencio-
15. metro 44 según la invención, pues con él, se intercambian constantemente las barras de mando 14 del banco-D en un intervalo de tiempo corto para la contaminación de xenón, de una hora o menos, de manera que se evita el debilitamiento de su
20. eficacia o al menos se reduce perceptiblemente, debido a la contaminación de xenón local.

25. Describa suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

30. 1.- Perfeccionamientos en reactores de agua a pre-

5. sión, del tipo empleado para grandes potencias con un núcleo de reactor y barras de mando que son regulables por grupos sobre la altura del núcleo del reactor, para la regulación de la potencia, permaneciendo introducido sólo sobre una pequeña parte de la altura del núcleo un primer grupo con la mayor reactividad de mando, y siendo eficaz en toda la altura del núcleo un segundo grupo con una menor reactividad de mando, cuyas barras son intercambiables, caracterizados porque a las barras del segundo grupo está asociado un cadenciómetro que provoca automáticamente un intercambio de estas barras.
10. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el cadenciómetro provoca un intercambio de distintas barras del segundo grupo entre sí.
15. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque el cadenciómetro presenta un mecanismo de maniobra paso a paso con un ritmo fijo, preferentemente con un intervalo de 10 minutos hasta 2 horas.
20. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó 2 ó 3, caracterizados porque el cadenciómetro está interconectado con un ordenador que determina las barras a intercambiar, correspondientemente a la merma por combustión local.
25. 5.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque el cadenciómetro es conectable a intervalos de tiempo correspondientemente a la curva de carga del día de una red eléctrica.
30. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque la conexión se efectúa por lo menos algunas horas antes de las grandes variaciones de potencia que se esperan.
- 7.- Perfeccionamientos en reactores de agua a presión,

tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en el dibujo adjunto.

Esta Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

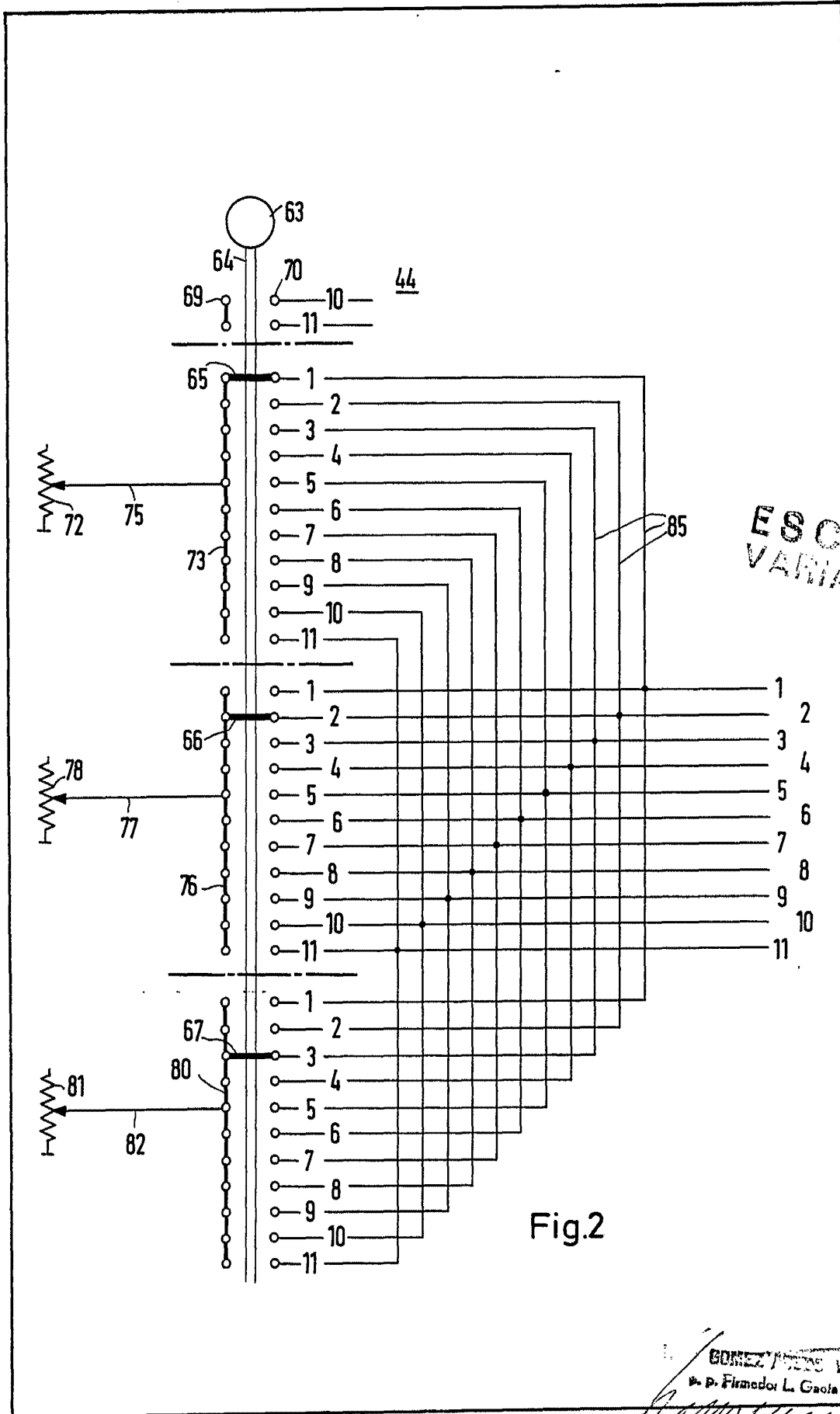
28 Mayo 1976

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT

RUIZ ACEB0 Y MUDEI

Firmado: L. Gato Fernández





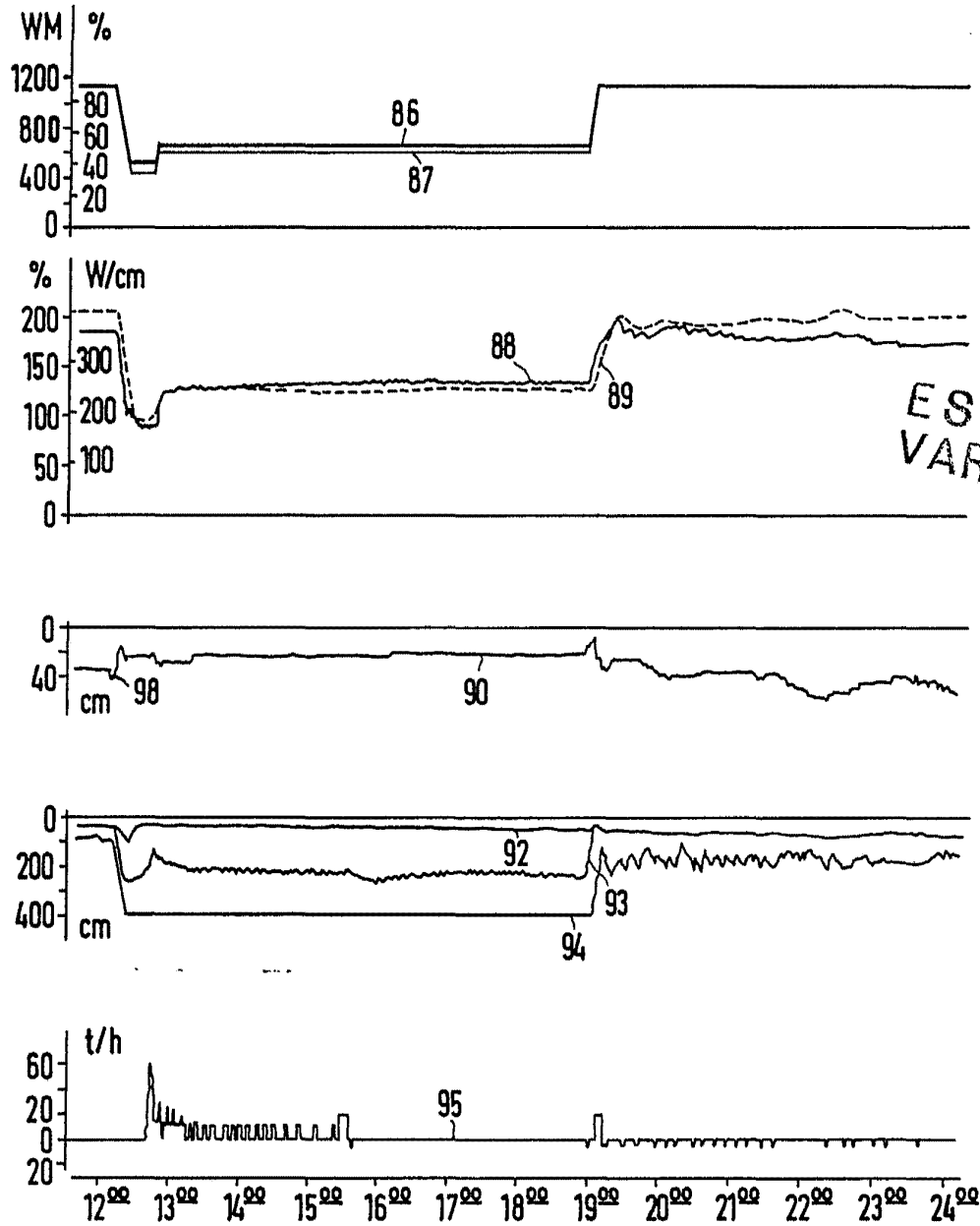


Fig.3

GÓMEZ AGUIRRE Y MATEO
S. A. Firmador: L. Goñe Fontecha

9/3