

340335



PATENTE DE INVENCION

Case No. M-54660

Memoria Descriptiva

sobre:

"PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA MEDIR LA TEMPERATURA DE UN CUERPO CALDEADO".

Solicitante:

UNITED STATES STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 525 William Penn Place, Pittsburgh, Estado de Pensilvania, EE.UU. de A.

Este invento se refiere a un procedimiento y un aparato para medir la temperatura superficial de un cuerpo caldeado y, de una forma más particular, se refiere a un procedimiento y un aparato para medir la temperatura superficial de un cuerpo

5.

340335



caldeado por el grado de polarización de un haz combinado de radiación térmica, emitido y reflejado por dicho cuerpo.

- Al medir la temperatura de un cuerpo caldeado por radiación térmica emitida, la cantidad de radiación térmica emitida depende no solo de la temperatura del cuerpo sino también de las características superficiales de dicho cuerpo. Estas características se reúnen en un factor (v.g., emitancia), lo cual debe hacerse partiendo de la radiación térmica emitida por el cuerpo en cuestión.
- 5.
10. Un cuerpo negro que no tiene reflectancia superficial y cuya radiación térmica pasa sin impedimento desde su interior a través de su superficie, emite una radiación térmica máxima por unidad de área, por unidad de tiempo. Las fuentes de cuerpos negros de este tipo se construyen formando una cavidad en un material opaco y mirando esta cavidad a través de una abertura relativamente pequeña, cuya abertura proporciona un área de reflectancia cero.
15. La radiación térmica de este cuerpo negro depende solamente de la temperatura de este cuerpo y su fuente térmica tiene una emitancia de 1,0. Todas las fuentes térmicas a la misma temperatura, que no sean el cuerpo negro, emiten menos radiación térmica por unidad de área, por unidad de tiempo y, por lo tanto, tienen emitancias inferiores a 1,0.
- 20.
25. La Ley de Kirchoff afirma que cuando una fuente o foco de un cuerpo negro y una superficie de muestra se hallan a la misma temperatura, la fracción de radiación térmica de cuerpo negro emitida por la superficie de muestra es igual a la fracción de radiación térmica de cuerpo negro absorbida por dicha superficie de muestra. Suponien-
- 30.

340335

10 MAY. 1957

- do que la radiación térmica de un cuerpo negro descienda sobre una superficie de muestra a un cierto ángulo, digamos de 45 grados, y que la superficie de muestra se examine con un detector de radiación a un ángulo de reflexión de 45 grados, y que el cuerpo negro y la superficie de muestra se hallen a la misma temperatura, la señal total (radiación térmica reflejada más radiación térmica emitida) recibida por el detector de radiación es la misma que la que se recibiría si el detector de radiación se enfocara directamente al cuerpo negro a esa temperatura. Los estudios teóricos indican que cuando un dispositivo de detección de radiación se enfoca alternativamente sobre un cuerpo negro caldeado y sobre las radiaciones térmicas del cuerpo negro reflejadas por la superficie de la muestra, se observará una señal de diferencia nula solamente cuando la superficie de muestra y el cuerpo negro se hallen a la misma temperatura.

- En el análisis anterior se supone que la fracción del haz incidente de radiación térmica procedente del cuerpo negro que no llegue al detector de radiación ha sido absorbido por la superficie de muestra. Esta suposición es errónea porque se supone como absorbida aquella parte del haz incidente de radiaciones térmicas que ha sido difundido aleatoriamente por la superficie.

- Este invento tiene por objeto general evitar y vencer anteriores dificultades y otras más, así como las objeciones hechas a las prácticas de técnicas empleadas hasta el momento, proporcionando un procedimiento y un aparato perfeccionados para la medición de temperaturas, cuyos procedimiento y aparato:

- a. Determinan la temperatura de una superficie

340335



10 MAY 1951

de muestra por la medición de la polarización de la radiación térmica (tanto emitida como reflejada) procedente de la superficie de muestra.

5. b. Eliminan la corrección del factor de emitancia de la superficie de muestra;

c. No exigen el empleo de una superficie de muestra bruñida y se pueden usar con muestras de diversos acabados superficiales incluyendo recubrimientos de óxidos;

10. d. Localizan una radiación nula y eliminan las mediciones cuantitativas, eliminando con ello la compensación del detector de radiación para efectos térmicos y de envejecimiento (dentro de una escala relativamente grande);
y

15. e. Proporcionan una lectura correcta aún cuando cambie la emitancia de la superficie de muestra (como puede ocurrir por oxidación) en el transcurso de la medición de la temperatura.

20. Los objetos arriba mencionados del presente invento y otros más que se harán evidentes en el transcurso de la descripción del mismo, se consiguen con un aparato para medir la temperatura del cuerpo caldeado, cuyo aparato tiene un armazón, un dispositivo de cuerpo negro en el armazón adyacente al cuerpo caldeado y adaptado para dirigir radiaciones térmicas sobre el cuerpo caldeado, un dispositivo de detección de radiaciones térmicas en el arma-

25. zón adyacente al cuerpo caldeado para recibir y transformar en una señal la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada del cuerpo caldeado, y un dispositivo analizador para pasar dichas radiaciones combinadas

30. al dispositivo de detección de radiación térmica, cuyo dis-



positivo analizador tiene una dirección de transmisión adaptada para detectar la polarización de la radiación térmica directa y radiación térmica reflejada, combinadas, del cuerpo.

5. También se proporciona un procedimiento para medir la temperatura de un cuerpo caldeado que comprende las operaciones de dirigir radiación térmica del cuerpo negro sobre el cuerpo caldeado; detectar la polarización de la radiación térmica directa y radiación térmica reflejada, combinadas, del cuerpo caldeado; y recibir y transformar en una señal la radiación térmica directa y radiación térmica reflejada del cuerpo.
- 10.

A continuación se describe el invento, a título de ejemplo, con relación a los dibujos adjuntos que lo ilustran y para una mejor comprensión del mismo. Los números iguales de referencia indican partes similares en las diversas vistas de los dibujos, en los que:

15. La figura 1 es una vista en planta del aparato del presente invento;
20. La figura 1a es una vista isométrica de la pieza de muestra y su dispositivo calentador.
- La figura 1b es una vista de costado del cuerpo negro y su dispositivo calentador.
25. La figura 2 es una vista esquemática en planta del aparato ilustrado en la figura 1;
- La figura 3 es una vista de costado del aparato ilustrado en la figura 1;
30. La figura 4 es una vista de frente en alzada del aparato ilustrado en la figura 1 y representa el dispositivo detector y el dispositivo analizador.



La figura 5 es una vista de frente en alzada del conjunto analizador giratorio;

La figura 6 es una vista de costado parcialmente seccionada del conjunto analizador giratorio.

5. La figura 7 es una vista frontal en alzada de un osciloscopio;

La figura 8 es una vista esquemática isométrica que representa la muestra y el plano de incidencia;

10. Las figuras 9, 10 son gráficos que representan la diferencia de temperaturas medida por el aparato del invento y medida por termopares de comparación soldados a las muestras.

15. La figura 11 es un grafico que representa las amplitudes relativas de los dos componentes de polarización como una función de temperatura;

La figura 12 es un esquema de una modalidad alternativa que ilustra el dispositivo de referencia de fase;

20. Las figuras 13,14 son líneas de registro de osciloscopio que representan la señal de referencia y la señal de entrada procedentes del dispositivo de detección de radiación térmica; y

25. Las figuras 15-19 son reproducciones de los gráficos del registrador que ilustran la señal de diferencia (o error) del detector de radiación polarizada en los que las temperaturas indicadas son temperaturas de las muestras medidas por un termopar y en los que: la figura 15 representa una muestra de hojalata fundida del No. 5, una referencia de cuerpo negro a 212,21°C y una energía de salida nula de la muestra a 210,54°C; la figura 16 representa una muestra galvanizada cristalina, una referencia del cuerpo negro a 264,44°C y una

30.

340335



energía de salida nula de la muestra a 260,00°C; la figura 17 representa una muestra de acero oxidado, una referencia del cuerpo negro a 262,22°C y una energía nula de salida de la muestra a 258,89°C; la figura 18 representa una muestra galvanizada vuelta a fundir, con una referencia del cuerpo negro a 431,10°C y la figura 19 representa una muestra galvanizada tomada a través del punto de fusión y referencia del cuerpo negro a 421,10°C.

Aunque los principios de este invento se aplican en general a un aparato y procedimiento para medir temperaturas, dichos aparato y procedimiento se adaptan en particular a la medición de temperaturas superficiales de un cuerpo caldeado por el grado de polarización de un haz combinado de radiación térmica emitida y reflejada por el cuerpo caldeado y, por consiguiente, así se ha ilustrado y así se describirá.

Refiriéndonos de una forma específica a la forma del presente invento ilustrada en los dibujos y en particular a las figuras 1, 1a y 2, un cuerpo caldeado, como puede ser una muestra de trabajo, se indica de una forma general por medio del número de referencia 10.

Esta muestra 10 (figura 1a) se monta mediante bridas de apriete 12 en un calentador eléctrico de tipo de disco de cobre 14 contenido en una envoltura 16, cuya envoltura 16 va montada a su vez en una varilla 18 (figura 3). Los conductores 20, 22 conectan el calentador 14 a un regulador 24 del tipo manufacturado por la Norbatrol Electronics Corporation, 356 Collins Avenue, Pittsburg, Pennsylvania, como "Regulador de Trazos Eléctricos". El termopar representado en forma de conductores 20**b**, 22**b** suministra una señal de sa-

-8-340335



lida de temperatura al regulador 24.

- El aparato del presente invento para medir la temperatura de la muestra de trabajo 10 tiene un bastidor o mesa 26 (figura 3). Se dispone un dispositivo de cuerpo negro, que puede ser una placa plana de metal, similar a la muestra de trabajo 10, (figura 1a) recubierto con un material de elevada emitancia, que puede ser una pintura lisa negra (no representada) o, alternativamente (figuras 1, 1b), un cuerpo negro 28 similar al Tipo 11-201, manufacturado por la Barnes Engineering Company y provisto de una abertura 28a de aproximadamente 76,2 mm de diámetro. Este cuerpo negro 28 se dispone en una envoltura 16a que contiene un dispositivo calentador 14a (figura 2), cuyo dispositivo calentador 14a se conecta mediante los conductores 20a, 22a (figura 1) a un regulador 24a. La envoltura 16a se monta mediante soportes 30, 30a sobre la mesa 26 (figura 1b) de modo que la abertura 28a del cuerpo negro 28 se halle a un ángulo de unos 90° con respecto al eje óptico A-A (figura 2) del aparato. El campo visual de un detector 32 está indicado por las líneas discontinuas B-B (figura 2). La muestra de trabajo se coloca a un ángulo b con respecto al eje óptico A-A (figura 2). El dispositivo de detección de radiación térmica o aparato 32 es similar a un sensor fotoconductor de sulfuro de plomo para rayos infrarrojos del tipo fabricado por la Estman Kodak Company, Rochester, N.Y. como detector Ektron. El dispositivo 32 se monta mediante un soporte 34 (figuras 1, 3, 4) sobre una varilla 35 con soportes 35a verticales al bastidor 26 junto a la muestra de trabajo 10 para medir la radiación térmica combinada de la muestra 10. El dispositivo de detección de radiación térmica 32

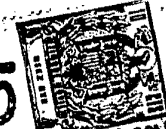
340335



consiste en una sustancia fotoconductor^a depositada con
electrodos conductores sobre un cristal u otra base dieléct-
trica. Los cambios en radiación térmica producen cambios
en resistencia en el dispositivo de detección de radiación
5. térmica 32 y dichos cambios de resistencia son observados
como una señal eléctrica. El dispositivo de detección de
radiación térmica 32 funciona como una resistencia pura de
la ley de Ohm sin efecto de diodo. El dispositivo 32 no se
ve sometido al efecto microfónico y el área sensible puede
10. tener prácticamente cualquier tamaño o forma con una sensi-
bilidad máxima en la región infrarroja del espectro.

Se monta en 40 (figura 3) sobre la varilla 35 ad-
yacente al detector 32 un dispositivo analizador, como es
el conjunto analizador 36 (figuras 1, 2-6) con una dirección
15. de transmisión adaptada para detectar la polarización de la
radiación térmica directa y la radiación térmica directa y
la radiación térmica reflejada, combinadas, de la muestra
10.

Refiriéndonos a las figuras 1, 3, 5 y 6 el soporte
20. 40 del conjunto analizador 36 tiene un miembro central anular
estacionario 38, cuyo miembro anular 38 proporciona una su-
perficie de apoyo para un cubo anular 42. Este cubo 42 lle-
va un miembro anular 44 sujeto al cubo 42 (unido por una co-
rrea 46 al engrane 47 de un motor 48). Una pestaña anular
25. dentada giratoria 50 del cubo 42 lleva montado un analizador
de rayos infrarrojos de plástico 52, similar al polarizador
lineal de infrarrojos de plástico laminado de 50,8 mm de diá-
metro producido por la Polaroid Corporation, Rochester, N.Y.
La línea óptica visual está indicada por la línea discontinua
30. D-D de la figura 6. Ese analizador 52 va sujeto a la pestaña



portadora 50 mediante bridas de apriete 54 y tornillos 56.

- Con el fin de asegurar que el campo visual del detector 32 quede lleno por la muestra 10 y la abertura del cuerpo negro 28a, se monta en 62 un dispositivo limitador, como el diafragma 58 (figura 2) provisto de una abertura 60, sobre la varilla 35 de la mesa 26 (figura 3). Con el fin de enfocar la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada, combinadas, de la muestra 10 sobre el detector 32, se monta una lente 64 de doble convexidad en una envoltura 65 en 66 sobre la mesa 26. El dispositivo utilizado para elegir una banda de longitud de onda predeterminada de la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada, combinadas, de la muestra 10, es un filtro 68, del tipo de interferencia, montado en 70 en una envoltura 34 adyacente al detector 32. Con el fin de disponer de un medio de almacenaje se monta un osciloscopio 72 (del tipo manufacturado por Tektronics, Inc. como Osciloscopio de Almacenamiento No. 564) sobre la mesa 26 junto al detector 32 para recibir la señal eléctrica del detector 32 y para indicar la magnitud de la señal. Los conductores 76,78 conectan en detector 32 al osciloscopio 72 a través de un preamplificador 80 del tipo similar al Preamplificador Todo Uso Fotoconductor Modelo DP-2C manufacturado por la Barnes Engineering Company y que se utiliza para amplificar la señal eléctrica producida por el detector 32.

- Si no se polariza el haz de radiación térmica combinado el analizador giratorio 52 genera un haz resultante uniforme. Cuando el haz combinado de radiación térmica se polariza, el analizador 52 genera un haz variable resultante. Cuando el haz combinado de radiación térmica es constante,

340335



el detector 32 genera una señal constante de salida. Cuando el haz de radiación térmica combinado es variable, el detector 32 genera una señal alternante representada en la figura 7. Si se necesitara tener un registro permanente, la salida del detector 32 se alimentaría a un dispositivo automático de registro (no representado).

5.

Para hallar la temperatura de la muestra 10, se toman dos lecturas con el cuerpo negro 28 a diferentes temperaturas. Las amplitudes de la señal alternante del detector 32 son diferentes, siendo la menor la temperatura del cuerpo negro más proxima a la temperatura de la muestra.

10.

Se cambia la temperatura del cuerpo negro en la dirección debida y se toman lecturas hasta que pase una señal a-c

15.

del detector 32 por un punto nulo (figura 7) y comienza a aumentar. La temperatura de la muestra 10 es aproximadamente la temperatura del cuerpo negro para esta lectura nula.

En la figura 7, una pantalla 84 del osciloscopio de almacenaje 72 demuestra el cambio de amplitud de la señal de salida y muestra una radiación nula a 255°C. La señal a-c tanto para una temperatura del cuerpo negro de 250°C como para una temperatura de 260°C.

20.

La tabla I muestra los datos de once muestras 10 de tres metales diferentes con acabados superficiales variables y recubrimientos de óxido.

25.

Tabla I

Tipo de muestra	Acabado superficial	Emitancia aproximada	Temperatura	Temperatura
			del cuerpo negro	medida en la muestra
			°C	°C
Acero al carbono	Oxidado No. 5	0.30	211	204
Acero al carbono	Limpia No. 7	0.20	218	227

30.

340335



	Acero al carbono	Oxido No. 7	0.35	259	268
	Hojalata fundida	No. 7	0.11	211	208
5.	Hojalata fundida	No. 3	0.15	207	209'8
	Hojalata sin fundir	No. 7	0.11	213	216'7
	Hojalata sin fundir	No. 3	0.15	199	202
10.	Galvanizado de segunda fusión		0.47	206	210'5
	Galvanizado de segunda fusión		0.47	263	269
	Galvanizado cristalino		0.47	258	268

15. Las figuras 9, 10 muestran datos adicionales similares a los indicados en la tabla I, indicando la diferencia de temperaturas medidas por el aparato y los termopares 73 (figura 1a) soldados a la muestra de trabajo 10.

20. En la tabla I los errores mayores son de aproximadamente un 4 por ciento de la temperatura real, cuyos errores pueden reducirse por compensación de errores sistemáticos. Por ejemplo, el cuerpo negro 28 tenía una emitancia inferior a uno y, por consiguiente, emitía menos radiación que el cuerpo negro ideal, corrigiéndose dicho error del cuerpo negro por calibración. El error sistemático se calculó como el significado de las diferencias entre la temperatura del cuerpo negro y las temperaturas medidas en la muestra y se corrigieron los datos de acuerdo con este error (figuras 9, 10).

30. En las figuras 9 y 10 se ha tomado en ordenadas los errores de temperatura del cuerpo negro en grados centi-

340335



grados. Por R y S se ha representado la intensidad en el termopar que da medidas de compensación. Al lado se dan unas tablas en las que se dan las muestras M y el acabado A'. Las muestras son: A y D, chapa negra; B.yE, hojalata fundida; C y G, galvanizado; F, hojalata sin fundir; H, galvanizado de segunda fusión; e I, chapa negra oxidada.

5.

Para el funcionamiento del aparato en fábricas, el analizador 36 giratorio se protege mediante una ventana (no representada), (elegida por la ausencia de efectos polarizantes). Para la aplicación de la medición de una temperatura en particular, puede ser conveniente añadir otras lentes 64, filtros 68 u otros componentes ópticos.

10.

El sistema de lecturas puede ser susceptible de muchas variaciones. La radiación nula puede determinarse directamente y también puede determinarse midiendo incrementos iguales en dos lados del punto nulo. Se puede hacer funcionar el aparato bien para controlar la temperatura de una muestra, colocando el cuerpo negro 28 a la temperatura deseada de trabajo y variando la temperatura de la muestra 10 que se ha de controlar de acuerdo con la magnitud y fase de la salida del detector, o para medir la temperatura de la muestra según se ha descrito anteriormente.

15.

20.

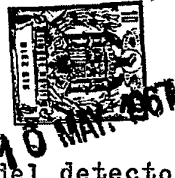
Las diferencias entre las temperaturas de referencia y las temperaturas de la muestra se componen de: (1) un error sistemático y (2) errores aleatorios. La tabla I muestra el error total de los primeros datos tomados. Las figuras 9 y 10 muestran solo los errores aleatorios de los últimos datos, después de corregir el error sistemático.

25.

Un error sistemático es inevitable en cualquier instrumento. Por ejemplo, es imposible colocar la muestra 10

30.

340335



5. y el cuerpo negro 28 a la misma distancia del detector 32. Al trabajar a distancias que son relativamente cortas comparadas con la distancia focal, las distancias diferentes del punto de referencia del cuerpo 28 y el foco 10 producen la necesidad de una corrección sistemática, aún cuando se llene el campo visual. El error sistemático puede determinarse y corregirse.

10. Los errores fortuitos mostrados en la tabla I y en las figuras 9 y 10 caen en su mayoría dentro de la banda de error aleatorio que se espera en las mediciones. Las temperaturas de la muestra 10 y el cuerpo negro 28 se miden mediante los termopares 73. Estas temperaturas se consideran exactas con una variación de ± 1 por ciento.

15. El error aleatorio en la diferencia de los dos termopares 73 es del 1,4 por ciento. La mayoría de los datos trasladados al gráfico cae dentro de esta banda de error, que se indica mediante las líneas discontinuas de las figuras 9 y 10.

20. Hay relativamente pocos puntos en las figuras 9, 10 que muestren un error aleatorio mayor que el esperado de los métodos de medición y, aún así, la discrepancia no es muy grande.

25. De estos puntos, el error negativo mayor aparece en el galvanizado cristalino, que tiene la emitancia más baja de cualquier muestra 10 y algunos de los mayores errores positivos aparecen en la hojalata sin fundir, que tiene la segunda emitancia más baja. Por lo tanto, los errores no demuestran dependencia sistemática alguna en la emitancia.

30. Estos resultados representados en las figuras 9 y 10 demuestran que el procedimiento es independiente de la emitancia en un grado muy elevado.

340335 MAY. 1957

Este aparato y procedimiento determinan la temperatura de un cuerpo caldeado 10 examinando por polarización la suma de; (1) la señal de radiación emitida por la superficie de prueba 10, y (2) la señal de radiación emitida por un cuerpo negro 28 y reflejada por la superficie de prueba 10. La igualdad de la temperatura del cuerpo negro 28 y la superficie de prueba 10 se detecta por la condición de que la suma de los haces reflejados más los haces emitidos no está polarizada. La radiación emitida por un cuerpo negro 28 no es polarizada, pero cuando la radiación del cuerpo negro se refleja desde una superficie 10 a esta incidencia distinta a la normal, se polariza el haz porque los componentes de polarización en el plano de incidencia y perpendiculares a dicho plano (figura 8) (originalmente iguales) se ven afectados de una manera diferente por la radiación y de aquí que difieran en fase y amplitud. El haz emitido también es un haz polarizado. Pero la ley de Kirchoff (emisión igual a absorción) se mantiene para cada modo de emisión y absorción. Si el 10 por ciento del componente de polarización E_p (figura 8) en el plano de incidencia BOA es absorbido, la emisión de este componente E_p es igualmente del 10 por ciento, cuando el cuerpo negro 28 y la superficie 10 se hallan a la misma temperatura. Por consiguiente la polarización de la radiación emitida compensa la polarización del haz reflejado y el haz resultante no será polarizado. Si la emitancia del punto de referencia 10 aumentara en un 20 por ciento, la absorción aumentaría también en un 20 por ciento, de modo que el aumento de radiación emitida quedará compensado por la disminución de radiación reflejada.

A este respecto deja de medirse el valor absoluto

340335



- de la señal de radiación. El hecho de que parte de la señal procedente del cuerpo negro 28 pueda difundirse y no alcance al detector 32 carece ya de importancia, suponiendo que esto no afecte a la polarización de la señal. Al menos en una aproximación muy buena, la polarización de la señal reflejada vista por el detector 32 es producida solamente por la absorción. Pero esta polarización es complementaria a la polarización del haz emitido, por la Ley de Kirchoff. Por lo tanto, aún en presencia de una difusión, que tiene lugar en todas las superficies 10 (aún en espejos), la igualdad de temperaturas de la fuente del cuerpo negro 28 y de la muestra 10 puede determinarse por la ausencia de polarización en el haz resultante.

- Asimismo, cuando se examina la polarización del haz, el valor absoluto de la emitancia se hace menos importante para determinar la sensibilidad.

- Los resultados expuestos en la tabla 10 y en las figuras 9 y 10 demuestran que se han realizado mediciones precisas en las muestras 10 de una amplia escala de emitancia sin tener que corregir dicha emitancia.

Modalidades alternativas

- Los expertos en la materia comprenderán que se pueden idear otras diversas modalidades del aparato del invento descrito anteriormente.
- Según se ilustra en la figura 12, se conecta un dispositivo generador de voltaje de referencia, que puede ser un potenciómetro 86 del tipo de potenciómetro de seno-coseno Modelo 206, manufacturado por la Computer Instrument Corporation, 92 Madison Avenue, Long Island, New York, por medio de una correa 88 en los engranajes 47, 47a (figuras 1, 4) del



motor 48 para proporcionar un voltaje de referencia cuya salida está en función de la posición angular del analizador 52. Una escobilla 90 (figura 12) del potenciómetro 86 conectado a una fuente de suministro de corriente alterna

5. 85 va montada en un eje giratorio 92 (figura 1, 3, 4, 12). A medida que gira la escobilla 90, se genera un voltaje sinusoidal entre la toma de la escobilla 94 y otra toma 96 del potenciómetro 86. La posición angular del potenciómetro 86 se ajusta en su eje motor 92 de modo que el máximo positivo de su corriente de salida alterna coincida con el paso

10. del eje de transmisión del analizador 52 por la posición paralela al plano de incidencia BOA (figura 8). Si la muestra está mucho más caliente que el cuerpo negro de referencia 28, la señal máxima generada por el analizador giratorio

15. 52 tendrá lugar al mismo tiempo que la señal máxima generada por el potenciómetro 86, de manera que las dos señales se hallarán en fase, según se indica en la figura 13. Si la muestra 10 está mucho más fría que el cuerpo negro 28, la

20. señal mínima generada por el analizador giratorio 52 tendrá lugar al mismo tiempo que la señal máxima generada por el potenciómetro giratorio 86, de modo que las dos señales se hallarán fuera de fase, (figura 14).

Otra modalidad alternativa del invento proporciona una señal de salida de corriente continua cuya magnitud y polaridad indican si la muestra 10 está más caliente o

25. más fría que la referencia 28 y en que grado. La posibilidad de obtener esa corriente de salida se basa en el hecho de que la señal de radiación que incide en el detector 32 cambia de fase a medida que la señal pasa por el punto nulo (figura 7) o, más estrictamente, por el mínimo.

30.

340335



- La radiación que incide en el analizador giratorio 52 se compone de radiación emitida por el cuerpo negro de referencia 28 y reflejada por la muestra 10, y de radiación emitida directamente por la muestra 10. Consideremos primero la radiación reflejada. Aunque en la modalidad ilustrada en las figuras 1-8, el ángulo de incidencia de este haz en la muestra 10 no se valora por si solo (como ocurriría con un haz colimado), se puede considerar que el haz consistente en dos componentes ortogonales linealmente polarizados (figura 8): un componente E_p en el que el vector eléctrico es paralelo al plano de incidencia BOA y un componente E_s en el que el vector eléctrico es perpendicular al plano de incidencia BOA (figura 8). (En adelante estos componentes se denominarán componente "paralelo", E_p , y componente "perpendicular", E_s) Además, se ha ilustrado que estas direcciones son los ejes del haz resultante elípticamente polarizado, de modo que la transmisión máxima y mínima de la radiación reflejada por el analizador giratorio 52 ocurra en estas orientaciones del eje de transmisión del analizador giratorio 52.
5. El haz de radiación emitido por la muestra 10 puede tratarse de una forma similar, a excepción de que su intensidad máxima ocurre en la orientación del analizador en la que se transmite el máximo de señal reflejada y su máximo coincide con el mínimo de la señal reflejada.
10. La naturaleza de la emitancia metálica es tal que en ángulos de incidencia α (figura 2) del orden de 70° , según se usan en el aparato, el componente paralelo E_p (figura 8) es mayor que el componente perpendicular E_s para la radiación emitida por la muestra 10 (figura 2). Recíprocamente, puesto que la ley de Kirchoff (que la emitancia es igual a la absor-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

340335

10 MAY.



- tancia) se mantiene para cada componente de radiación, el componente perpendicular E_s de la radiación procedente del cuerpo negro 28 y reflejada de la muestra 10 es mayor que el componente paralelo E_p de esta reflexión. En la figura 11
5. se han representado en ordenadas la salida del detector y en abscisas la temperatura en grados centígrados de la muestra; habiéndose representado dos diagramas, una para hojalata fundida cuerpo negro, con acabado nº 7 y temperatura 222°C, el otro para chapa negra con el mismo acabado y temperatura.
10. La figura 11 muestra datos que demuestran este efecto, cuyos datos han sido tomados con el analizador 52 alternativamente en dos posiciones fijas paralela y perpendicular al plano de incidencia BOA, con la radiación decrestada mediante un decrestador mecánico (no representado). A medida que la muestra 10
15. se pone progresivamente más caliente que la referencia 28, la radiación emitida (y por lo tanto el componente E_p) se hacen predominantes. De aquí que, si la muestra 10 está más caliente que el cuerpo negro 28, el máximo de la señal alternante vista por el detector 32 ocurre cuando el eje de transmisión
20. del analizador 52 es paralelo al plano de incidencia BOA y, reciprocamente, si la muestra 10 está más fría que el cuerpo negro 28, el máximo de señal alternante ocurre cuando el eje de transmisión del analizador 52 es perpendicular al plano de incidencia BOA. Para identificar cual de estas dos condi-
25. ciones prevalece, se une un dispositivo que genere una señal eléctrica en función de la posición angular del analizador 52, al conjunto del analizador 36 o a su sistema de transmisión 46, 47, 48 (figuras 1, 4) de modo que la relación de fase entre esta señal y la señal primaria indicada anteriormente se defina cuando ocurra la señal máxima.
- 30.

340335



Para obtener una lectura automática de este tipo, se añaden los componentes siguientes al aparato ya descrito (figuras 1-8); (1) una fuente de voltaje de referencia, como son la batería 85 y el potenciómetro 86 (figura 12), cuya corriente de salida está en función de la posición angular del analizador 52, y (2) un sistema de lectura (figura 12) que pueda detectar la fase así como la magnitud de la corriente de salida del detector de radiación 32.

La señal procedente del potenciómetro 86 se alimenta al divisor del voltaje 100, 102 de un circuito discriminador de fase (figura 12), y la señal de salida generada por el analizador giratorio 52 se alimenta a los terminales D', F' del circuito discriminador de fase del amplificador 80. La salida del amplificador 80, en lugar de ser alimentada al osciloscopio 72 de la figura 2 se alimenta en esta modalidad al sistema de lectura de la figura 12.

Para determinar la relación de fase entre la corriente de salida del amplificador 80 y la corriente de salida de referencia, dichas salidas se conectan temporalmente al osciloscopio 72, cuyos resultados se ilustran en las figuras 13, 14.

Si la señal está en fase (figura 13) con la corriente de salida de referencia, el terminal C' es positivo con respecto al terminal D' cuando el terminal D' es positivo con respecto al terminal F'. En ese caso los voltajes que cruzan las resistencias 100 y 104 se suman y aquellos que cruzan las resistencias 104 y 102 serán opuestos. Como resultado, aparece un voltaje de corriente continua intermitente procedente del diodo 105 de los diodos 105, 107 a través de la resistencia 106 mayor que a través de la resistencia 108. Estos voltajes son

3403318 MAY. 1961

- suavizados por los condensadores 112 y 113 y alimentados al registrador de corriente continua 82 (o sistema regulador), con filtrado adicional por el condensador 116 y aparece un voltaje positivo (definido como terminal I' positivo con respecto al terminal J') en el registrador 82. Si, reciprocamente, las señales están desfasadas (figura 14), el terminal C' será negativo con respecto al terminal D' cuando el terminal D' sea positivo con respecto al terminal F', en cuyo caso aparece un voltaje intermitente mayor por la resistencia 108 que por la resistencia 106 y la salida del registrador se hace negativa. Con el fin de ajustar la extensión de la temperatura indicada en el registrador 82, se dispone una resistencia variable 110 entre los terminales G', H'.
5. De esta forma la corriente de salida del registrador es positiva, con las medidas adoptadas, si la muestra 10 está mas caliente que el cuerpo negro 28 (figura 13), y es negativa si la muestra 10 está más fria que el cuerpo negro 28 (figura 14). La magnitud de la señal indica la magnitud de la diferencia de temperatura entre la muestra 10 y el cuerpo negro 28.
10. En las figuras 15-19 se ilustran los resultados obtenidos con el aparato totalmente automático (figuras 12-14). Estas figuras 15-19 representan gráficos de registro de la corriente de salida en I', J' del aparato totalmente automático (figura 12). Esta corriente de salida es una indicación continua de la diferencia entre el punto de ajuste del cuerpo negro de referencia 28 y la temperatura real de la muestra. El registrador 82 tiene un cero a mitad del gráfico, de modo que si no hay errores de medición, el
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

340335



gráfico del registrador deberá pasar por el cero cuando la referencia 28 y la muestra 10 se hallan a la misma temperatura. Por ejemplo: La figura 15 ilustra los resultados obtenidos en la muestra 10 de hojalata fundida del No. 5 con la temperatura del cuerpo negro ajustada a $210,54^{\circ}\text{C}$, a medida que la muestra 10 se calentó a través de la temperatura de referencia. A medida que se calentó la muestra 10, se contrastó continuamente la temperatura por medio de un termopar 73 (figura 1a) unido a su superficie. Los números escritos en el gráfico son milovoltajes del termopar leídos por un operario en un potenciómetro (no representado) del tipo construido por la Leeds & Northrup Company como Tipo N y marcados en el gráfico del registrador 82 por otro operario a medida que proseguía el calentamiento. Después de la operación, se indicaron en el gráfico las temperaturas correspondientes de una tabla de calibración para los termopares 73. En principio la indicación del registrador se hallaba fuera de escala hacia la derecha y se puso en escala a una temperatura de la muestra de unos $203,33^{\circ}\text{C}$. En este punto, la señal de error era de unos 5 milivoltios para la diferencia de $12,22^{\circ}\text{C}$. A medida que se calentó la muestra 10, la señal de error disminuyó de una forma continua y la indicación pasó por el cero a una temperatura de la muestra de unos $212,21^{\circ}\text{C}$ ($1,66^{\circ}\text{C}$ diferente a la temperatura de referencia).

Las figuras 16 y 17 ilustran datos similares tomados sobre una muestra galvanizada cristalina y una muestra de acero oxidado a unos $260,0^{\circ}\text{C}$ y la figura 18 corresponde a una muestra galvanizada refundida con la referencia a $431,10^{\circ}\text{C}$.

340335

10 MAR 1951



La figura 19 ilustra los resultados obtenidos mientras se contrastaba la temperatura de una muestra de galvanizado cristalino tomada a través del punto de fusión, donde ocurren grandes cambios de emitancia. Las mayores variaciones partiendo de una curva suave son del orden de

5. $\pm 6,66$ y no se puede asegurar si éstos fueron debidos a los efectos de la fundición o a un cambio en calentamiento. En cualquiera de los casos, las desviaciones son pequeñas.

En la figura 15, resulta una diferencia de temperatura de 2,7 \pm o 3,3 \pm C con una señal de error de aproximadamente 1 milivoltio. Esto demuestra que el aparato tiene una gran sensibilidad. La precisión va más allá de lo que se puede conseguir por comparación de las mediciones de termopar tomadas en el cuerpo negro 28 y la muestra 10.

10.

Por la anterior descripción se comprenderá que el aparato de este invento proporciona ventajas que suponen beneficios indiscutibles; a saber: la referencia de fase y la circuiteria para discriminar la fase así como la magnitud de la salida de señal.

15.

Como variante, el aparato ilustrado en las figuras 1-8 y en la Figura 12 puede hacerse que sea portátil montado, por ejemplo, el cuerpo negro 28 y el conjunto detector en una relación fija entre sí mediante una barra de montaje (no representada) y colocando el aparato en la orientación deseada con respecto a la muestra de trabajo 10.

20.

25.

Por la descripción anterior del aparato ilustrado en las figuras 1-8 y en la figura 12, los expertos en la materia verán que se ha conseguido un procedimiento perfeccionado para medir la temperatura de una muestra caldeada 10, tal como una tira caldeada en una factoría de elaboración de

30.



340335

- acero o similar. Este procedimiento perfeccionado comprende las operaciones de: dirigir la radiación térmica de un cuerpo negro sobre la muestra caldeada 10; detectar la polarización de la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada, combinadas, de la muestra caldeada 10 y recibir y transformar en una señal la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada, combinadas, de la muestra 10.
5. Este procedimiento comprende las etapas de: usar un limitador de campo o diafragma 58 para asegurar que el campo visual del detector 32 queda lleno por la muestra 10 y la abertura del cuerpo negro 28a; enfocar la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada, combinadas; atenuar todas las señales no deseadas; almacenar y medir la señal; amplificar la señal; proporcionar una señal de referencia y registrar y comparar la señal y la señal de referencia para indicar la temperatura relativa de la muestra caldeada 10.

- Los expertos en la materia se darán cuenta que han conseguido los fines del presente invento proporcionando un aparato perfeccionado y un procedimiento para medir temperaturas, cuyos aparato y procedimiento determinan la temperatura de la superficie de una muestra por medición de la polarización de la radiación térmica (tanto emitida como reflejada) de la superficie de la muestra; elimina la corrección del factor de emitancia de la superficie de la muestra;
20. no exige el empleo de una superficie pulida de la muestra y puede usarse con muestras de varios acabados superficiales incluyendo recubrimientos de óxido; localiza un punto nulo y elimina las mediciones cuantitativas eliminando con ello
25. la compensación del detector de radiación para efectos tér-
- 30.

25-
340335



5. micos y de envejecimiento (dentro de una escala relativamente amplia) y proporciona una lectura correcta aún cuando la emitancia de la superficie de la muestra cambie (por oxidación por ejemplo) durante el transcurso de la medición de la temperatura.

A pesar de que se han ilustrado y descrito una forma de realización preferida del invento y algunas modalidades, deben comprenderse que el invento no queda limitado a dichas formas de realización.

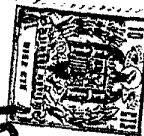
10.

N O T A

15. Descrita 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
20. to no alteren su principio fundamental. También ha de señalarse que la presente invención corresponde a una solicitud de patente presentada en Estados Unidos de América con fecha y número siguientes: 12 de mayo de 1.966, Ser.No.549.545, acogiéndose por lo tanto a los beneficios establecidos en
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 sobre: Procedimiento y aparato para medir la temperatura de un cuerpo caldeado, caracterizándose por lo siguiente:

25.

1.- Procedimiento para medir la temperatura de un cuerpo caldeado, caracterizado porque comprende las operaciones de: dirigir la radiación térmica del cuerpo negro sobre dicho cuerpo caldeado; detectar la polarización de la radiación térmica directa y la radiación térmica reflejada,
30. combinadas, de dicho cuerpo caldeado; y recibir y transfor-



340335

mar en una señal dicha radiación térmica directa y dicha radiación térmica reflejada, combinadas, de dicho cuerpo caldeado.

5. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la operación de limitar el campo visual de forma que dicho campo quede lleno por el cuerpo caldeado, cuya temperatura se mide, y por la radiación térmica dirigida del cuerpo negro.

10. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la operación de enfocar dicha radiación térmica directa y dicha radiación térmica reflejada, combinada.

15. 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la operación de atenuar todas las señales no deseadas.

20. 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende las operaciones de proporcionar una señal de referencia indicativa de la temperatura del cuerpo negro y registrar y comparar la señal obtenida de las radiaciones combinadas del cuerpo caldeado y la señal de referencia para indicar la temperatura relativa del cuerpo caldeado.

25. 6.- Aparato para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque comprende un dispositivo de cuerpo negro caldeado que se monta en un bastidor, en una posición adaptada para dirigir la radiación térmica sobre un cuerpo caldeado adyacente a dicho dispositivo de cuerpo negro; un dispositivo de detección de radiación térmica que se monta en dicho bastidor en una posición que reciba y transforme la radiación térmica directa

30.

340335,0 MAR 1951



y la radiación térmica reflejada, combinadas, de dicho cuerpo caldeado y un dispositivo analizador para pasar dichas radiaciones combinadas al dispositivo detector, teniendo dicho dispositivo analizador una dirección de transmisión adaptada para detectar la polarización de dicha radiación térmica directa y dicha radiación térmica reflejada, combinadas, de dicho cuerpo caldeado.

5. 7.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque a dicho dispositivo de cuerpo negro se le provee de una abertura y dicho aparato tiene un dispositivo limitador en dicho bastidor adyacente a dicho cuerpo caldeado, para limitar el campo visual de dicho dispositivo detector, de forma que dicho campo quede lleno por el cuerpo caldeado cuya temperatura se mide y por dicha abertura.

10. 8.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende un dispositivo de enfoque en dicho bastidor, adyacente al dispositivo analizador, para enfocar dicha radiación térmica directa y dicha radiación térmica reflejada, combinadas, desde el citado cuerpo caldeado al referido dispositivo detector.

15. 9.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque incluye un dispositivo de filtro en dicho bastidor, adyacente al referido dispositivo detector de la radiación térmica, para elegir una banda de longitud de onda predeterminada de dicha radiación térmica directa y dicha radiación térmica reflejada, combinadas, de dicho cuerpo caldeado.

20. 10.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque incluye un dispositivo de almacenamiento para recibir dicha señal del dispositivo detector de radiación

30.

340335



térmica y para indicar la magnitud de dicha señal.

5. 11.- Aparato según la reivindicación 10, caracterizado porque el dispositivo de almacenamiento se dispone en el bastidor y se asocia un dispositivo preamplificador con dicho dispositivo de almacenamiento para amplificar dicha señal.

10. 12.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque incluye un dispositivo productor de una señal de referencia, adyacente al citado dispositivo analizador y sincronizado con dicho dispositivo analizador para producir una señal de referencia.

15. 13.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque incluye un dispositivo registrador para recibir dicha señal de referencia y señal procedente del citado dispositivo detector de la radiación térmica e indicar una diferencia de temperatura entre el citado cuerpo caldeado y dicho dispositivo de cuerpo negro.

20. 14.- Procedimiento y aparato para medir la temperatura de un cuerpo caldeado, tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de 28 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid

UNITED STATES STEEL CORPORATION,

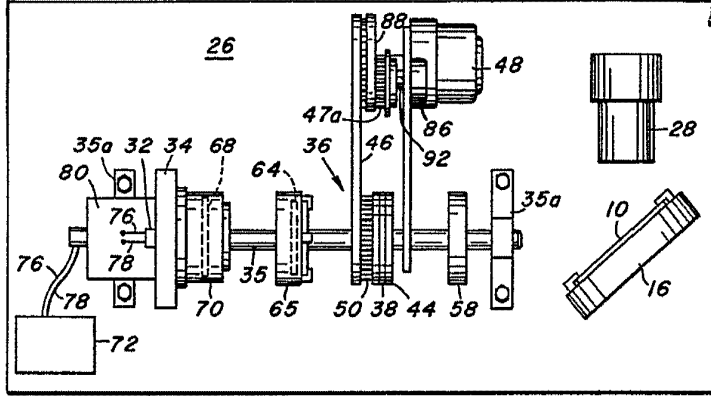
J. GOMEZ ACEBO Y MODET
p. a. Firmados: F. Hernández Ruiz

10 MAY. 1967

340335



FIG. 1.



10 MAY. 1967

FIG. 3.

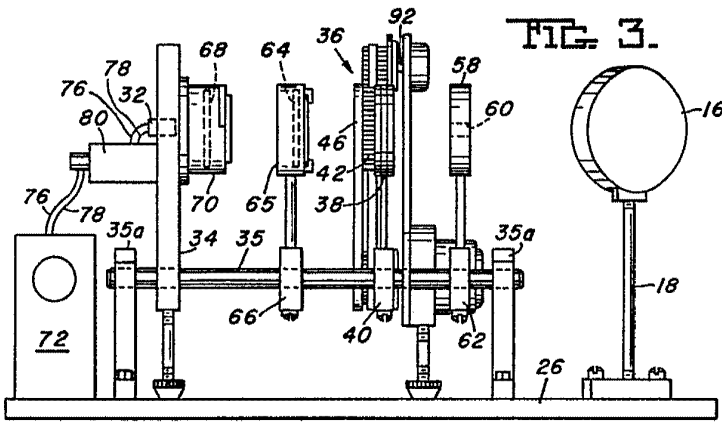


FIG. 4.

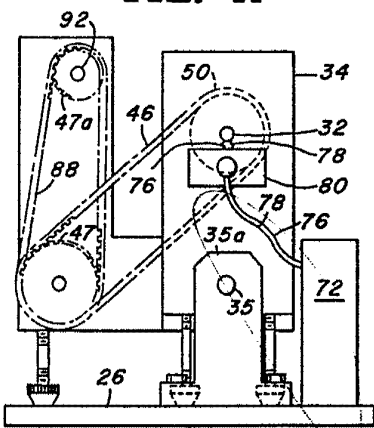


FIG. 5.

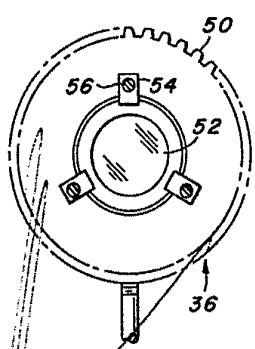
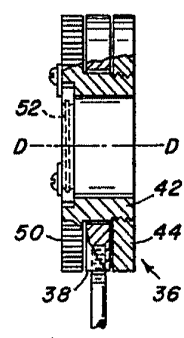


FIG. 6.



Madrid 10 MAY. 1967

J. GOMEZ MENDO Y MODET
p. p. Fernandez Hernandez Ruiz

340335



FIG. 1A.

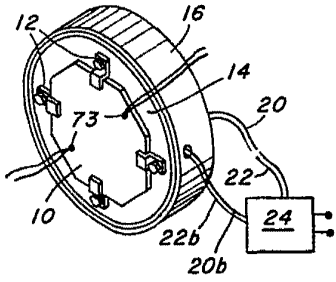
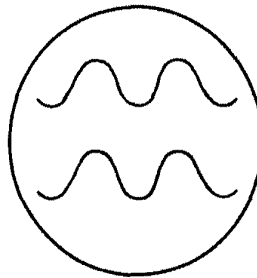


FIG. 13.



ESCALA
VARIABLE

FIG. 1B.

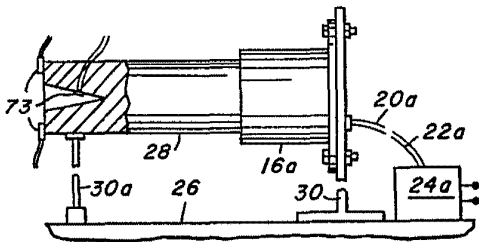


FIG. 14.

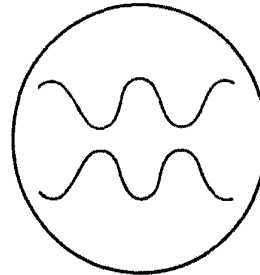


FIG. 7.

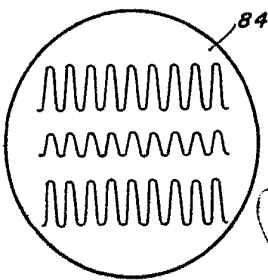
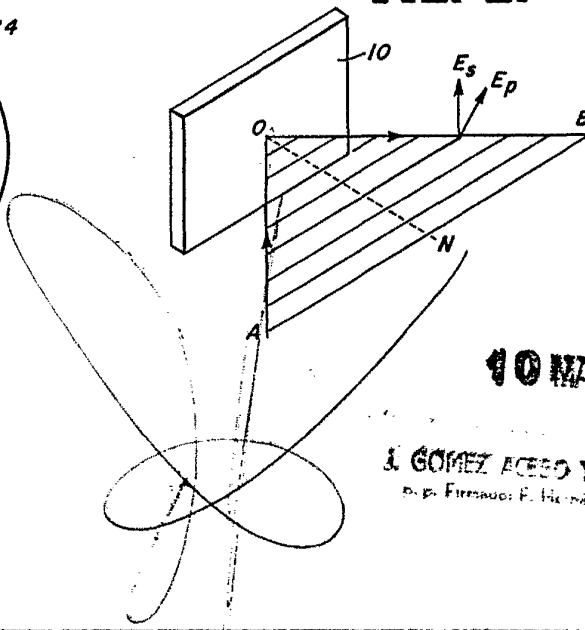


FIG. 8.



10 MAY 1967

J. GOMEZ ACEBO Y MORAN
c. p. FERRASO, F. HERNANDEZ, S. A.

340335

10 MAY 1937

FIG. 2.

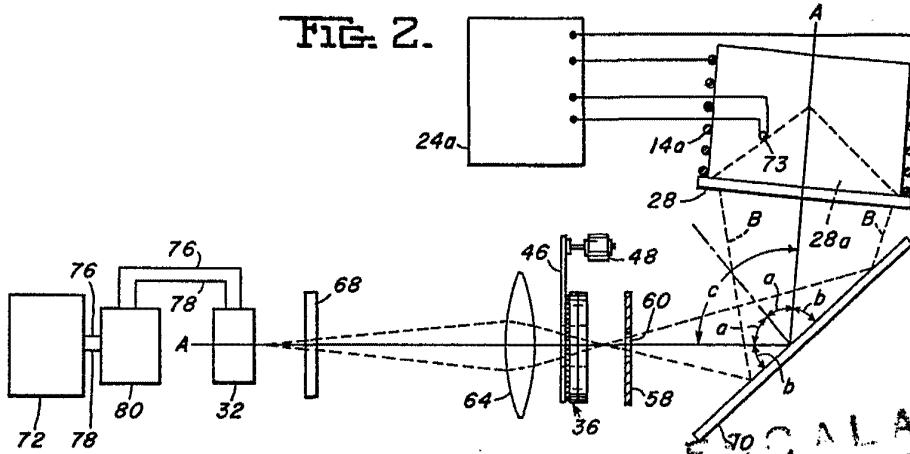
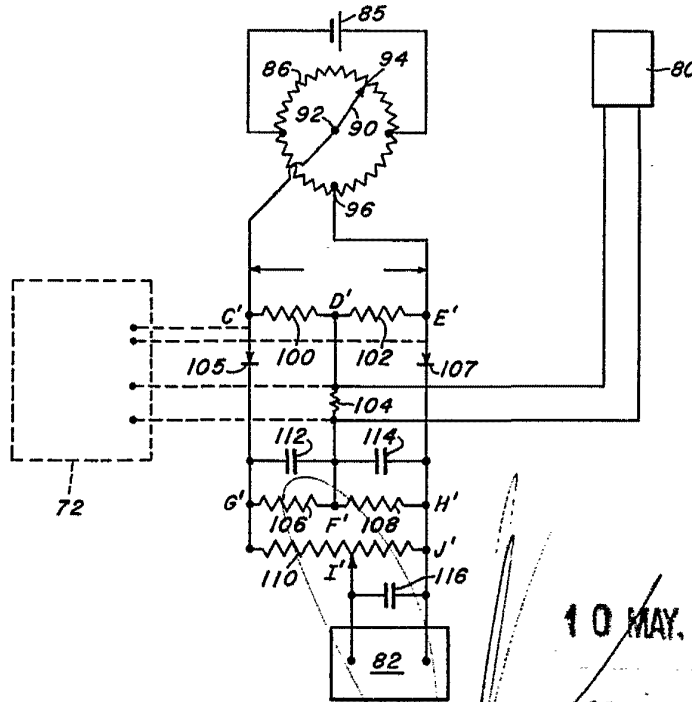


FIG. 12.

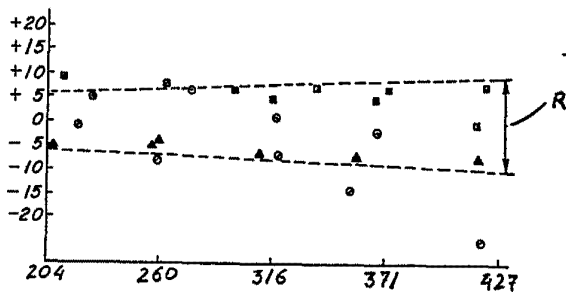


10 MAY 1937

L. GÓMEZ ACEBO Y MEDINA
p. Firmado: F. Hernández Ruiz

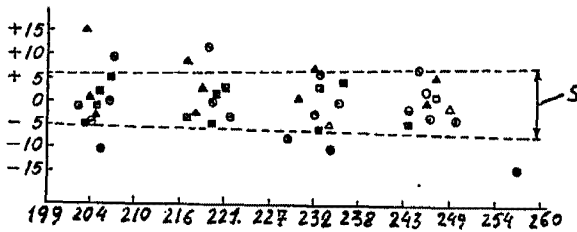


340335



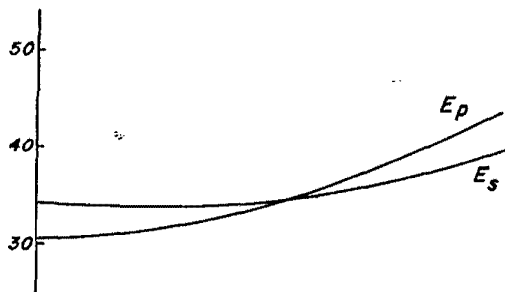
M	A'
	Nº 3 5 7
A	-----▲■●
B	-----■
C	-----●

FIG. 9.



M	A'
	Nº 3 5 7
D	-----▲■●
E	-----▲■●
F	-----▲■●
G	-----●
H	-----●
I	-----●

FIG. 10.



ESCALA VARIABLE

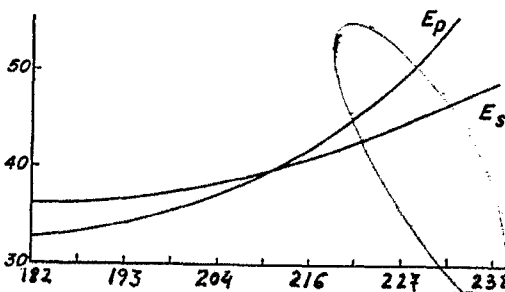


FIG. 11.

10 MAY. 1967

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
Ingeniero F. Hernández Ruiz

340335



FIG. 15.

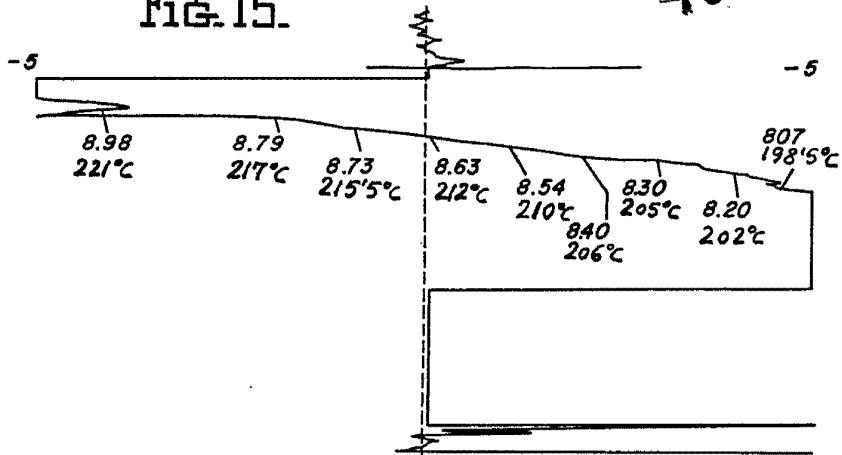
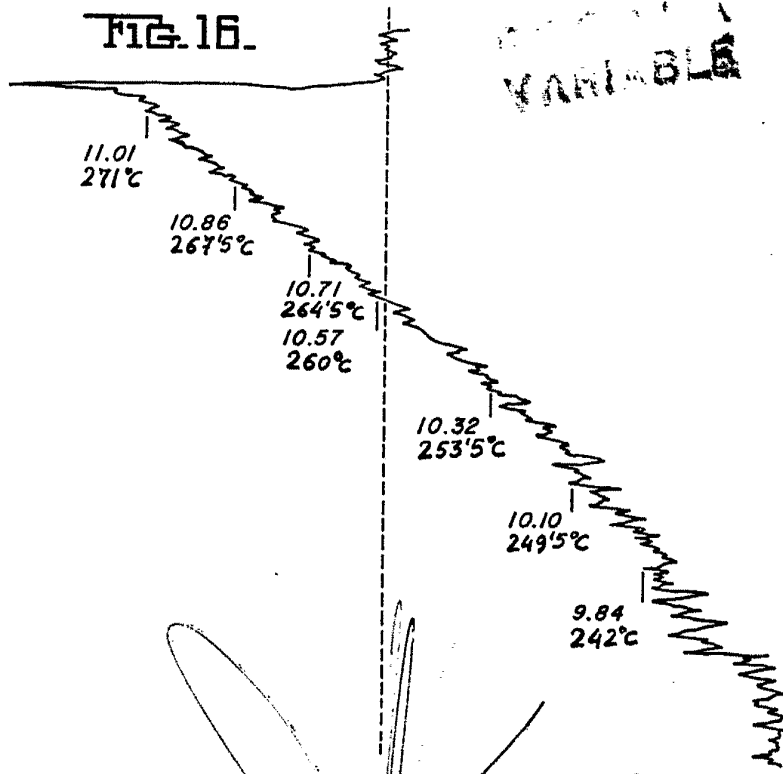


FIG. 16.



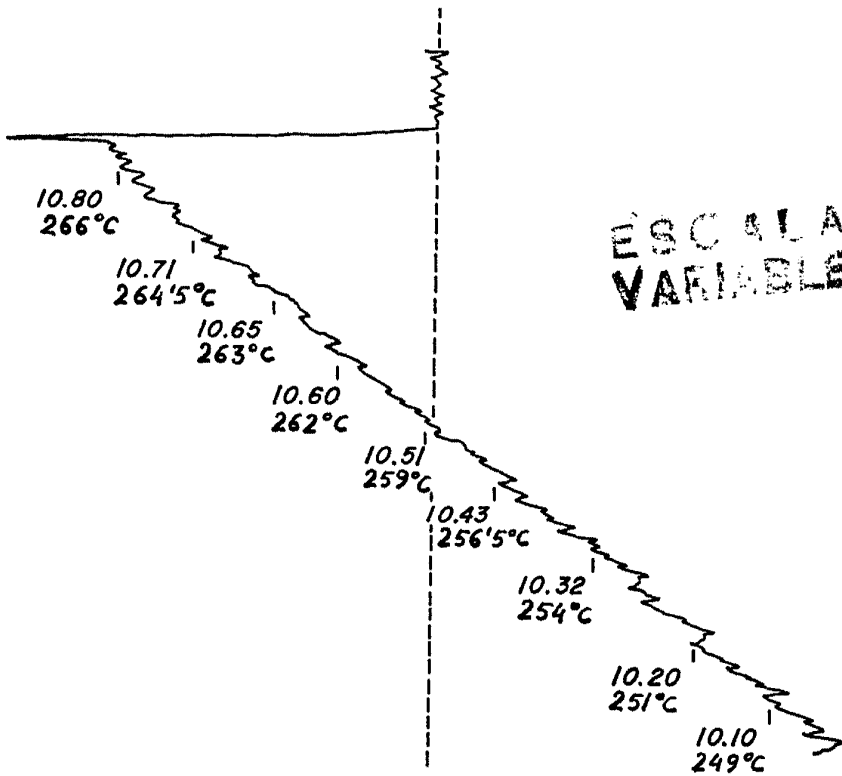
10 MAY 1967

HERNANDEZ ACEBO Y MOLNET
c/ p. Hernandez F. Hernandez Ruiz

340335



FIG. 17



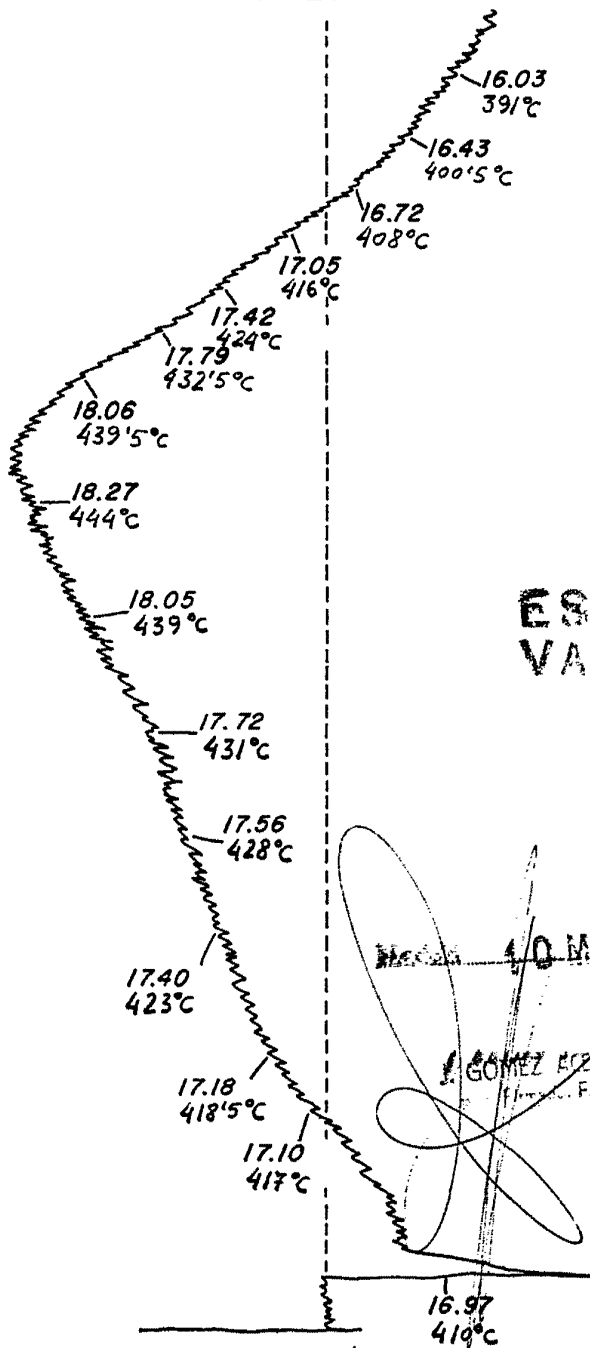
10 MAY, 1967

J. GOMEZ MORALES
P. P. Firmado por: J. GOMEZ MORALES

340335



FIG. 18.



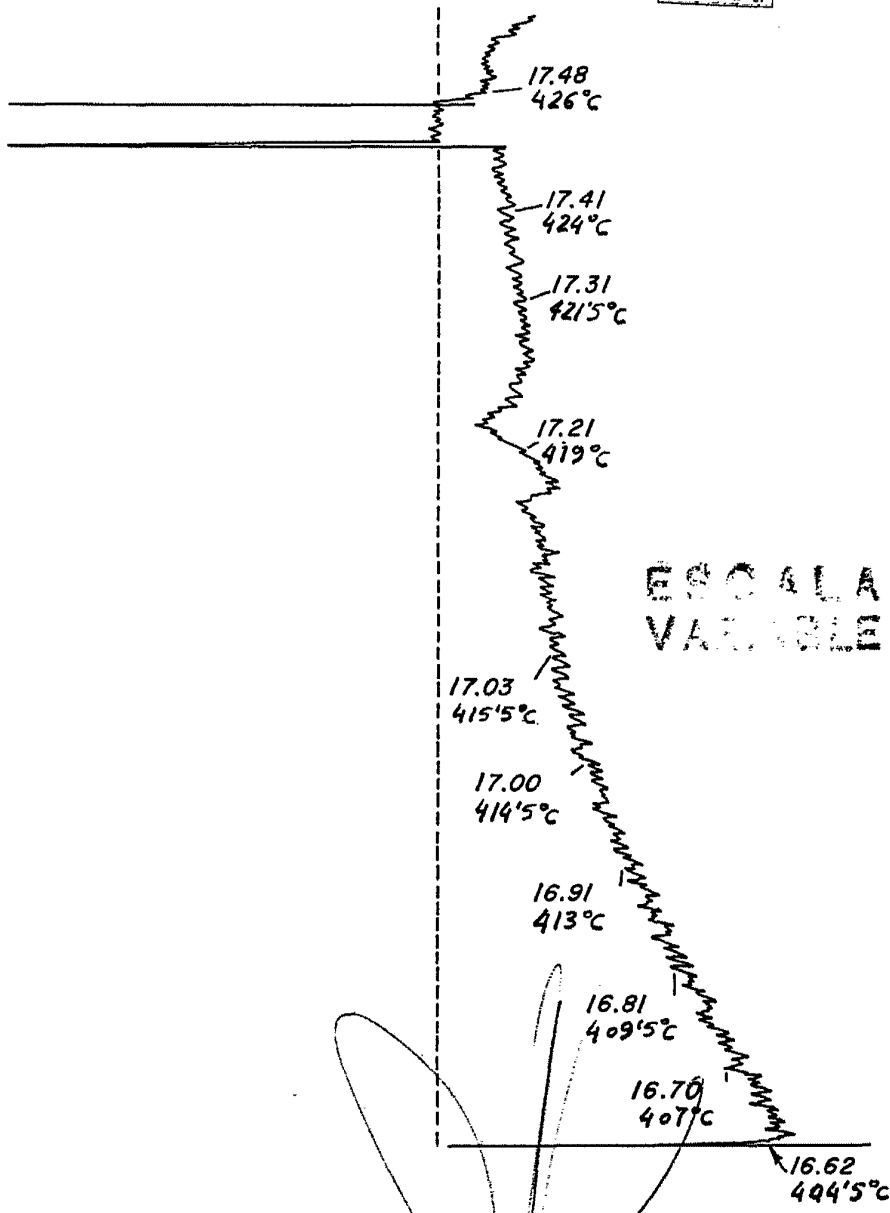
ESCALA VARIABLE

MAY 10 1967

J. GOMEZ ECOSO Y MODESTO
Ingeniero. F. Hernández Ruiz

340335

FIG. 19.



ESCALA VARIABLE

[Handwritten signature]

~~MAY 10 1967~~

J. GOMEZ ACEBO Y MOSES
Firmador: F. Hernández Holt