

409035

28 1/2



409035

PATENTE DE INTRODUCCION

ICI CASE No. M.19662

FC 18-8-75

Int. Cl.: <u>G01M, N/F02K</u>

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA ENSAYAR UN OBJETO EN PRUEBA.

Solicitante: IMPERIAL METAL INDUSTRIES (KINOCHE) LIMITED, entidad inglesa, residente en Kynoch Works, Witton, Birmingham 6, Inglaterra.

Este invento se refiere a aparatos y procedimiento de pruebas y, en particular, se refiere al análisis de datos de pruebas. El invento se refiere de un modo especial pero no exclusivamente, el examen ultrasónico de motores de cohetes de propulsante sólido aglutinados.

5.



nado o alomerado en la envuelta.

5. El examen ultrasónico de motores de cohetes de propulsante sólido ya se ha propuesto con anterioridad a este invento, pero los métodos empleados para llevarlo a cabo han resultado insatisfactorios, particularmente en lo que se refiere al análisis de los datos obtenidos por la inspección ultrasónica. En particular, se ha descubierto que, para conseguir una precisión completa sin descartar algunos datos importantes, es necesario personal altamente adiestrado para interpretar los resultados de la inspección, y la interpretación ha exigido un periodo de tiempo considerable para cada motor.

10. Por lo tanto, este invento tiene por objeto proporcionar un aparato de pruebas de precisión y un método para realizar las pruebas, que es aplicable a las pruebas de motores de cohetes de propulantes sólidos y para otras finalidades, que se caracteriza porque la interpretación se obtiene fácilmente empleando personal relativamente profano en la materia.

15. Según el invento, un método para someter a prueba un objeto experimental comprende transmitir radiación en dicho objeto, recibir en secuencia, en una pluralidad de lugares del objeto en prueba, radiación indicativa de la calidad en cada lugar del objeto sometido a prueba; registrar en una cinta de grabación una pluralidad de señales cualitativas correspondientes a la radiación recibida; registrar en la cinta de grabación señales de lugar que identifican cada una uno de los lugares correspondientes y que se disponen cada una con una relación predeterminada en la cinta con la señal cualitativa relacionada con dicho lugar, y utilizar las señales cualitativas y de localización para producir una representación grá-

20.

25.

30.

409035



5. fica del objeto en prueba donde aparece la calidad del objeto en prueba donde aparece la calidad del objeto sometido a prueba en cada uno de los lugares en una posición correspondiente a la posición que ocupa el propio objeto en prueba del lugar correspondiente.
- Preferentemente, el objeto en prueba analiza sistemáticamente por lo menos con una sonda de haz electrónico de radiación, y la radiación recibida de cada uno de la pluralidad de lugares en el objeto en prueba se transmite desde el haz electrónico de la sonda a través de una parte por lo menos del objeto en prueba en dicho lugar, y también se puede reflejar desde el objeto en prueba en dicho lugar, antes de recibirse de este modo.
10. Asimismo, la radiación es preferiblemente ultrasónica y la amplitud de la radiación recibida, que esta atenuada si se compara con la amplitud de la radiación del haz electrónico de la sonda, es indicativa de la calidad en cada lugar del objeto sometido a prueba. Como modalidad de menor preferencia se puede utilizar otro tipo de radiación al que no sea opaco el objeto sometido a prueba, por ejemplo radiación de rayos X, emisión radioactiva y partículas atómicas hipere-nergéticas, que se citan como ejemplos.
15. Además es preferible que la amplitud de la radiación recibida se convierta en un voltaje analógico por medio de una sonda receptora, y una vez amplificado, se elabora por medio de una etapa de transferencia logarítmica para producir una señal de salida que es la señal analógica de voltaje del logaritmo de la señal de entrada a la etapa de transferencia logarítmica, por lo que las señales cualitativas registradas en la cinta de grabación están en relación logarítmica.
- 20.
- 25.
- 30.



ca a la amplitud de la radiación recibida.

- Igualmente, según el invento, un aparato para probar una propiedad de un objeto en prueba comprende un emisor de radiación; un receptor de radiación para recibir en
5. secuencia radiación procedente del emisor, que se ha transmitido a través de una parte por lo menos del objeto en prueba en una pluralidad de lugares del mismo, siendo la radiación recibida de la calidad en cada lugar de dicho objeto; una cinta de grabación para registrar una pluralidad de señales cualitativas correspondientes a la radiación recibida por el receptor
10. y para registrar señales de localización, cada una de las cuales identifica uno de los lugares correspondientes, disponiéndose cada una en una relación predeterminada en la cinta, con la señal cualitativa relacionada con dicho lugar; y medios de análisis para utilizar las señales cualitativas y de localización con el fin de producir una representación gráfica del
15. objeto en prueba, donde aparece la calidad del objeto en cada uno de los lugares en una posición correspondiente a la posición que conserva en el objeto en prueba del lugar correspondiente.
- 20.
- Expuesto con brevedad, en un ejemplo típico del invento, un motor de cohete de propulsión sólido aglutinado o aglomerado en la envuelta, que comprende una envuelta o caja de acero, un revestimiento interior de caucho y un
25. propulsante sólido moldeado in situ, cuyo conjunto se consolida entre sí, se examina ultrasónicamente en una máquina exploradora ultrasónica de inmersión en agua, a gran escala, cuya máquina está controlada numéricamente con un programa prestablecido apropiado para el motor de cohete sometido a examen.
30. Dos pruebas ultrasónicas se realizan simultáneamente: (a) una

409035

- 5 -



5. prueba de transmisión radial, capaz de detectar lugares sin consolidar entre el acero y el revestimiento, lugares sin consolidar entre el revestimiento y el propulsante y porosidad del propulsante; y (b) una prueba de ecos de impulsos, donde el grado de reberveración resultante dentro de la pared de la envuelta o caja de acero es indicativo de la consolidación o falta de consolidación entre el acero y el revestimiento
10. Las bases de las dos técnicas ultrasónicas son muy conocidas, por lo que no es necesario exponer una descripción completa en esta memoria descriptiva. Ambas técnicas emplean una transmisión acústica pulsatoria y necesitan la medición y registro de las amplitudes de las señales en un receptor.
15. Durante una secuencia típica de prueba, todo el volumen y superficie en prueba se someta a estas dos pruebas y los datos acústicos totales, en términos de amplitudes recibidas, se registran en una cinta magnética junto con las coordenadas de posición por cada 64 mm^2 de superficie inspeccionada.
20. Por lo tanto, cada prueba proporciona una imagen acústica permanente del motor de cohete en cinta magnética para retener la información acústica total y para permitir una flexibilidad completa en el proceso ulterior de datos acústicos que, por lo tanto pueden ser óptimos para cada motor.
25. La señal de salida, después de la elaboración, es una familia de trazados en gráfico de facsímil donde las características y defectos conocidos aparecen claramente visibles para los observadores profanos en la materia, tanto en términos de posición de los defectos como de grado
30. acústico. Cada trazado de facsímil es una representación "a es



409035

5. "calle" del motor en forma de desarrollo de superficie donde solamente se representa una gama elegida de amplitudes acústicas. Una familia de dichos trazados en gráfico puede representarse como muchas ramas a partir de la gama acústica total, según fuera necesario, y permitir la representación de anomalías en relación directa con los cambios grandes en secciones encontrados en muchos diseños de motores de cohetes.

10. Para describir el ejemplo típico con más detalle, tomemos como referencia los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático del aparato de adquisición de datos.

La figura 2 es un diagrama esquemático del aparato de elaboración o proceso de datos; y

15. La figura 3 es una representación esquemática de un conjunto de los registros en una cinta magnética.

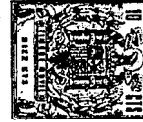
20. Refiriendonos inicialmente a la figura 1, se ilustra un motor de cohete en sección transversal y comprende de una envuelta o caja de acero 2, un revestimiento de caucho 3 aglutinado a la envuelta o caja 2, y un propulsante sólido 4 moldeado in situ dentro del revestimiento 3 y aglutinado por lo tanto al mismo. Según se ilustra con claridad, unos rebajos radiales 5 en el propulsante 4, producen cambios pronunciados en su espesor radial que continúan circunferencialmente alrededor del motor 1, mientras que los cambios designados en la propia sección transversal del propulsante (no ilustrado) en el sentido longitudinal del motor 1, afectan también el espesor radial del propulsante. El revestimiento 3 y la envuelta o caja 2 tienen mayor uniformidad, pero también contienen carencias de homogeneidad predeterminadas por ejemplo en forma de soldadu-

25.

30.

409035

- 7 -



ras longitudinales y perifericas en la caja o envuelta 2.

5. Cada motor de cohete 1 que se ha de exami-
nas, se monta entre centros en un gran deposito de imersión
6 lleno de agua 7, y todo el volumen necesario del motor se ins-
pecciona en secuencia por exploracion lineal alterna de conjun-
tos de sonda 8, 9, 10 y rotación por incrementos del motor 1
entre sus centros. Los conjuntos de sonda comprenden una sonda
transmisora 8 para prueba de trasmisión, una sonda receptora
9 para prueba de transmisión y una sonda transmisora/receptora
10. 10 para prueba de reflexión. Unos codificadores digitales (que
se describirán más adelante) proporcionan datos sobre una posi-
ción lineal de la sonda y posición de rotación del motor en to-
do momento. Estos datos forman la base de identificaciones de
espacio registradas y permiten programar el movimiento en plan-
ta de exploración con control empleando un ordenador electróni-
co numérico (según se describirá más adelante).

15. Concentrandonos en primer lugar en el as-
pecto ultrasónico del aparato ilustrado en la figura 1, y en la
prueba de transmisión, el aparato ultrasónico 12 comprende un
20. generador de impulsos que produce impulsos de gran potencia y
breve duración, que se convierten en ondas acústicas por el
cristal piezoeléctrico de la sonda de transmisión 8. El régi-
men de repetición de los impulsos está comprendido entre 100
y 500 impulsos por segundo, según ajuste previo, y es constan-
25. te para un ajuste dado. La frecuencia de cada tren de ondas
acústicas resultante está determinado por el cristal de trans-
misión y normalmente es de 500 kg/s para la prueba de transmi-
sión radial.

- 30' El trayecto acústico consiste en el agua 7
como medios de acoplamiento, junto con aquella sección del mo-

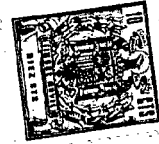


tor cohete 1 que se encuentra en este momento entre las sondas 8 y 9.

5. El haz acústico es paralelo en el agua a una distancia de 13,5 cm a partir del transmisor (zona de Fresnel) divergiendo después con un semiángulo de 6° . La energía que alcanza la sonda receptora 9 varía según sea la variación de cualquier pérdida que tenga lugar durante el tránsito; estas pérdidas surgen por absorción, refracción, interferencia destructiva y difusión reflectiva en el trayecto acústico.

10. El cristal receptor de la sonda 9 produce una señal analógica de voltaje de cada tren de ondas recibido. Esta señal analógica se amplifica +35 db o +70 db por medio de un preamplificador 13, según las necesidades de la prueba y, después de una amplificación adicional en 14, aparece en el osciloscopio ultrasónico 15 contra una base de tiempo sincrónico en la forma usual. Además la señal de salida amplificada pasa a una etapa de transferencia logarítmica 16, cuya salida es la señal analógica de voltaje del logaritmo de la señal de entrada, v.g., la amplitud de la señal de salida es proporcional al logaritmo de la amplitud de la señal de entrada. Esto produce el efecto de comprimir la escala de medición de la prueba, permitiendo de este modo acomodar una variación de señal mucho mayor dentro de la escala dinámica del equipo total de registro. Como también se suelen enunciar comparaciones de nivel de señal en términos de una escala en decibelios, los incrementos lineales en la señal analógica logarítmica se relacionan directamente con los incrementos en decibelios de la señal real; esto permite simplificar el proceso de datos ulterior.

30. La señal, en este punto de la secuencia, con



5. tienen todos los componentes recibidos, o sea: aquellos que han recorrido el trayecto acústico por la vía más directa, más otros que han seguido trayectos menos directos. La señal se pasa ahora por puerta en el punto 17 conectada a la unidad 12 a través de un control de puerta 18 para excluir todos los ciclos a excepción de los cinco o seis ciclos que han seguido la vía más directa. La amplitud de cresta de este grupo es la medición que se registra.

10. La señal que pasa por la puerta se conecta a un detector de crestas exactas 19 cuya salida es una señal de corriente casi continua, proporcional a la amplitud del mayor semiciclo en el grupo que pasa por la puerta, cualquiera que sea el número de semiciclos en el grupo. Esta señal de salida se puede conectar directamente a un aparato registrador de estilete continuo 20, si fuera necesario; la desviación del estilete es entonces proporcional al logaritmo de la amplitud recibida. No obstante, la dificultad existente en extraer información útil de registro con estilete cuando se trata de motores de cohetes que tienen variaciones completas, explica el que este dispositivo se utilice rara vez.

20. La señal de salida del detector de cresta pasa también a un convertidor de voltaje/frecuencia 21, cuya señal de salida es un tren de impulsos de longitud constante. El regimen de repetición de impulsos es proporcional al nivel de corriente continua de la señal de entrada. Por lo tanto, es señal, de salida es de una frecuencia proporcional al logaritmo de la amplitud recibida. Las relaciones normales son 100 impulsos por cambio de segundo por cambio de un decibelio en la señal, produciendo una escala de 30 db una escala máxima de 300 a 3.300 impulsos por segundo.

25.

30.

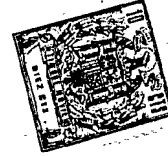
409035



Este tren de impulsos puede aparecer representado como un contaje continuo de frecuencimetro (no ilustrado) como ayuda a la descomposición en operaciones sucesivas, y pasa a través de un dispositivo de amplificadores y unidades de polarización de la cinta 22 para registrarse continuamente en un canal o pista en la cinta 23 durante el recorrido lineal, y forma un registro permanente de la prueba.

- 5.
- Para la prueba de reflexión, la sonda transmisora/receptora 10 se utiliza junto con un juego de equipo paralelo al descrito para la prueba de transmisión. Por lo tanto, se emplean los mismos números de referencia con el subfijo "a". Por consiguiente, solo será necesario dar una breve descripción del mismo; una unidad ultrasonica 12a se conecta a la sonda 10 para producir impulsos intrínsecos desde la misma.
- 10.
- 15.
- La señal reflejada produce una señal analógica de voltaje en la sonda 10, que depende en magnitud de la amplitud de la señal reflejada, y pasa al preamplificador 13a, y después mediante amplificación adicional en 14a, pasa al osciloscopio 15a. La señal de salida del preamplificador pasa también a una etapa de transferencia logarítmica 16a pasa en 17a por un control de puerta 18a que elige una sección de la señal con una amplitud relacionada al tiempo de reverberación de las ondas acústicas en la envuelta o caja 2, y pasa a través de un detector de crestas exactas 19a. Si fuera necesario, se utilizaría el aparato registrador de estilete 20a. Un convertidor de voltaje/frecuencia adicional 21a pasa entonces un tren de impulsos al dispositivo 22, para registro en un canal o pista adicional de la cinta 23, siendo el régimen de repetición de los impulsos proporcional al logaritmo de la amplitud de la sección elegida de la señal acústica recibida por la sonda 10, después de ser
- 20.
- 25.
- 30.

409035



reflejada por el motor 1.

5. Concentrandonos ahora en el aspecto de exploración del aparato ilustrado en la figura 1, el movimiento lineal de las sondas 8-10 por cada exploración, se produce por la rotación de un husillo de guía (no ilustrado). La rotación del motor 1 se produce por la rotación de un cabezal (no ilustrado) que forma uno de los centros o puntos empleados para el motor 1.

10. Los programas de exploración se disponen de forma que estas funciones tengan lugar alternativamente, de forma que una secuencia normal se convierte en: movimiento lineal de avance en toda la longitud del motor; cese del movimiento lineal; rotación del motor en un incremento programado; movimiento lineal en inversión o retroceso en toda la longitud del motor; seguido de otro incremento de rotación, etc.

15. De este modo se abarca todo el volumen del motor en una serie de exploraciones paralelas.

20. Cuando está en acción el movimiento lineal, bien en avance o retroceso, se formula una identificación de espacio o localización de posición lineal, junto con una posición rotatoria, y se registra por cada 2,54 mm de recorrido lineal para proporcionar información de localización para la información acústica registrada. No se efectúa registro o grabación durante un incremento de rotación.

25. Cualquiera que sea el movimiento lineal, el husillo de guía gira a 90 r.p.m. y tiene un paso de 50,8 mm que da por resultado un régimen de exploración lineal de 76,2 mm por segundo. Un contador de revoluciones fotoeléctrico 24, acoplado al husillo de guía, genera 20 impulsos por revolución, v.g., un impulso por cada 2,54 mm de recorrido lineal. Estos

30.



impulsos se utilizan para activar un aparato registrador electrónico reversible 25, de forma que el conteo acumulado en el aparato registrador 25, en cualquier instante, es la posición lineal de las sondas 9, 8, 10, con una precisión de $\pm 1,27$ mm con relación a un cero arbitrario en el aparato.

5. La señal de salida del contador equivale a 4 décadas de un código decimal binario sin ponderar de 5 bits que tiene ventaja sobre otros códigos, cuando es necesario emplear un aparato registrador reversible, en virtud de su forma simétrica. Además de activar el aparato registrador, cada impulso del contador de revoluciones se conecta a un aparato serializador de identificaciones 26, para iniciar la formación de una identificación de espacio o localización registrada completa cada 2,54 mm de recorrido.

10. Un ordenador electrónico 27, que controla el programa de exploración, a través del husillo de guía y motores de cabezal 31 utiliza el código decimal binario 1.242 (BCD) para el control de secuencias; la señal de salida del aparato registrador 25, experimenta, por lo tanto, un cambio de código en 28, experimenta, por lo tanto, un cambio de código en 28 a 1.242 BCD para alimentar información continua de posición lineal al ordenador electrónico 27. La misma información, en código 1.242 BCD, se presenta en el aparato serializador de identificaciones 26 para registro.

15. Durante el procedimiento de ajuste y calibración, es necesario que el operador sepa exactamente la posición de las sondas 8, 9, 10; por lo tanto, el código 1.242 BCD de posición lineal se convierte además en el punto 29 en decimal puro y aparece representado en el cuadro de mandos como un número de cuatro décadas, v.g., 3.467, 1 mm según se indica

20.
25.
30.



409035

en 30.

El aparato registrador reversible 25 y todas las etapas del cambio de códigos dan señales de salida de todos los bitios, en paralelo, por lo que no existe demóra de tiempo en la transferencia de datos de etapa a etapa.

5.

Respecto al movimiento de rotación, un codificador fotoelectrico de posición de eje 33, unido al cabezal, indica, en todo momento, la posición del cabezal $\pm 1/1000$ de revolución. La posición es relativamente a un cero arbitrario que, a pesar de todo se relaciona con cada motor 1 en virtud de las disposiciones de montaje del motor al centro o punto del cabezal. La señal de salida del codificador comprende 3 décadas de código decimal reflejado Watts sin ponderar de 4 bitios. Este código es un código cíclico conocido que ofrece

10.

ciertas ventajas sobre otros códigos, donde es necesaria una señal de salida de décadas multiples de rotación, en virtud del cambio de un solo bitio cada vez. Para adaptarse al ordenador electrónico de control 27, esta señal de salida se convierte en 34 a código 1.242 BCD y también pasa, en esta forma, al aparato serializador de identificaciones 26. Además, se convierte en el punto 35 en una representación decimal pura de tres décadas, para cumplir con las exigencias del operador de la planta, v.g., pantalla de consola o cuadro de mandos 791 = $\frac{791}{1.000}$ revoluciones a partir de la posición cero. Esto se ilustra en el punto 36.

15.

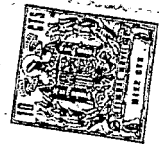
20.

25.

Se observará que la secuencia completa de inspección solamente exige una revolución completa del motor de cohete en examen.

30.

El proceso descrito anteriormente para el movimiento lineal y de rotación deja disponibles en el aparato



serializador de indentificaciones tres juegos separados de datos.

1.- Un impulso cada 2,54 mm de recorrido.

5. 2.- Una identificación de localización completa de la posición lineal, puesta al día cada 2,54 mm de recorrido.

3.- Una identificación completa de la posición de rotación, constante durante el recorrido lineal.

10. La identificación de posición lineal consiste en cuatro décadas de código 1.242 BCD = 16 bitios. La identificación de posición de rotación consiste en tres décadas de código 1.242 BCD = 12 bitios.

15. Por lo tanto, una identificación total que contenga ambas cordenadas, comprende siete décadas de cuatro bitios cada una, un total de 28 bitios en código 1.242 BCD. Todas estas décadas quedan disponibles simultáneamente en las corrientes de entrada al aparato serializador.

20. Para el registro de una identificación completa se dispone de 7 canales o pistas de registro de la cinta magnética, un canal por década. La función del aparato serializador 26 es funcionar simultáneamente sobre las 7 décadas de entrada, dando la lectura de los cuatro dígitos de cada década y presentando dicho dígitos de una forma seral al canal o pista de registro apropiado. Esto se consigue analizando los 28 bitios de entrada en la secuencia apropiada y dirigiendolos al canal o pista apropiado de la cinta. Esta secuencia se inicia cada 2,54 mm de recorrido mediante los impulsos simples procedentes del contador de revoluciones 24.

30. La circuiteria de exploración en el aparato serializador 26 se activa por un temporizador 38 de 1 Kc/s,

409035



y produce bitios de 1 milisegundo de duración con un intervalo de 2 milisegundos entre bitios. Como la 7 décadas se analizan simultáneamente, el tiempo necesario para leer y registrar la identificación total es de 10 milisegundos.

5.

Además, el serializador 26 utiliza un octavo canal o pista de registro donde se registra un impulso de registrador sincrónico con cada lectura de dígitos; por lo tanto, cada identificación completa va acompañada por 4 impulsos de registro.

10.

Esta secuencia se repite cada 2,54 mm de recorrido lineal, v.g., una vez cada 33,3 milisegundos de tiempo real.

15.

La cinta magnética de 16 canales o pistas funcionando a 95,25 mm por segundo registra cada identificación sucesiva simultáneamente con los registros de la amplitud ultrasónica relacionados con dicho punto sobre la superficie del motor al que se refiere la identificación de localización. El registro se efectúa solamente durante el recorrido lineal, pero no durante las rotaciones incrementales.

20.

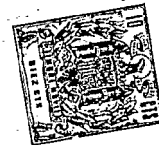
El temporizador 38 de un kc/s, se conecta también directamente a un canal o pista de la cinta magnética y se registra continuamente durante el recorrido lineal. Con esto se consigue una referencia de tiempo real contra la cual se comparan después las frecuencias registradas representativas del nivel ultrasónico.

25.

Refiriendonos ahora a la figura 3, esta figura ilustra en forma esquemática los registros sobre una sección de la cinta magnética. La cinta, según se ha mencionado tiene 16 canales o pistas que se utilizan como sigue:

30.

Nº 1 - Se utiliza para registros de voz, por



ejemplo comentarios del operador.

Nº 2 - Registra unidades de la identificación de posición rotatoria.

5. Nº 3 - Registra décimas de la identificación de posición rotatoria.

Nº 4 - Registra centésimas de la identificación de la posición rotatoria.

Nº 5 - Disponible.

10. Nº 6 - Registra el tren de impulsos cuya frecuencia está en relación logarítmica con la amplitud de la onda ultrasonica transmitida.

Nº 7 - Disponible.

Nº 8 - Registra impulsos de registrador, uno por cada bitio de la información de identificación.

15. Nº 9.- Registra décimas de la identificación de la posición lineal.

Nº 10 -Registra unidades de la identificación de la posición lineal.

20. Nº 11 -Registra décimas de la identificación de la posición lineal.

Nº 12 -Registra centésimas de la identificación de la posición lineal.

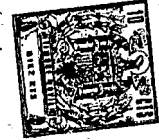
Nº 13 -Disponible.

25. Nº 14 -Registra un tren de impulsos como en la pista o canal Nº 6, pero para la onda ultrasónica reflejada.

Nº 15 -Registra los impulsos procedentes del temporizador de 1 kc/s.

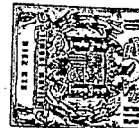
30. Nº 16 -Columna de paridad, registra impulsos si existiera un número impar de registros en cada columna de

409035



las identificaciones tomadas juntas.

- Las cuatro columnas de la información de identificaciones de localización se indican con claridad en el dibujo, junto con una nota de la ponderación decimal de codificación binaria por cada columna. Así, según se ejemplifica en la figura 3, el canal o pista Nº 2 lleva un impulso registrado en la columna ponderado como "1" para ser igual a una unidad; el canal nº 3 lleva impulsos registrados en cada columna para ser igual a $1+2+4+2$ veces 10^{-10} que es igual a 90; el canal Nº 4 lleva impulsos registrados en columnas ponderadas 1, 2 y 4 y, por lo tanto, es igual a 700. Por lo tanto, se registra la identificación rotatoria 791 que representa, según se ha mencionado anteriormente, una posición angular a 0,791 de revolución a partir de un punto inicial predeterminado.
5. En lo que se refiere a la identificación de posición lineal, los canales o pistas Nº 9, 10, 11, y 12 contribuyen con 0,5, 6, 30 y 100, respectivamente para denotar o indicar 3.467,10 mm de posición lineal a partir de otro cero predeterminado.
10. La combinación de la identificación por cada 2,54 mm de recorrido, junto con un incremento de rotación de programa normal de 25,4 mm medido sobre la circunferencia del motor, permite que el registro magnético se considere como una serie de mediciones acústicas separadas cada una de ellas relativas a 64 mm^2 de superficie del motor, cada una de ellas indicadas con su posición en el motor.
15. La inspección de un motor normal de aproximadamente 3,04 metros de longitud y 254 mm de diámetro, comprenden 33 escansiones lineales, conteniendo el registro unas 40.000 de dichas mediciones separadas. Este registro particu-
- 20.
- 25.
- 30.



lar se adquiere en 28 minutos de tiempo de inspección, que comprende ajuste y calibración, y ocupa unos 121,92 metros de cinta magnética de 25,4 mm de anchura. Los registros de cuatro de dichos motores se pueden hacer en carretes de cinta de 548mm, convenientemente utilizada. El haz ultrasónico de 38,1 mm de anchura, junto con la divergencia degrada la resolución de defectos al orden de $3,22 \text{ cm}^2$ de resolución inherente en el registro de identificación. Esta resolución se considera adecuada para las exigencias de inspección en este ejemplo, pero evidentemente se puede mejorar, por ejemplo, tomando un mayor número de escansiones y estrechando el haz ultrasónico.

El registro en cinta magnética de la inspección del motor de cohete se saca de la planta o aparato de registro y se elabora fuera de línea en un juego separador de equipo. Por lo tanto, la planta de registro queda libre para adquirir datos de inspección procedentes de otros motores. En la figura 2, que se toma ahora como referencia, se ilustra un contorno esquemático del equipo de elaboración de datos.

Los datos registrados se reproducen en un aparato reproductor de grabaciones 39 de 16 pistas o canales, con una velocidad de reproducción correspondiente normalmente a 8 veces la velocidad de grabación, v.g., 726 mm por segundo. Por lo tanto se produce un trazado en gráfico procedente de un tiempo de inspección de 24 minutos en 3 minutos. En un programa de producción esto proporciona un tiempo empleado para elaborar totalmente una inspección mientras se adquieren los datos de otro motor.

Cuando se reproduce la cinta, se toman sucesivamente las lecturas de las identificaciones de localización de los 7 canales o pistas de la cinta Nº 2-4 y 9-12, junto

409035

- 19 -



5. con los cuatro impulsos de registrador del canal o pista No 8 que acompañan y controlan cada identificación. Los impulsos de registrador llegan en secuencia al control de secuencia de lectura 41 y programan esta unidad para dirigir los dígitos de identificación acompañantes a los elementos de memoria apropiados en el aparato registrador electrónico 42. Este aparato registrador 42, denominado memoria de identificación 42, tiene una capacidad de 28 bitios igual al número de bitios en una identificación completa y utiliza un circuito biestable transistorizado por cada elemento de memoria.

10. Después de haber pasado 4 impulsos de registrador a la cabeza lectora de cinta, la memoria de identificaciones 42 contiene la identificación completa que acompaña a los cuatro impulsos de registrador. Dando la poderación apropiada a cada elemento de memoria, la memoria contiene la identificación espacial o de localización completa en código 1.242 BCD v.g., la posición rotatoria 791 de la identificación ejemplificada, posición lineal de 3.467,10 mm

15. El tiempo necesario para esta operación de lectura de cada identificación depende de la velocidad de la cinta. A 762 mm por segundo cada bitio se lee como un impulso de 125 microsegundos, almacenándose la identificación completa en 1,25 milisegundos. A esta velocidad de cinta, se leen identificaciones completas sucesivas cada 4,2 milisegundos.

20. Las dos coordenadas que comprenden esta identificación se convierten simultáneamente, cada una de ellas, en un vector de voltaje proporcional al valor decimal de la coordenada v.g., 10.091,4 mm y 3.467,1 mm en el ejemplo, en un convertidor numérico-analógico 43. Esta conversión de información numérica a información analógica se efectúa por medios tra

25.

30.



dicionales, comprendiendo los 28 bits la identificación almacenada que se conecta en paralelo a circuitos sumadores ponderados.

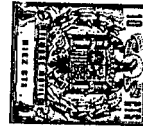
5. Los dos vectores de identificación se alimentan a circuitos de desviación del trazador osciloscópico 44, la coordenada rotatoria en desviación vertical y la coordenada lineal en desviación horizontal. El haz electrónico del osciloscopio se desvía, por lo tanto, a una posición sobre su pantalla, que representa la identificación almacenada. Durante la lectura y desviación de la identificación, el haz electrónico se extingue inicialmente.

10. Cuando se sitúa el haz del trazador, se aplica luminosidad del haz de acuerdo con la detección del analizador del nivel de la señal ultrasónica, que se describirá más adelante, y el punto se trata y se registra mediante una cámara "POLAROID" 45 ("POLAROID" es una marca registrada). Inmediatamente después de la operación de trazado, se limpia la memoria de identificación 42 quedando dispuesta para recibir la identificación siguiente.

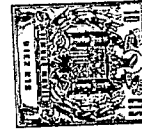
15. El trazo fotografiado del registro completo se construye, por lo tanto, punto por punto, a un régimen de aproximadamente 240 puntos por segundo en una zona rectangular, que representa una reproducción gráfica o facsimil del cilindro del motor en forma de desarrollo de superficies. El tamaño físico del trazado es de aproximadamente 76,2 mm por 25,4 mm del motor de 254 mm de diámetro y 6,09 metros de longitud ejemplificado, cuyo tamaño de fotografía es adecuado para la resolución de defectos que tengan un tamaño real de 12,7 por 12,7 mm.

20. Simultáneamente con la descodificación de las

30.



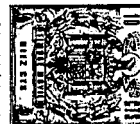
- identificaciones espaciales o de localización, tiene lugar la elaboración de señales ultrasónicas y consiste en una valoración del nivel de la señal según un programa previamente establecido y da por resultado una corriente de salida al trazador
5. simultanea con cada identificación separada contenida en el registro. La descripción que sigue se refiere específicamente a la elaboración o proceso de datos de la prueba de transmisión; la elaboración o proceso de datos de la prueba de reflexión difiere solamente en pequeños detalles.
10. Durante el tiempo necesario para descodificar cada identificación de localización, se mide la frecuencia registrada que representa el logaritmo de la señal ultrasónica que se registró simultáneamente con cada identificación. La frecuencia medida se expresa como un nivel en decibelios de
15. la señal y se compara con un nivel previamente establecido elegido por un programa de elaboración. Esto da por resultado una instrucción que imprime en blanco o negro en el punto apropiado de identificación en el trazado, dependiendo de que la comparación muestre el nivel registrado a un nivel mayor o
20. menor que el nivel previamente establecido.
- El conteo de frecuencias y la conversión a nivel en decibelios se efectúa como sigue:
- El control de lectura acciona un contador de intervalos 46 que abre las puertas 47-49 por lo que los impulsos procedentes del canal o pista Nº 15 del temporizador pa-
25. san por la puerta 47 al contador de intervalos o intervalometro 46. Simultáneamente, los impulsos procedentes del registro del nivel ultrasónico pasan por la segunda puerta 48 a un contador de nivel 50. Después de haber pasado 10 impulsos de temporización al intervalometro 46, este hace que se cierren ambas puer-
- 30.



- tas 47 y 38 (también 49) inhibiendo cualquier impulso adicional. El conteaje acumulado en el contador de nivel 50 es, por lo tanto, una medida de la frecuencia registrada, v.g., en términos de tiempo real de inspección, N impulsos en un intervalo de 10 milisegundos.
5. El contador de nivel 50 ejerce la función adicional de expresar el conteaje acumulado como un nivel en decibelios de la señal, como sigue:
10. Antes del registro de la inspección una secuencia de calibración ajusta la conversión de voltaje/frecuencia de forma que la señal umbral mínima del equipo de verificación produzca una frecuencia de 300 ciclos por segundo; la señales más potentes aumentan esta frecuencia en 100 ciclos por segundo por decibelio. Si el nivel de 300 ciclos por segundo se toma ahora como una referencia de 0 decibelios, una escala dinámica de 0-30 decibelios representa una escala de frecuencias de 300 ciclos por segundo a 3.300 ciclos por segundo con una sensibilidad de 100 ciclos por segundo decibelio.
15. Como el intervalo de conteaje durante el proceso es de 10 milisegundos con relación al tiempo de registro, los puntos extremos de esta escala producen conteajes de 3 y 33, respectivamente, con un cambio de una unidad por decibelio. El contador 50 se dispone de forma que reste 3 unidades de cada conteaje efectuado, y cada total es entonces igual al nivel de la señal en decibelios con relación a la referencia de 0 db.
20. Esto se somete a la incertidumbre digital normal, $\pm 0,5$ bits $\pm \frac{1}{2}$ db. La señales en la escala de 0 a 30 db dan por resultado, por lo tanto, conteajes de 0 a 30 aumentando una unidad por db.
25. El contador de nivel 50 funciona en código binario recto y al final del intervalo de conteaje, un comparador
- 30.

409035

- 23 -

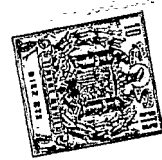


51 compara el total (en código binario 1.248) con un nivel previamente establecido en código 1.248 desde un selector digital 52 que ajusta el operador a mano antes de comenzar el trazado.

5. Si la señal excede del nivel previamente establecido, se genera un impulso de impresión mediante la unidad 63 y se alimenta a la circuiteria de "iluminación" del trazador, habiendose situado simultaneamente el haz electrónico del trazador mediante el dato de identificación espacial o de localización. El intervalo de impresión va seguido por una
10. orden de reposición (no ilustrada) a todas las etapas que quedan de este modo preparadas para la valoración de nivel que acompaña a la siguiente identificación de localización.

El proceso anterior continua hasta que se han descodificado todas las identificaciones en el registro
15. total, junto con los niveles de señal relativos, La cámara "POLAROID" registra la posición y caracter (negro o blanco) de cada punto trazado. Al final del proceso, la película "POLAROID" queda disponible de una forma virtualmente inmediata para observar el trazado de facsimil. Según representa en la figura 2 el
20. número 62. Según se observará claramente por el Nº 62, las áreas del motor donde se produce una mayor pérdida de amplitud que en las zonas de nivel previamente establecido, aparecen totalmente blancas o negras, según se ha predeterminado, en sus lugares reales. Por lo tanto las características conocidas como son las
25. trestriras verticales y características desconocidas como es la zona en blanco, aparecerán fácilmente evidentes y con gran rapidez aun para el profano en la materia.

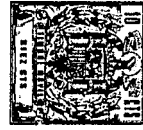
La operación del proceso se repite entonces según sea necesario para producir trazados adicionales a
30. niveles previamente establecidos diferentes volviendo a ajustar



el selector 52, representando la familia de trazados una serie de filtros de información donde se quita información de fondo negro y solamente se representan niveles específicos.

5. Si se dispone de un segundo trazador 54 y una segunda cámara 55, se utiliza un segundo analizador que comprende un contador de nivel 57, un comparador 58 y un selector digital 59. Este dispositivo se conecta a través de un selector de canales o pistas 60, para ponerlo en disposición de tratar simultáneamente con los datos de prueba de reflexión
10. o, alternativamente, puede tratar también con datos de transmisión de forma que se hagan simultáneamente dos trazados a niveles diferentes previamente establecidos. Otra variante consiste en utilizar simultáneamente los dos analizadores en un trazado, con dos niveles diferentes previamente establecidos
15. y se invierte la lógica de salida de un analizador. Con esta técnica, solamente se traza la información entre los dos niveles previamente establecidos en blanco, trazándose en negro el resto de los niveles, o viceversa, según el programa. Esto permite un filtraje adicional de información que es útil en algunos casos de sección compleja.
- 20.

- Un dispositivo adicional para los analizadores (no ilustrados en los dibujos) consiste en un convertidor proporcional mediante el cual los contajes de nivel se convierten en un vector de voltaje proporcional. Si se omite el nivel
25. previamente establecido y este vector se alimenta a la circuitería de iluminación del trazador, el resultado es un trazado en una escala total de grises de la amplitud. Este trazado semeja una radiografía en carácter y aunque algunas veces resulta útil desde un punto de vista cualitativo, no proporciona un producto
30. cuantitativo. Reteniendo el nivel previamente establecido,



5. junto con la señal de salida proporcional, el trazado en escala de grises puede quedar confinado a los datos comprendidos solamente en un lado del nivel previamente establecido. De nuevo esto resulta útil en ciertas condiciones y la valoración es ligeramente más cuantitativa que con los métodos de escala total de grises.
10. Con cualquiera de los métodos de trazado descritos, si fuera necesario obtener más detalles de cualquier característica observada que los que se puede conseguir en un trazado de 76,2 por 25,4 mm, se puede efectuar un proceso adicional a cualquier nivel previamente establecido aumentando las sensibilidades de desviación del trazador. De este modo se puede hacer un trazado ocupando la característica el total de los 101,6 por 127,0 mm de la fotografía "POLAROID". Si se necesitara un mayor detalle, se pueden efectuar trazados en una inspección adicional donde el programa de exploración cubra solamente la zona en cuestión con incrementos de rotación mucho menores que darían por resultado un mayor número de exploraciones sobre la zona. De este modo se pueden producir trazados de tamaño natural de las características.
15. El equipo tiene las características necesarias para poder emplear métodos alternativos de aplicación de un nivel previamente establecido. El método descrito consigue el nivel preestablecido mediante ajuste manual que permanece constante para cada trazado de facsimil completo. Como variante, por medio de un programa externo donde el nivel previamente establecido varíe de una forma apropiada a cada identificación de punto de localidad y en el que equivalga al nivel normal para la identificación, entonces el trazado resultante
20. contendrá solamente aquellos puntos que se desvíen de la norma,
- 25.
- 30.



dicho programa externo podría estar contenido en un registro magnético normal de tipo particular de motor.

- N O T A -

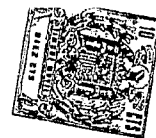
5. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita una patente de Introducción por 10 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA ENSAYAR UN OBJETO EN PRUEBA, caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
15. 1.- Procedimiento y aparato para ensayar un objeto en prueba en lo que se refiere al procedimiento caracterizado porque comprende las operaciones de transmitir radiación en dicho objeto, recibiendo en secuencia desde una pluralidad de lugares sobre el objeto en prueba radiación indicativa de la calidad en cada lugar de la propiedad en prueba; registrar sobre una cinta de grabación una pluralidad de señales cualitativas correspondientes a la radiación recibida; registrar en 20. la cinta de grabación señales de localización que identifican cada una una localización correspondiente de los lugares y se dispone cada una en una relación predeterminada en la cinta con la señal cualitativa relacionada con dicho lugar, utilizándose 25. las señales cualitativas de localización para producir una representación gráfica del objeto en prueba donde aparece la cualidad del objeto en prueba en cada uno de los lugares en una posición correspondiente a la posición de la localización correspondiente sobre el propio objeto en prueba.
30. 2.- Procedimiento según la reivindicación

ME



- 1, caracterizado porque el objeto en prueba se analiza sistemáticamente y por lo menos con un haz electrónico de radiación de sonda, y la radiación recibida desde cada uno de la pluralidad de lugares sobre el objeto en prueba se transmite desde
5. el haz electrónico de la sonda a través de una parte por lo menos del objeto en prueba en dicho lugar, antes de recibirse.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación
- 2, caracterizado porque la radiación recibida desde cada uno de la pluralidad de lugares sobre el objeto en prueba se refleja
10. también desde el objeto en prueba en dicho lugar antes de recibirse.
- 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque la radiación es ultrasónica y la
15. amplitud de la radiación recibida, que se atenúa si se compara con la amplitud de la radiación del haz electrónico de la sonda, es indicativa de la cualidad en cada lugar del objeto en prueba.
- 5.- Procedimiento según la reivindicación
- 1, caracterizado porque la amplitud de la radiación recibida
20. se convierte mediante una sonda receptora en una señal analógica de voltaje y, después de su amplificación, se elabora mediante una etapa de transferencia logarítmica para producir una señal de salida que es la señal analógica de voltaje del logaritmo de la señal de entrada a la etapa de transferencia logarítmica, por lo que las señales cualitativas registradas en la
25. cinta de grabación están en relación logarítmica a la amplitud de la radiación recibida.
- 6.- Procedimiento según la reivindicación
- 3, caracterizado porque la señal de salida procedente de la
30. etapa de transferencia logarítmica se conecta a un convertidor

mG



de voltaje/frecuencia para producir un tren de impulsos cuyo régimen de repetición es proporcional al voltaje de la señal de entrada en el convertidor, y los impulsos constituyen las señales cualitativas.

5.

7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada señal de localización se utiliza para desviar un haz electrónico de osciloscopio a una posición sobre la pantalla del osciloscopio correspondiente a la posición sobre el propio objeto en prueba del lugar correspondiente, y cada señal cualitativa se utiliza para controlar la luminancia del haz electrónico en la posición correspondiente.

10.

15.

8.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque cada señal cualitativa se compara con una señal de norma previamente establecida de forma que el haz electrónico se extinga o produzca un punto de luz sobre la pantalla dependiendo de si la señal cualitativa tiene un valor que no exceda o que exceda del valor de la señal de norma previamente establecida, o viceversa.

20.

9.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque cada señal cualitativa compara con señales de norma previamente establecidas, de forma que el haz electrónico se extinga o produzca un punto de luz sobre la pantalla dependiendo de si la señal cualitativa tiene un valor que no esté o que esté entre los valores de las señales de norma previamente establecidas o viceversa.

25.

30.

10.- Aparato para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones anteriores caracterizado porque comprende un emisor de radiación; un receptor de radiación para recibir en secuencia radiación procedente del emisor

mgc

409035



que se ha transmitido a través de una parte por lo menos del objeto en prueba en una pluralidad de lugares sobre el mismo, siendo la radiación recibida indicativa de la cualidad en cada lugar de dicho objeto; una cinta e grabación para registrar una pluralidad de señales cualitativas correspondientes a la radiación recibida por el receptor y para registrar señales de localización que identifican cada uno de los lugares correspondientes y se disponen cada una en una relación predeterminada en la cinta con la señal cualitativa relacionada con dicho lugar; y medios analizadores para utilizar las señales cualitativas y de localización con el fin de producir una representación gráfica del objeto en prueba donde aparece la cualidad del objeto en prueba en cada extremo de los lugares en una posición correspondiente a la posición del lugar correspondiente sobre el propio objeto en prueba.

5,

10.

15.

11.- Aparato según la reivindicación 10; caracterizado porque el receptor de radiación produce una señal de salida analógica de voltaje dependiente de la amplitud de la radiación recibida, y porque el aparato comprende además medios de amplificación y una etapa de transferencia logarítmica, de forma que después de la amplificación, la señal de salida analógica de voltaje sea elaborada por la etapa de transferencia logarítmica para producir una señal de salida que es la señal analógica de voltaje del logaritmo de la señal de entrada en la etapa de transferencia logarítmica, por lo que las señales cualitativas registradas en la cinta de grabación están en relación logarítmica a la amplitud de la radiación recibida.

20.

25.

12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque comprende además un convertidor de voltaje/frecuencia conectado a la etapa de transferencia logarítmica

30.

MCE



para producir un tren de impulsos, cuyo régimen de repetición es proporcional al voltaje de la señal de entrada al convertidor, y los impulsos constituyen la señales cualitativas.

5. 13.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10-12, caracterizado porque los medios analizadores comprenden una memoria de identificaciones de localización donde se recibe cada señal de localización, controlando dicha memoria la desviación del haz electrónico osciloscópico de un osciloscopio a una posición en la pantalla del osciloscopio que corresponde a la posición sobre el propio objeto en prueba del lugar correspondiente, y medios para utilizar cada señal cualitativa para controlar la luminancia del haz electrónico en la posición correspondiente.

10. 14.- Procedimiento y aparato para ensayar un objeto en prueba, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

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

Madrid

28 NOV 1977

IMPERIAL METAL INDUSTRIES (KYNOCHE)
LIMITED.

E. GONZALEZ ACEBO Y MUÑOZ
Ingenieros de Minas

m e

409035

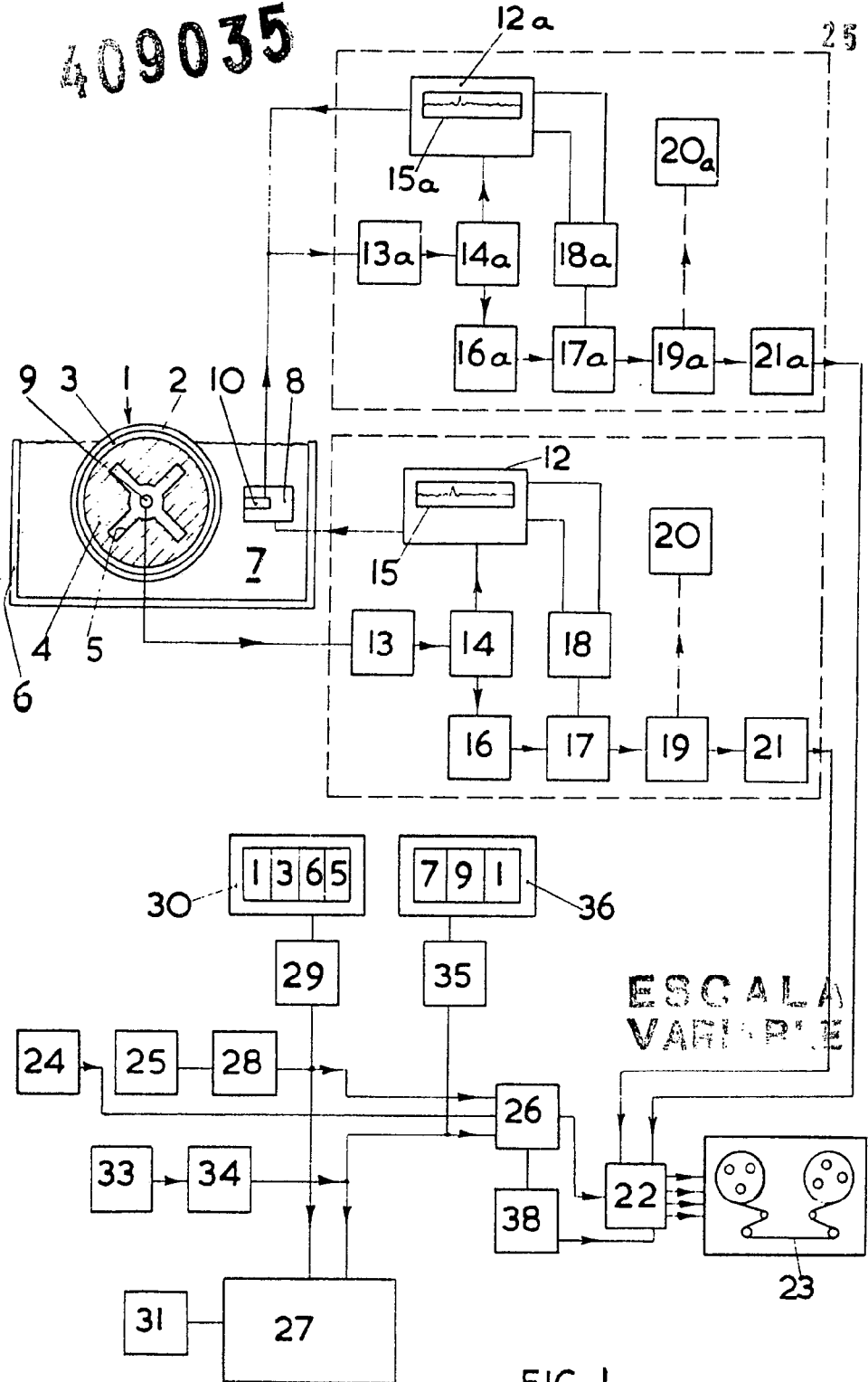


FIG. I.

25 ENE. 1972

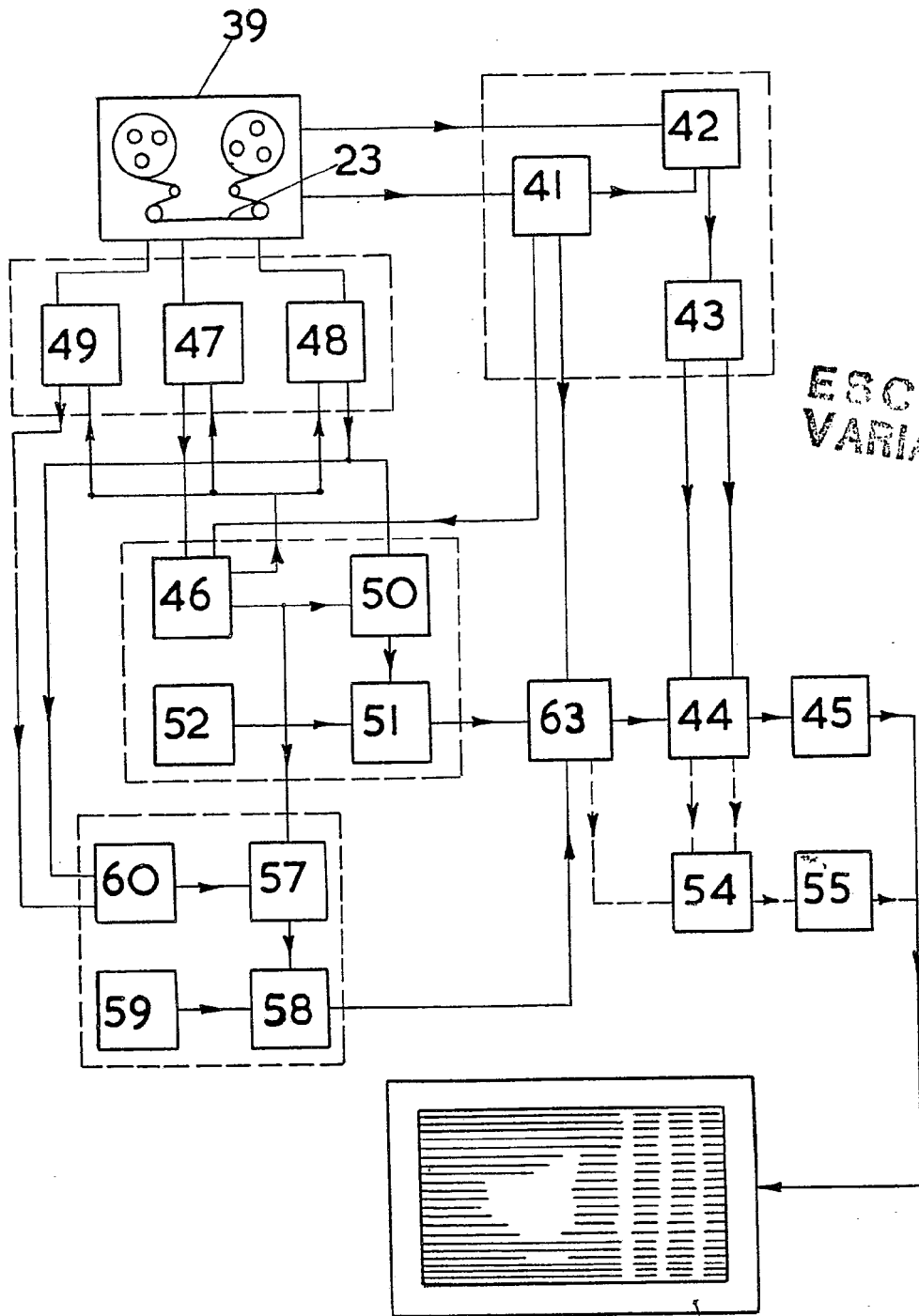
J. GONZALEZ TORRES Y CIA
Ingenieros

[Handwritten signature]



409035

25 ENE. 1972



ESCALA VARIABLE

FIG. 2.

62

25 ENE. 1972

Madrid

J. GOMEZ ASESOR Y INGENIERO
D.º de El Encanto, L.ª Costa, Fontanafredda

409035

409035



ESCALA
VARIABLE

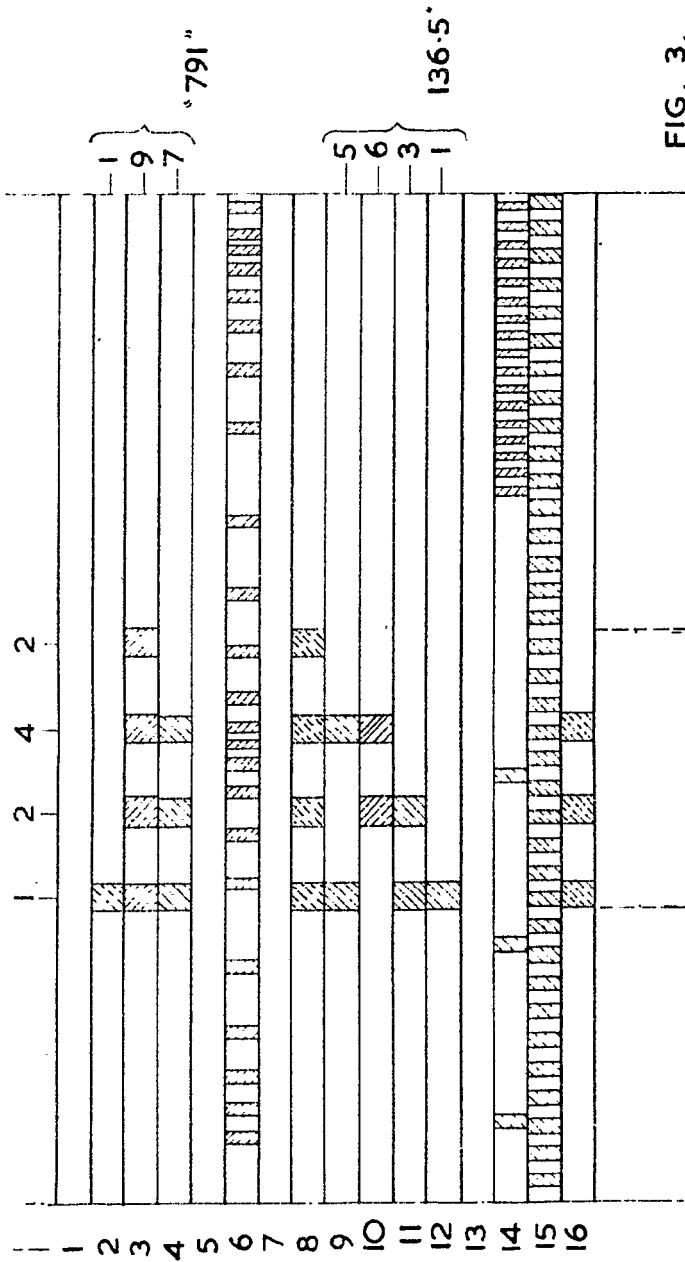


FIG. 3.

28 ENE. 1972

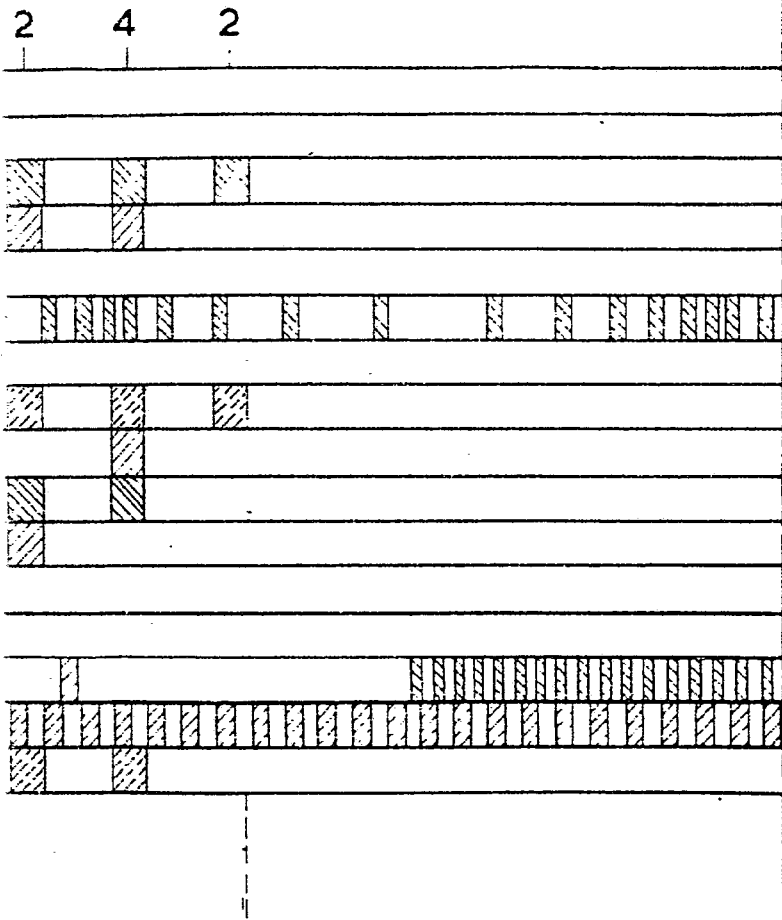
ALBINO

Dr. Humberto ...
Pr. Dr. Esteban ...

[Handwritten signature]



409035



"791"

ESCALA VARIABLE

136.5'

FIG. 3.

25 ENE. 1972

Madrid

A. GONZALEZ ALONSO Y CAÑA
Ingenieros de Edificación

Alonso