

319951

P.- 30.527

A 85538

Case 2711 EGS (WMP)



24 NOV. 1965

319951

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMBUSTION ENGINEERING, INC., entidad norteamericana establecida en Prospect Hill Road, Windsor, Connecticut, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO DE ENSAYAR MUESTRAS ALARGADAS EN CUANTO A LA PRESENCIA DE GRIETAS POR MEDIO DE TECNICA ULTRASONICA"

Este invento se refiere en general a tecnicas no destructoras de detección de grietas y más especialmente a un método ultrasónico para detectar defectos en muestras alargadas tales como tuberias, tubos y barras.

5 El uso de técnicas ultrasónicas para el ensayo de materiales en cuanto a la presencia de grietas o defectos, es bien conocido. Un transductor ultrasónico consistente normalmente en un cristal piezoeléctrico es acoplado por alguno de entre una diversidad de métodos a la muestra a ser ensayada

10 y luego se excita eléctricamente el transductor para que en-

319951



5 vie ondas sonoras o impulsos ultrasónicos por dentro de la muestra. Si existen grietas la onda ultrasónica será reflejada y la onda reflejada será detectada por el mismo o por otro elemento transductor. En el ensayo de muestras alargadas es corriente hacer pasar la muestra progresivamente a través de una estación de ensayo. En el caso de objetos de forma cilíndrica, ello se efectúa frecuentemente haciendo girar el objeto para comprobar una parte con un sólo cristal fijo y hacer avanzar luego el objeto para comprobar otra parte. Esta técnica, sin embargo, es bastante lenta, ya que el transductor único debe recorrer e investigar la totalidad de la muestra.

15 Otro problema inherente a las técnicas de ensayo ultrasónicas corrientemente empleadas es que ciertos defectos pueden escapar a la detección, o al menos no se aprecia la magnitud del defecto. Ello es debido al hecho de que los defectos pueden estar orientados de tal manera dentro del material que está siendo ensayado, con respecto a la dirección de propagación de la onda ultrasónica a través del material, que se producirá escasa o ninguna reflexión desde el defecto. Una onda que incida contra ese mismo defecto desde algún otro ángulo, por otra parte, podría producir una señal de reflexión de tal magnitud que fuese causa de rechazo del material.

25 El presente invento supera las características no deseables de los sistemas anteriores, como las anteriormente indicadas, y permite un ensayo más rápido y completo. Ello se efectúa utilizando una pluralidad de unidades investigadoras ultrasónicas dispuestas de una manera particular con respecto a la trayectoria de recorrido de la muestra a ser ensayada conectadas de tal manera que disparen un avisador y proporcionen una indicación cuando se detecta un defecto más grave de lo que

30

319951



esté permitido.

Un objeto del invento es aumentar la velocidad de ensayo de muestras alargadas en cuanto a la presencia de grietas en ellas.

5 Otro objeto del invento es proporcionar una técnica de ensayo automática con la cual se detectarán más fácilmente los defectos orientados y que al mismo tiempo aumenta la velocidad del ensayo.

De acuerdo con el invento, se ha provisto el método
10 de ensayar muestras alargadas en cuanto a la presencia de grietas por medio de una técnica ultrasónica, que comprende las operaciones de disponer una pluralidad de unidades investigadores ultrasónicas en puntos espaciados predeterminados a lo largo de una trayectoria relativa de recorrido entre dichas
15 unidades y una muestra, comunicar energía ultrasónica a cada una de dichas unidades, con lo que cada unidad comunicará energía ultrasónica a partes espaciadas separadas de dicha muestra, mover relativamente a lo largo de dicha trayectoria de recorri
20 do dicha muestra y dichas unidades, y hacer girar dicha muestra durante tal movimiento relativo, seleccionándose el espaciamiento de dichas unidades y la velocidad del avance relativo y de rotación de dicha muestra de tal manera que cada una de dicha pluralidad de unidades investigadoras investigará -
25 una trayectoria helicoidal sustancialmente diferente en torno a dicha muestra.

A fin de que pueda comprenderse el invento, se describirá a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan en los cuales:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva simplificada
30 de una realización del dispositivo de ensayo del presente in-



vento, que ilustra también esquemáticamente el aparato de funcionamiento ultrasónico asociado;

La Fig. 2 es una vista en sección de un tubo sometido a ensayo en que se ilustra el montaje del transductor y la configuración de onda;

La Fig. 3 es un gráfico en el que se ilustra la velocidad permisible de recorrido de la muestra por revolución para un espaciamiento particular del transductor; y

La Fig. 4 es una vista en perspectiva de una parte de la disposición de montaje del transductor.

Refiriéndonos ahora a los dibujos, y más especialmente a la Fig. 1, se ha ilustrado una muestra 10, en este caso un tubo, siendo inspeccionada en el aparato de ensayo que se ha designado en general por 12. Este aparato comprende un depósito alargado 14 que está dividido en dos partes por el tabique 16. A través de cada extremo del depósito 14 se han provisto aberturas 18 y 20 y hay una abertura similar 22 a través del tabique 16. La muestra 10 pasa a través del depósito 14 por intermedio de las aberturas 18, 20 y 22 y efectúa su recorrido en la dirección indicada por la flecha 24.

La muestra de tubería 10 descansa sobre el rodillo 26 y es mantenida en alineación por los rodillos laterales 28. El rodillo 26 es accionado por el motor 30, aunque serían adecuados cualquier clase de medios de accionamiento. El rodillo 26 está montado de tal manera que puede ser hecho girar en torno a un eje geométrico vertical a fin de variar el ángulo del rodillo con respecto a la muestra 10. Esa colocación angular hará que la muestra sea avanzada a medida que es hecha girar, y una variación en el ángulo ajustará la cantidad de avance de la muestra por revolución. Los rodillos 28 son además ajustables

319951

24 NOV 1968



alrededor de un eje geométrico horizontal de manera que pueden ser dispuestos de manera que rueden sobre la muestra sin deslizamiento alguno. Tal equipo de transporte se encuentra comercialmente y los detalles específicos del mismo no constituyen parte del presente invento.

Cuando la muestra entra en la primera parte del depósito a través de la abertura 18, se aplica a una esponja 32 que descansa sobre la parte superior de la muestra y es mantenida elásticamente en posición por medios adecuados. La esponja es suministrada con una solución de glicerina y agua desde el tubo 34, lo cual tiene como fin proporcionar un par líquido entre la muestra y el elemento transductor. En el fondo de la primera parte del depósito 14 hay una reserva de esta solución y una bomba (no representada) hace circular esa solución a través del tubo 34. Se utiliza la válvula 36 para controlar el paso de solución. Un elemento rascador flexible o escobilla 38 está colocado en torno al tubo justamente antes de donde éste entra por la abertura 32, con el fin de rascar y eliminar la mayor cantidad posible de la solución de glicerina y agua del tubo antes de que salga de la primera parte del depósito 14 y entre en la segunda parte del depósito. La solución eliminada en ese punto pasará simplemente al fondo de la primera parte del depósito.

Una disposición alternativa para humedecer las muestras, a fin de obtener el par apropiado, consiste en dividir el depósito 14 en tres partes en lugar de las dos ilustradas. En este caso la tercera parte es pequeña en comparación y está en la parte inicial del depósito 14 por donde la muestra de ensayo entra en el depósito. En esa cámara inicial se ha provisto un anillo rociador con el fin de rociar la muestra con agua



pura en lugar de con una mezcla de agua y glicerina. Ese agua penetrará rápidamente en cualquier óxido que tengan las muestras y humedecerá por completo la superficie. Con ese humectador previo puede emplearse una esponja, pero no es necesario.

5 El agua en exceso es eliminada de la muestra antes de que salga de esa parte de depósito adicional, por medio de una escobilla similar a la escobilla 38. Con ello solamente quedará agua en los poros de óxido, mas una ligera película sobre la totalidad de la superficie. Después de salir de esa parte de depósito

10 sitio adicional se aplica glicerina pura a la muestra procedente del tubo 34, en lugar de la mezcla de glicerina y agua. Ello proporcionará mejor lubricación y aumentará la vida de las zapatas de desgaste que se estudian en lo que sigue.

Después de pasar a través de la abertura 22, la muestra

15 tra pasa a través de un anillo rociador 40 donde la muestra es enjuagada con agua para eliminar cualquier glicerina residual. La muestra pasa entonces a través de un anillo similar 42, el cual está suministrado de aire a presión para eliminar el agua residual y secar la muestra.

20 Las unidades de ensayo ultrasónico 44, 46, 48 y 50 están situadas a lo largo de la trayectoria de recorrido de la muestra en la primera parte del depósito, a continuación del contacto con la esponja 32. Las propias unidades 54 de cristal, 52, están montadas en bloques en cuña usuales de "Plexiglas"

25 de onda transversal o de corte a 45°, como se ha ilustrado en las Figs. 1 y 2. Las cuñas están a su vez montadas sobre zapatas de desgaste 56 y están acopladas a las zapatas de desgaste por medio de un material tal como grasa. Las zapatas de desgaste están contorneadas en 58 para adaptarse a la muestra y las

30 zapatas están acopladas a la muestra por medio de la solución

319951



de glicerina y agua. En lo que sigue se explicarán los medios de montaje específicos para las unidades de ensayo como se han representado en la Fig. 4. La energía eléctrica es suministrada a los transductores desde los generadores y receptores de impulsos 60 y esas mismas unidades reciben también las señales de indicación de grietas procedentes de los transductores.

La línea de trazos en zig zag representada en la sección transversal de la muestra de ensayo 10 en la Fig. 2 ilustra la línea central de la trayectoria de la onda transversal en torno a la tubería. Como puede verse, la onda transversal rebota en cierto modo en las paredes interior y exterior de la tubería a medida que se desplaza en torno a ésta. Aunque en ese diagrama se usa una línea para ilustrar la trayectoria del sonido, la trayectoria en realidad es un haz continuamente divergente y la línea de trazos representa únicamente la línea central de tal haz. A medida que el haz progresa en torno al tubo disminuirá de intensidad por unidad de sección transversal, debido a esa divergencia y también a su atenuación. Para una explicación más detallada del uso de las técnicas de onda transversal en ensayo ultrasónico puede hacerse referencia a un artículo titulado "Ultrasonic Flaw Detection in Pipes by means of Shear Waves" ("Detección Ultrasónica de Grietas en Tuberías por medio de Ondas Transversales") aparecido en el número correspondiente a abril de 1951 de The Transactions of the ASME en las páginas 225-235, Puede verse, por consiguiente, que la intensidad de la señal de retorno desde un defecto dependerá de la distancia del defecto en torno a la circunferencia desde la fuente. A fin de que pueda ser calibrado el aparato de manera que un defecto de una magnitud predeterminada produzca la indicación apropiada y haga que se rechace el



tubo, solamente se considera una parte de las señales de retorno desde los defectos, como se explicará en lo que sigue. Ello se ha ilustrado en la Fig. 2 mediante la barrera cuyo rótulo figura en la parte inferior de la muestra 10. Solamente las señales de grietas procedentes de esa pequeña parte del tubo son alimentadas al aparato de aviso y registro. Ello se efectúa mediante el uso de verificadores de barrera 63 los cuales seleccionan eléctricamente una parte de las señales de retorno procedentes de los transductores para transmisión al aparato de registro 64. Existen en el comercio aparatos para tal distribución, tal como el Reflectoscopio UM 721 Sperry, equipado con cuatro generadores y receptores de impulsos y cuatro verificadores de barrera transistorizados. También se ha provisto un aparato de tubo de rayos catódicos 66 que puede ser conectado selectivamente a cualquiera de la pluralidad de verificadores de barrera para observar visualmente las señales de retorno procedentes de los transductores. Ese reflectoscopio es particularmente útil, juntamente con el registrador, para calibrar el aparato.

A medida que la muestra es movida longitudinalmente a través del aparato de ensayo, es hecha girar, como se ha explicado en lo que antecede, a una velocidad predeterminada, ya que cada uno de los transductores inspecciona solamente una parte de la circunferencia del tubo, es decir, la parte interior al área de la entrada. Puede verse que cada uno de estos transductores inspeccionará partes de tubo las cuales transcribirán una trayectoria helicoidal en torno al tubo. El número de unidades transductoras, el espaciamiento de estas unidades y la longitud del recorrido de tubo por revolución del tubo deben ser coordinados de manera que la pluralidad de transductores cubran en combinación el 100 por ciento de la superficie

del tubo. La Fig. 3 ilustra la relación entre la longitud del recorrido del tubo por revolución del tubo con respecto al porcentaje de área de tubo no inspeccionada para un espaciamiento de cristales a 10 centímetros. Por ejemplo, cuando el tubo es alimentado 5 centímetros por cada revolución del tubo, solamente el 50 por ciento del tubo sería cubierto por los transductores, mientras que si la longitud del recorrido fuese de 7,5 centímetros por revolución se cubriría la totalidad de la superficie del tubo. Sería necesario deducir calibraciones similares para cada espaciamiento de cristal empleado y para las diversas velocidades de recorrido. Un factor que limita la velocidad del recorrido del tubo es el requisito de que las zapatas de desgaste permanezcan en contacto con el tubo. Por consiguiente, la rugosidad de la superficie exterior de los tubos tendría una influencia directa sobre la velocidad permisible. Se han hecho pasar tubos a través de tal aparato a la velocidad de 16,5 metros por minuto.

Antes de pasar muestras de ensayo a través del aparato, es necesario calibrarlo de tal manera que las señales alimentadas al sistema de registro y aviso indiquen con precisión y automáticamente un defecto de un tamaño superior a un límite previamente determinado. Esa calibración se efectúa mediante dos ajustes, el de la posición del cristal con respecto a la muestra de ensayo y el de la magnitud de la señal de salida procedente del receptor. Para fines de esa calibración, se selecciona como patrón un trozo del tubo del tipo a ser inspeccionado. En ese patrón se tallan muescas en la superficie interior y en la superficie exterior para simular defectos. Estas son normalmente muescas del 5 por ciento (5 por ciento del espesor de la pared) que se tallan por medios de aparatos de corte con

arco existentes en el comercio, usuales. Esa muestra patrón se coloca entonces en el aparato de ensayo y se colocan alternativamente las muescas interiores y las exteriores en el área de entrada de un transductor particular. El bloque en cuña 54 para ese transductor se mueve hacia adelante y hacia atrás (a la derecha o a la izquierda según se ve en la Fig. 2) sobre la zapata de desgaste 56 hasta que se alcanza una posición en la cual las señales recibidas desde las muescas interiores y desde las exteriores son de igual magnitud. Por tal procedimiento las señales recibidas de defectos en cualquier lugar interior al espesor de la tubería serán relativamente iguales. Después de efectuado esto, se ajusta simplemente la magnitud de la señal procedente de esas muescas de calibración a un valor previamente seleccionado, ajustando la ganancia de los amplificadores en los generadores y receptores de impulsos. Ese procedimiento se sigue para cada uno de la pluralidad de elementos transductores del aparato de ensayo y se ajusta cada uno de ellos para que dé una señal de la misma magnitud para las muescas de calibración.

La Fig. 4 ilustra una parte de un montaje ilustrativo para uno de los elementos transductores. Ese aparato comprende una placa de montaje 68 que tiene una parte central recortada 70 suficientemente larga para acomodar la pluralidad de elementos transductores, en este caso cuatro. En cada extremo de la placa de montaje hay unidos dos bloques 72 los cuales forman un recorte central de forma de V. Los bordes inclinados 73 del recorte de forma de V están forrados con un material tal como el conocido con la Marca Registrada "Teflon". Esas superficies recubiertas descansarán sobre la muestra de ensayo y soportarán el aparato de ensayo sobre ellas. Extendiéndose a través de la

319951



abertura 70 hay un par de barras de soporte 74 para cada elemento transductor. Esas barras son deslizables verticalmente en espigas 76 y están obligadas hacia abajo por medios de resorte 78. Esa disposición cargada por resorte permitirá que las zapatas

5 de desgaste se muevan subiendo y bajando y se adapten así a las irregularidades en las muestras que están siendo ensayadas y mantengan el par necesario. Unidas a cada una de las barras de soporte 74 hay dos placas laterales 80. Las zapatas de desgaste 56 están unidas al fondo de esas placas laterales 80. Unida tam-

10 bién a la zapata de desgaste hay una placa extrema 82. El bloque en cuña 54 descansa entre las placas laterales 80 en la parte superior de la zapata de desgaste 56. Como se ha dicho anteriormente, un material tal como grasa proporciona un par adecuado entre el bloque en cuña y la zapata de desgaste. Medios de tornillo 84 se extienden a través de los labios superiores que se

15 extienden hacia dentro de las placas laterales 80 y apoyan en la parte superior del bloque en cuña para retenerlo firmemente contra la zapata de desgaste. En ese labio superior se han provisto una pluralidad de agujeros para los tornillos 84 para acomodar el bloque en cuña en cualquiera de sus posiciones. El tornillo de ajuste 86 se extiende a través de la placa extrema 82 y está unido a la parte superior del bloque en cuña 54 por medios adecuados 88. Ese tornillo de ajuste permite que el bloque en cuña sea movido hacia adelante y hacia atrás para calibrar el

20 transductor como se ha explicado en lo que antecede. Esos medios de montaje son, por supuesto, únicamente ilustrativos y pueden usarse cualesquiera medios que mantengan el necesario espaciamiento de cristales y el contacto de la zapata de desgaste con los tubos.

30 Como se ha indicado en la Fig. 1, la unidad de trans-



ductor 44 tiene el cristal orientado de tal manera que las ondas ultrasónicas avanzarán en torno al tubo en una dirección mientras que la unidad siguiente 46 tiene el elemento transductor orientado en el sentido opuesto de manera que las ondas
5 avanzarán en torno al tubo en el sentido opuesto. La unidad 48 está orientada también como la unidad 44 mientras que la unidad 50 está orientada como la unidad 46. Con las unidades dispuestas de esa manera y con un espaciamiento de cristales y avance de tubo por revolución apropiados, serán inspeccionadas
10 bandas helicoidales alternadas del tubo en sentidos opuestos. Puesto que ciertos defectos, como anteriormente se ha señalado, darán señales de retorno más o menos intensas dependiendo de su orientación, la disposición de los cristales de esa manera aumentará grandemente la posibilidad de detectar con precisión todos
15 los defectos. Por ejemplo, si un defecto se extiende en dos trayectorias helicoidales adyacentes y el defecto está orientado desfavorablemente para una de las trayectorias, será detectado satisfactoriamente por la unidad transductora adyacente.

Cristales adecuados para este aparato de ensayo serían los cristales Branson de 12,7 por 25,4 milímetros del tipo ZSL, de una frecuencia de 2,25 megaciclos. La dimensión de 25,4 milímetros se extiende a lo largo de la longitud de la muestra de ensayo, y con esos cristales espaciados a 101,6 mm. uno de otro con un recorrido de tubo de 79 milímetros por revolución del tubo, será inspeccionado el 100 por ciento del tubo y de hecho se producirá cierto solapamiento de las trayectorias helicoidales. Ese solapamiento proporcionará una certeza todavía mayor de que se detectan los defectos orientados. Además de poder detectar los defectos orientados, la disposición en que los cristales son ajustados para dar señales uni-
25
30

319951

24



5 formes, tanto de los defectos interiores como de los exteriores, hace tambien apto el aparato para la detección de la excentricidad del diámetro interior de los tubos. Tal excentricidad producirá una señal de aviso exactamente igual que la produciría un defecto en el material.

10 Aún cuando se ha ilustrado y descrito una realización preferida del invento, se comprenderá que tal representación es ilustrativa en vez de restrictiva y que pueden efectuarse variaciones en la construcción y en la disposición de partes y de operaciones, sin rebasar el alcance del invento tal como se ha reivindicado en la Nota adjunta.

15 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América con fecha 28 de diciembre de 1.964 bajo el núm. 421.266, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

20

Los puntos de invención, propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

25 1.- Un método de ensayar muestras alargadas en cuanto a la presencia de grietas por medio de técnica ultrasónica, caracterizado por las operaciones de disponer una pluralidad de unidades investigadoras ultrasónicas en puntos espaciados predeterminados a lo largo de una trayectoria relativa de recorrido entre dichas unidades y una muestra, comunicar ener -
30 gía ultrasónica a cada una de dichas unidades, con lo que ca-

319951



Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

24 NOV. 1965

P.A. Alberto de Elzuru

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "A. de Elzuru".

319951 24 NOV 1965

SPECIAL VARIATION

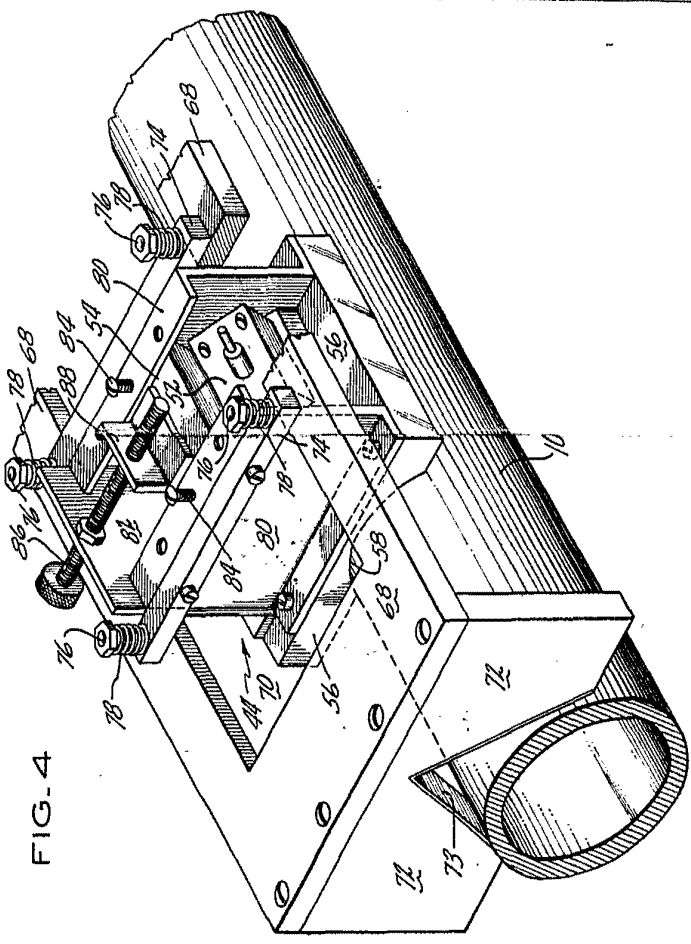


FIG. 4

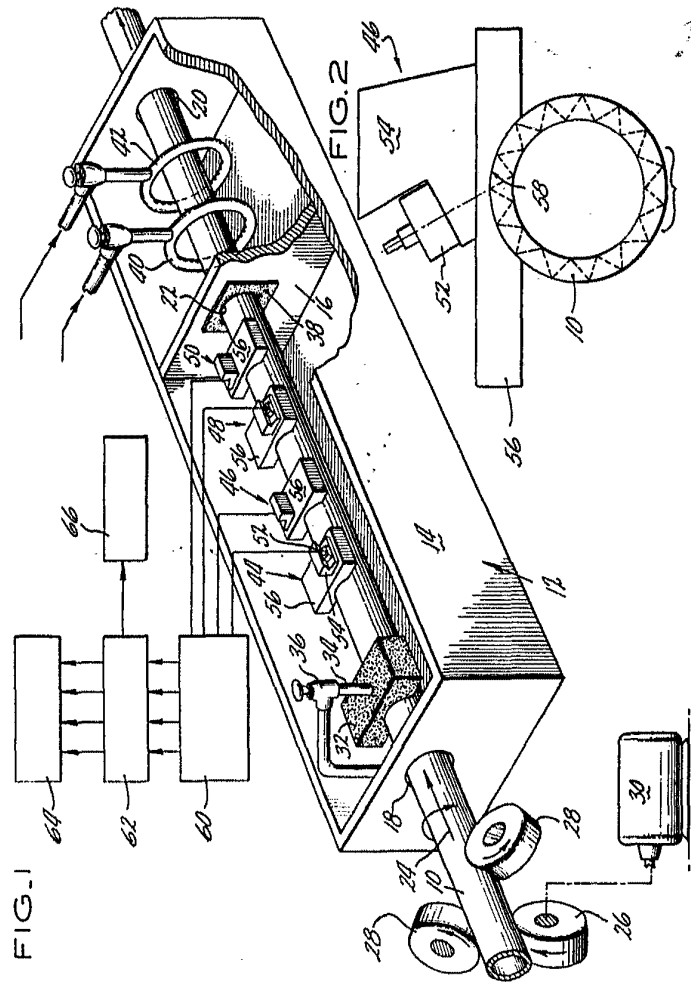


FIG. 1

FIG. 2

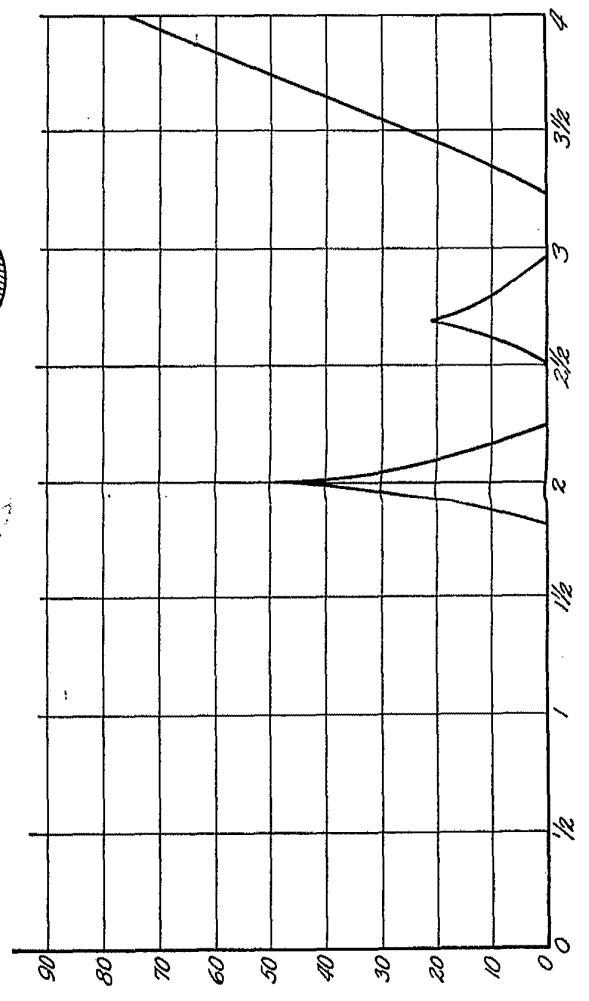


FIG. 3

W. H. ...
 TO THE
 PATENT OFFICE

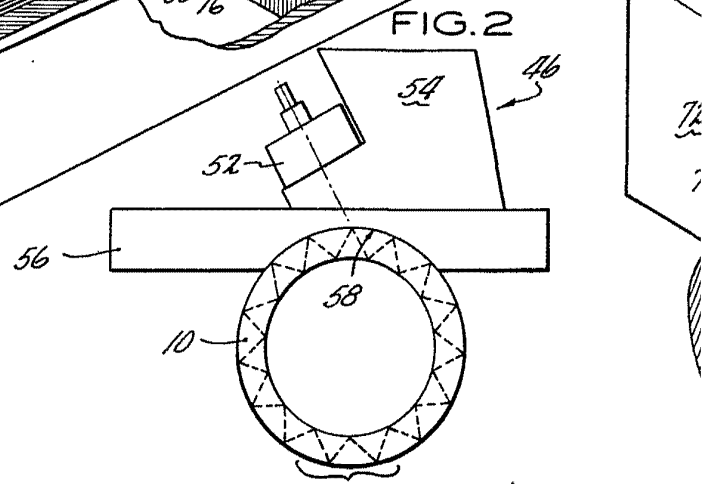
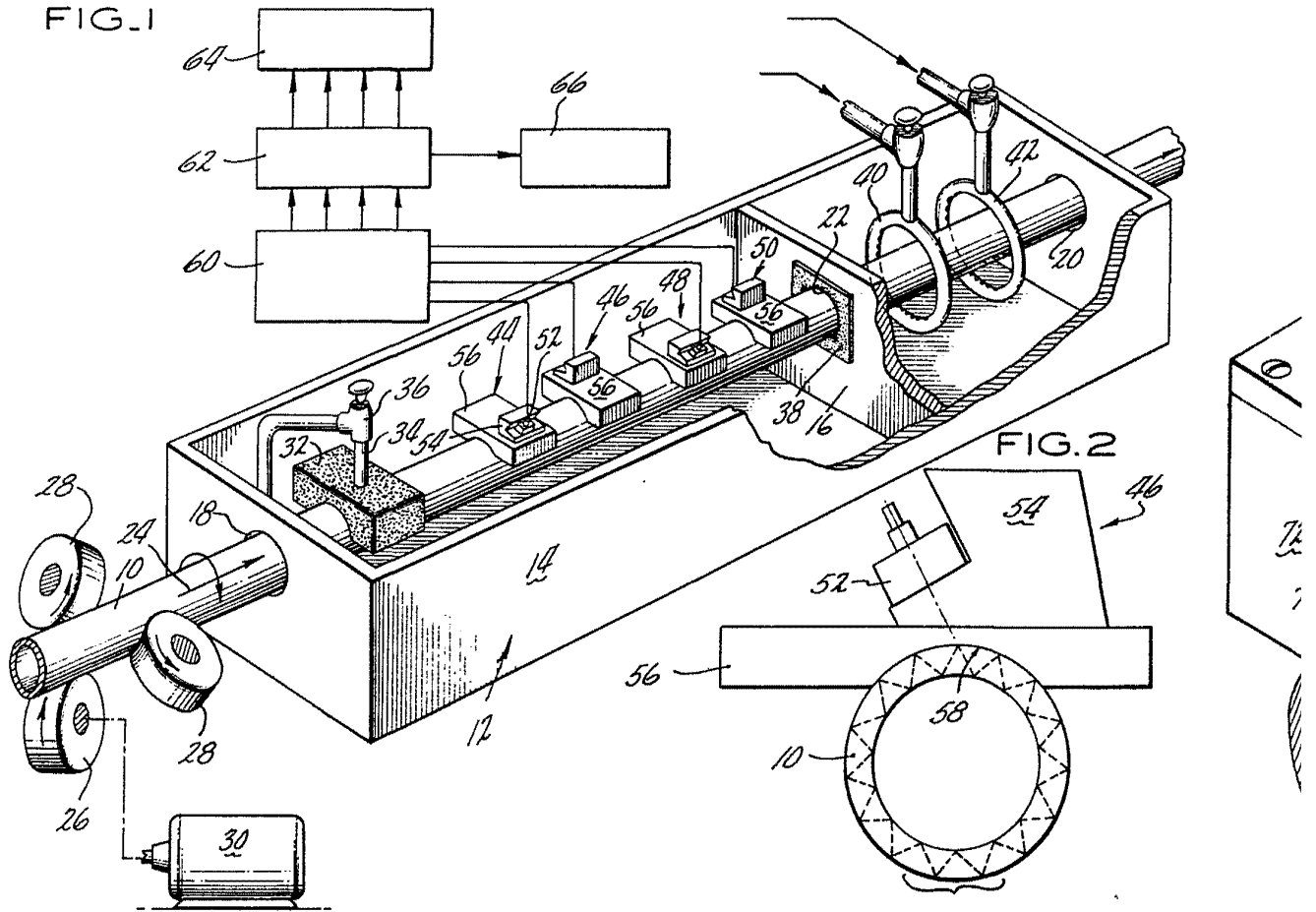
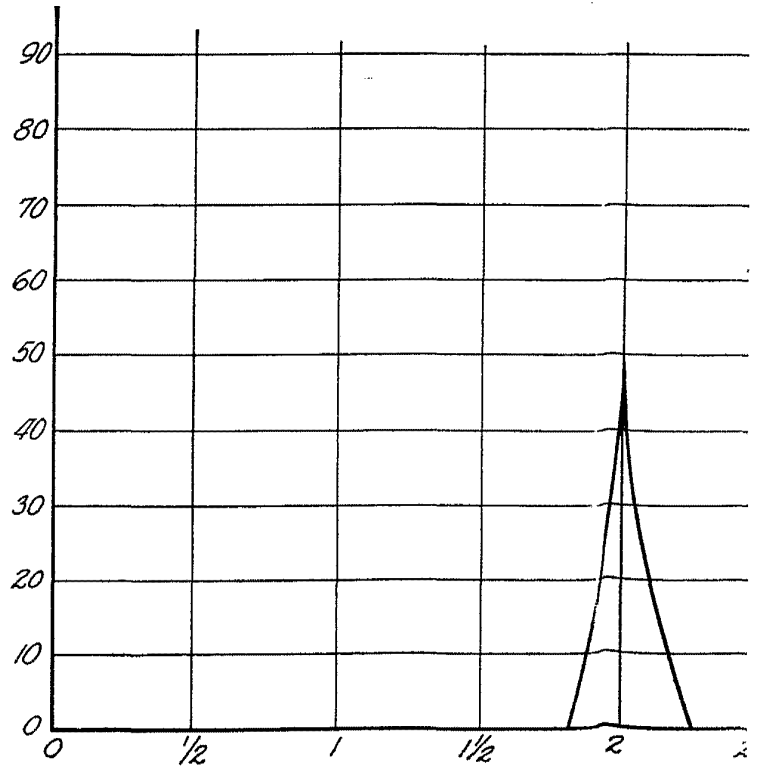


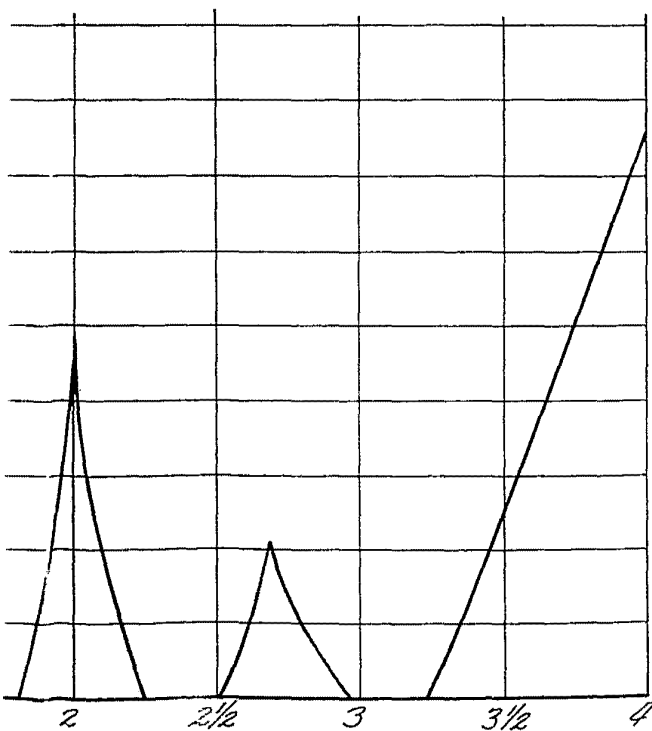
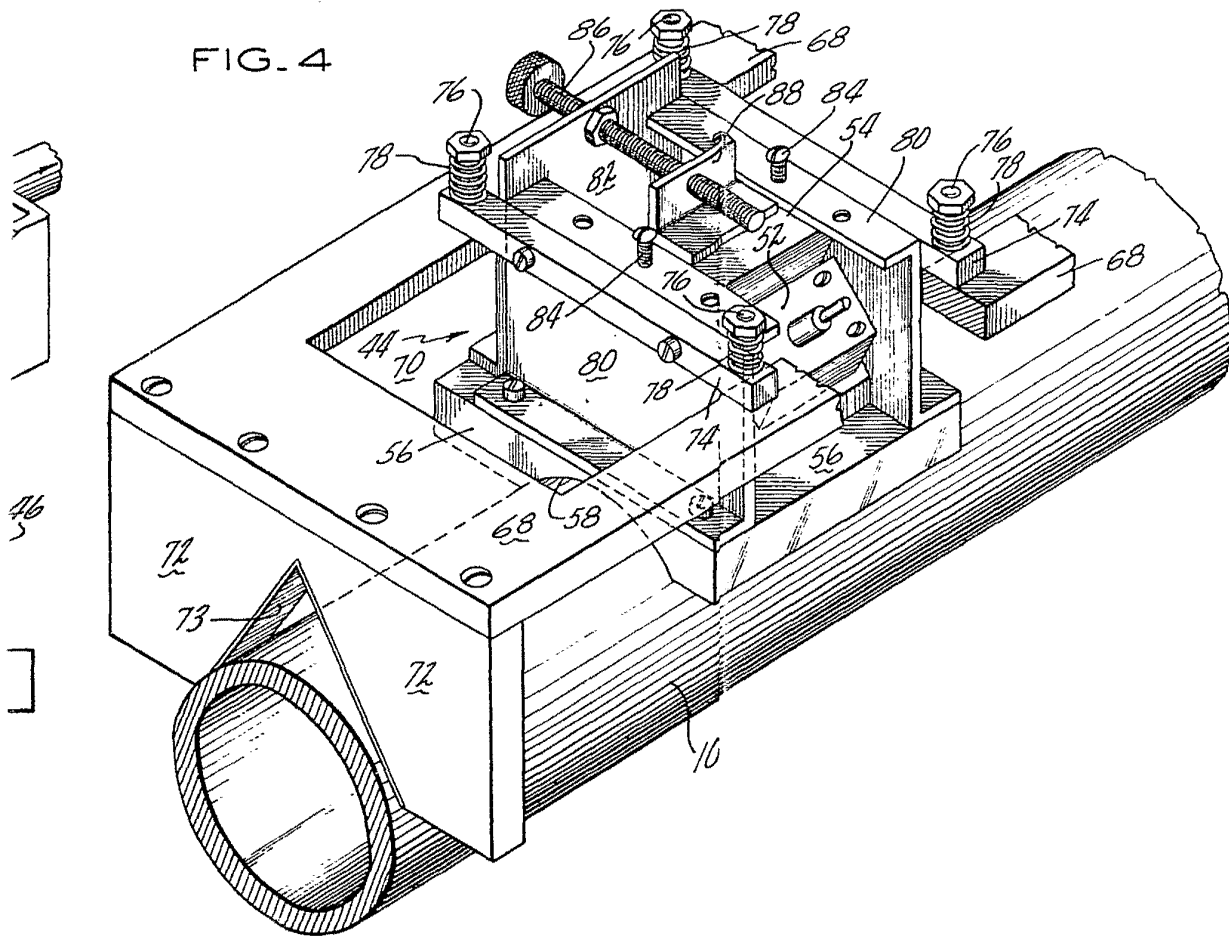
FIG. 3



319951

24 NOV 1965

FIG. 4



Alberto S. E.
Pat. Exch.