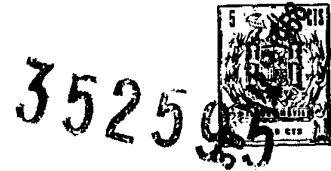


AB.



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

a favor de:

INDEV, INC. --de nacionalidad norteamericana - domiciliada en  
95 Webster Street, Pawtucket, Rhode Island (EE.UU.) .-

por:

"Aparato para medir espesores de materiales".

M e m o r i a   d e s c r i p t i v a

Esta invención se refiere en general a un aparato para medir espesores de materiales, y especialmente a un aparato apropiado para medir en forma continua el espesor de materiales laminares.



Existen muy diversos calibradores para medir los espesores de materiales laminares. Los tipos existentes son mecánicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos, etc., y de variada complejidad desde el calibre micrométrico sencillo hasta el complicado calibrador de absorción beta. Estos calibres se pueden clasificar en general como los del tipo de contacto, provistos de un elemento medidor en contacto con la lámina que se ha de medir, y de tipo de no contacto, que mantienen cierta separación entre el elemento medidor y la lámina.

Los calibres de contacto no son satisfactorios para la medición continua de laminas en movimiento, por los problemas que plantea el contacto requerido entre el elemento medidor y la lámina móvil. Estos instrumentos comprenden, entre otros, el calibre indicador de cuadrante, que mide la posición de una clavija de contacto con relación a una base, e indica la medida con una aguja en un disco circular; el comparador magnético, en el que la cabeza de contacto está fijada al núcleo móvil de un transformador diferencial, cuya inductancia variable señala el espesor del material; y el calibre magnético, en el que la lámina se hace pasar entre un electroimán en contacto con la lámina y un soporte magnético, que con ella forman un circuito magnético, de modo que la inductancia medida de la bobina electromagnética depende del espesor de la chapa.

Un tipo corriente de calibre sin contacto es el neumático, provisto de una tobera de aire muy próxima al material laminar, de modo que el espesor de éste determina la velocidad de paso del aire por la tobera, y, en consecuencia, la presión del aire detrás de ella. Esta presión medida es una indicación del material. Un inconveniente principal del calibre neumático, y de la mayoría de los de contacto, proviene de que la medición depende de una posición fija de referencia de la base que soporta el material, Así, para las frecuentes aplicaciones en que un cilindro giratorio de calandria se utiliza como mecanismo posicionador de la lámina, las imperfecciones radiales de la superficie del cilindro introducen errores de



medición. Además, por la necesidad de orificios sumamente pequeños de salida del aire, el calibre neumático mide en particular una extensión superficial mas bien diminuta, en lugar de efectuar la medición de superficies mayores, como es deseable usualmente.

5 Otro tipo de calibre sin contacto es el de capacidad, en el que las placas de un condensador se hallan a lados opuestos de la lámina que ha de medirse. Para un material que tenga una constante dieléctrica diferente de la del aire, la medición de la capacidad electrostática del condensador indica el espesor del material. Los  
10 calibres de capacidad, además de ser útiles sólo con materiales de las propiedades dieléctricas adecuadas, son sumamente sensibles a las variaciones del contenido en humedad de los materiales medidos, pues la constante dieléctrica del agua puede ser unas diez veces mayor que la de dichos materiales.

15 También se conocen varios tipos de calibre de radiación, que comprenden los de absorción de radiaciones, de rayos X, beta y gamma los de retrodispersión de radiaciones, etc. En todos ellos, la lámina de material reduce en cierto modo la intensidad de una fuente de radiación en proporción a su espesor. Así, un detector de radiación  
20 que mida la intensidad reducida indica el espesor del material. Los diversos calibres de radiación exponen los peligros de las radiaciones, son muy caros, y requieren una frecuente normalización o calibración muy molesta para las aplicaciones a láminas que se muevan continuamente.

25 La patente EUA. 2.982.124 ilustra otro calibre sin contacto que es en el fondo una combinación del indicador de cuadrante y el neumático. En este instrumento, un conjunto hidráulico de cilindro y émbolo, que responde a la velocidad de salida del aire por un orificio montado móvil, se utiliza para mantener el orificio a determinada distancia por encima de la lámina que haya de medirse. La posición vertical de la cabeza del orificio con relación a la base del  
30 calibre se utiliza entonces para controlar un calibre indicador de cuadrante. La sensibilidad de medición demostrada por este instrumento ha sido en general poco satisfactoria, a causa de diversos



problemas mecánicos y neumáticos, entre ellos algunos de los ya señalados.

El objeto de este invento es la provisión de un calibre perfeccionado, relativamente barato, capaz de medir continuamente y con precisión el espesor de una lámina móvil de material.

Una primera característica de este invento es la provisión de un instrumento para medir espesores de materiales laminares, con una base posicionadora que sustenta una cara del material, y una cabeza sensible montada móvil junto a la cara opuesta del mismo, separada de ella por una almohadilla de aire formada por el aire que se descarga contra la superficie de la lámina por un proyector de aire de la cabeza sensible. Con una alimentación de aire a presión sustancialmente constante, la almohadilla mantiene un espacio invariable prefijado entre la lámina y la cabeza sensible, y su posición respecto a la base fija depende directamente del espesor del material laminar. Como no existe contacto entre la cabeza sensible y el material, esta disposición sirve muy bien para la medición continua de láminas en movimiento.

Otra característica del presente invento es la provisión de un calibre del tipo reseñado, en el que el proyector de aire comprende una caja de fondo abierto situada junto al material laminar y que define una cámara de sección esencialmente transversal paralela a la lámina. La cámara distribuye el aire por una superficie relativamente grande de la lámina antes de su descarga definitiva a través de la rendija periférica entre la caja y la lámina, y forma así una almohadilla de aire de presión substancialmente uniforme, que aumenta la estabilidad de conjunto de la cabeza sensible.

Otra particularidad del invento es la provisión de un calibre del tipo reseñado en el que la base es de material magnético, el cual, con el material laminar y la separación prefijada de la cabeza sensible completa el circuito magnético de una bobina electromagnética montada en la cabeza sensible. La variación de espesor de la lámina altera la longitud del entrehierro de reluctancia



5 formado por la lámina y la separación prefijada de la cabeza, y ocasiona una variación proporcional en la inductancia de la bobina electromagnética. Así, un circuito eléctrico que mida las variaciones de la inductancia de la bobina, indicará el espesor del material laminar. Esta disposición es particularmente útil con aparatos que tengan un cilindro giratorio posicionador de la lámina, pues las irregularidades radiales del cilindro no introducirán inexactitudes de medida.

10 Otra peculiaridad del invento es la provisión de un calibre del tipo reseñado en el que la cabeza sensible está soportada por un mecanismo de palanca montada en un fulcro, y provisto de contrapesos ajustables. Este mecanismo de soporte permite equilibrar de modo ajustable la cabeza sensible, para proporcionar a la almohadilla de aire la fuerza de elevación deseada.

15 Otra característica de este invento es la provisión de un calibre del tipo reseñado en el que la base es un cilindro giratorio, y las paredes laterales de la caja de presión tienen unos extremos arqueados adyacentes y adaptados a la superficie del cilindro. Las porciones arqueadas de las paredes dejan una rendija periférica  
20 uniforme entre la cabeza sensible y la superficie del material laminar, y favorecen así la distribución uniforme de la presión del aire y la estabilidad conjunta del instrumento.

25 Otra característica del invento es la provisión de un calibre del tipo reseñado en el que la cabeza sensible puede efectuar un movimiento transversal en un trayecto paralelo al material laminar, lo cual permite mediciones mas representativas de láminas en movimiento de bastante anchura.

30 Otra característica del invento es la provisión de un calibre del tipo reseñado en el que el circuito eléctrico de lectura comprende un transmisor que proporciona una señal de salida dependiente del valor de la inductancia electromagnética de la bobina, una fuente de alimentación de voltaje variable que suministra una señal ajustable de referencia, un medidor principal que indica el valor de la señal de salida, y un medidor auxiliar que indica el valor de la diferencia



entre las señales de salida y las de referencia. Con esta disposición, se puede observar en el medidor principal una indicación del espesor absoluto del material laminar, y en el medidor auxiliar una indicación de la variación del espesor respecto a una norma  
5 prevista, representada por la señal de referencia.

Estos y otros objetos y características del invento se comprenderán mejor examinando la descripción siguiente, conjuntamente con los dibujos anexos, en los cuales:

10 La figura 1, es una elevación esquemática de una forma preferida de realización del invento;

La figura 2, es una perspectiva esquemática mostrando con mas detalle, una porción del calibre de la figura 1;

La figura 3, es una vista por debajo de la cabeza sensible de la figura 2;

15 La figura 4, es una sección transversal de la cabeza sensible por la línea 4-4 de la figura 3;

La figura 5, es un diagrama esquemático del circuito eléctrico preferido para uso con el calibre representado en las figuras 1 a 4;  
y,

20 La figura 6, es una representación esquemática de un calibre modificado según el invento.

En la figura 1 se expone la armazón de base 11, con los travesaños inferiores 12 espaciados y alineados en sentido horizontal, que sostienen en forma giratoria el rodillo cilíndrico 13 de goma,  
25 y los travesaños superiores 14, que sostienen el calibre 15 en conjunto. Entre los travesaños superiores 14 se extienden unos perfiles en "U" espaciados 16, que soportan los rodillos 17 acoplados a la placa de montaje 18 mediante árboles 19. Como se ve mas claramente en la figura 2, la soplante 21 va montada sobre la placa 16,  
30 entre el motor reversible 22 y la unidad transmisora 23. Desde lados opuestos del motor 22 se extienden los árboles impulsores 24, que llevan en sus extremos los piñones 25 que engranan con las cre-



malleras 26 fijadas a los perfiles 16.

Dos pares de elementos de soporte 28 montados en lados opuestos de la placa de montaje 18 sostienen la cabeza sensible 29. Cada uno de los elementos 28 comprende una palanca 31 conectada a la placa de montaje 18 mediante un pivote 32, y tiene un extremo articulado a la cabeza sensible 29, y el otro lleva un contrapeso 34 ajustable longitudinalmente.

Como se expone mas claramente en las figuras 3 y 4, la cabeza sensible 29 comprende el cuerpo rectangular 36, con un rebajo rectangular superior 37 y otro inferior 38. Una abertura central de la tapa 39 recibe en forma hermética el tubo flexible 41, que establece comunicación de aire entre la soplante 21 y el rebajo superior 37. En la porción central del cuerpo 36 está agornillado el pulsador electromagnético 42 usual, con las conexiones eléctricas 43. Los orificios 44 se disponen simétricos en torno del pulsador 42, y establecen comunicación de aire entre los rebajos superior 37 e inferior 38. Al cuerpo 36 está acoplada en forma desmontable la caja 45 de fondo abierto, con paredes provistas de porciones arqueadas descendentes 46 adaptadas a la superficie del rodillo cilindrico 13. El rebajo inferior 38, y el espacio cerrado por la caja 45, definen una cámara 47 de distribución de presión con acción substancialmente transversal, como muestra la figura 3.

En la figura 5 se ilustra en esquema un circuito de lectura preferido para uso con el calibre 15. Según se indica, el electroimán 42 tiene la pieza polar central 51 unida por un extremo a la pieza polar anular 52 que la rodea. Alrededor de la pieza polar 51, en el espacio que la separa de la pieza polar anular 52, está arrollada la bobina 53, conectada mediante los conductores eléctricos 43 al circuito puente 54 situado en la caja 23 del transmisor. El circuito puente comprende una rama paralela formada por la impedancia fija 55 y la impedancia variable 56 equilibradora del puente, conectada en serie, y una rama paralela formada por la impedancia fija 57 y la bobina 51 conectadas en serie. También va montado en



la caja 23 del transmisor el oscilador 58 conectado a la fuente de alimentación remota 59, y con una salida acoplada en derivación al circuito puente 54 por el transformador 60. En paralelo con las impedancias fijas 55 y 57 está conectado el rectificador 61, que  
5 rectifica la salida de c.a. del circuito puente 54 y suministra la señal resultante de c.c. al amplificador 62. La tensión de salida del amplificador 62 se transmite al medidor 63 de c.c. y al amplificador diferencial 64, ambos situados en un pupitre de control remoto 65 (no representada en las figuras 1 y 2). También va montada  
10 en la unidad del pupitre de control 65 la fuente de alimentación 66 de c.c. de voltaje ajustable, que suministra una señal de referencia  $e_2$  de tensión constante al amplificador diferencial 64. La diferencia entre la señal de salida  $e_1$  y la señal de referencia  $e_2$  es una señal de diferencia  $e_3$  que el amplificador diferencial 64 transmite al amplificador 67 antes de medirla el medidor de c.c. 68.  
15

Para el funcionamiento del invento, se hace pasar un material laminar 71 entre el rodillo cilíndrico 13 y la cabeza sensible 29, que se mantiene a una distancia mínima por encima del rodillo mediante los topes de palanca 69 expuestos en la figura 2. En las  
20 figuras 3 y 4 se aprecia que el accionamiento de la soplante 21 hace circular aire a través del tubo flexible 41, y establece una presión de aire en el rebajo superior 37. La soplante 21 es de tipo usual, y puede ser como las utilizadas en aspiradores de polvo del comercio. El aire forzado por los orificios 44 es confinado por la  
25 caja de distribución de presión 45 en una superficie extensa del rodillo cilíndrico 13, y forma así una almohadilla de aire que ejerce un esfuerzo de elevación sobre la cabeza sensible 29. Con una presión de aire relativamente constante proporcionada por la soplante 21, la almohadilla de aire hace subir la cabeza sensible cierta  
30 distancia por encima del material laminar 71, y deja una rendija periférica 72 entre la lámina y las porciones terminales 46 de la caja 45. Equilibrando bien la cabeza sensible 29 con los contrapesos ajustables 34, la fuerza ascendente necesaria se reduce a un mínimo. El espacio 72 prefijado entre la cabeza sensible 29 y la



lámina de material 71 forma asimismo rendijas de aire prefijadas entre la lámina y las piezas polares 52, 51 del electroimán 42 (fig. 5). Estas rendijas de aire 73, el material laminar 71 y el rodillo cilíndrico 13, de material magnético, completan el circuito magnético del campo generado por la bobina 53. Como las rendijas de aire 73 se mantienen constantes, los cambios de espesor del material laminar provocan variaciones apreciables en la reluctancia del circuito magnético, y con ello en la inductancia de la bobina 53. La variación de la inductancia de la bobina es proporcional a la variación de espesor del material laminar. Así, con el circuito puente inicialmente equilibrado para una tensión de salida cero con espesor cero de la lámina, la tensión de salida  $e_1$  es proporcional al espesor de la lámina, y, después de una calibración adecuada, el medidor 63 indica directamente ese espesor.

El medidor 68 proporciona información complementaria acerca del espesor de la lámina. Ajustando la fuente de tensión 66 para que suministre una tensión de referencia  $e_2$  igual a la tensión de salida  $e_1$  para un espesor dado de la lámina, la diferencia de tensión  $e_3$  es proporcional a las variaciones del espesor respecto a la norma fijada. Por consiguiente, el instrumento 68 bien calibrado indica directamente la variación del espesor y el medidor 63 indica directamente el espesor absoluto. Es evidente que las tensiones  $e_1$  y  $e_3$  pueden utilizarse para controlar otros dispositivos de lectura, como registradores de estilete, computadores, mecanismos de control, etc.

Durante el movimiento de la lámina 71 a través de la rendija 72, la excitación del motor 22 hace girar los piñones 25. Esto mueve el conjunto del calibre 15 sobre la superficie del material laminar 71, en un trayecto paralelo al eje del rodillo cilíndrico 13. Invertiéndolo periódicamente el sentido de rotación del motor, la cabeza sensible 29 atravesará continuamente de un borde a otro de la lámina 71, explorando así toda su anchura.



En consecuencia, el presente invento permite, en el curso de la elaboración, mediciones sensibles sucesivas del espesor absoluto o de las variaciones de espesor de cualquier material laminar no ferroso. Además, como las mediciones se hacen con relación a la superficie de un rodillo de apoyo, la exactitud no se altera por la trepidación de la chapa, el diámetro del rodillo o acabado de su superficie, las vibraciones del medio, etc. Otras ventajas comprenden la posibilidad de explorar sólo una cara de la lámina la ausencia de riesgos de radiación, la posibilidad de emplear aire a baja presión para evitar la deformación de la lámina medida, etc.

La figura 6 ilustra otra forma de realización del invento, con una disposición modificada de lectura para medir el movimiento de la cabeza sensible. Por razones de sencillez, se omiten la estructura de soporte de dicha cabeza 81, de la lámina 82 y del cilindro 83. Sin embargo, se comprenderá que puede utilizarse adecuadamente un montaje similar al representado en la figura 1. En esta variante, la varilla 84 acopla la cabeza sensible 81 con el núcleo 85 de un transformador diferencial 86 de variación lineal, de manera que se mueve con el mismo. Los arrollamientos secundarios 87 del transformador 86, en devanado diferencial, están conectados al rectificador 88, en tanto que los primarios 89 son excitados desde una fuente adecuada de corriente alterna.

En esta variante, la cabeza sensible 81 se mantiene también a cierta distancia por encima del material laminar 82 mediante una almohadilla de aire. En consecuencia, las variaciones de espesor de la lámina alteran las posiciones verticales de la cabeza sensible 81 y del núcleo magnético 85 acoplado a ella. Los cambios de inductancia resultantes en los arrollamientos secundarios 87 producen cambios proporcionales en la magnitud de la tensión de salida del rectificador 88. Por consiguiente, la tensión de salida del rectificador 88 es proporcional al espesor de la lámina, y puede servir para las mismas funciones indicadoras descritas para la tensión de salida  $e_1$  con referencia a la figura 5. Aunque sirve para muchas aplicaciones esta forma de realización es sensible a las irregularidades radiales



del rodillo 83 que originen mediciones inexactas, pues el dispositivo responde a la posición vertical absoluta de la cabeza sensible 81 y no a la separación del rodillo 83.

5 Es evidente que pueden efectuarse muchas modificaciones y variaciones en el presente invento a la luz de lo expuesto. Por ejemplo, la cabeza sensible se puede montar, con relación a la lámina, en posiciones distintas de la vertical precitada; la unidad puede utilizarse para medir el espesor de materiales que no sean láminas en movimiento; es posible emplear fluidos distintos del aire para constituir la almohadilla de soporte de la cabeza, etc. Por  
10 tanto, debe entenderse que, dentro del alcance de las reivindicaciones, el invento se puede practicar en forma distinta de la descrita concretamente.

15

NOTA

Se reivindica como objeto de esta patente:

1.- Aparato para medir espesores de materiales, el cual comprende una base, medios posicionadores de una lámina adaptados para  
20 sostener un material laminar cuyo espesor interese determinar, una cabeza sensible que responde al espesor del material laminar, medios de soporte de la estructura sensible, y medios de lectura para indicar la respuesta de dicha cabeza sensible, caracterizado porque la cabeza sensible se mueve con relación a dichos medios posicionadores y comprende medios neumáticos dispuestos para descargar un flujo  
25 do contra la superficie de la lámina y para establecer con el fluido descargado una almohadilla de fluido que sostienen la cabeza sensible a cierta distancia de la lámina, y caracterizado además porque dichos medios de lectura responden al movimiento de la cabeza sensible.  
30

2.- Aparato para medir espesores según la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende un inductor magnético de inductancia variable, que depende de la posición de la cabeza sensi-



ble, y porque los medios de lectura comprenden medios eléctricos para medir las variaciones de dicha inductancia variable.

5           3.- Aparato para medir espesores según la reivindicación 2, caracterizado además porque los medios posicionadores de la lámina comprenden una porción de material magnético; porque dicho inductor magnético comprende un electroimán montado en la cabeza sensible; dicho imán tiene una bobina electromagnética y un circuito magnético que comprende dicha porción de material magnético, el material laminar y la rendija periférica; y porque dichos medios eléctricos miden las variaciones de la inductancia de la bobina electromagnética.

10           4.- Aparato para medir espesores según la reivindicación 2, caracterizado además porque el inductor magnético comprende un transformador diferencial variable con un núcleo acoplado con la cabeza sensible, moviéndose con la misma.

15           5.- Aparato para medir espesores según las reivindicaciones 2, 3, 6, 4 caracterizado además porque los medios de lectura comprenden un transmisor que proporciona una señal de salida dependiente del valor de dicha inductancia, medios capaces de suministrar una señal de referencia ajustable, un indicador principal que responde a dicha señal de salida, y un indicador auxiliar que responde a la diferencia entre la señal de salida y la de referencia.

20           6.- Aparato para medir espesores según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados además porque dichos medios neumáticos comprenden medios distribuidores de la presión del fluido capaces de confinar la almohadilla de fluido sobre una amplia superficie de la lámina, y de permitir la descarga del fluido a través de una rendija periférica entre la lámina y dichos medios distribuidores de la presión del fluido.

25           7.- Aparato para medir espesores según la reivindicación 6, caracterizado además porque dichos medios distribuidores de la presión del fluido comprenden una caja de fondo abierto con paredes laterales que limitan una cámara de amplia superficie en sección transversal paralela a la lámina.



8.- Aparato para medir espesores según la reivindicación 7, caracterizado además porque las paredes laterales de la caja tienen porciones terminales arqueadas contiguas a la superficie del cilindro y que se adaptan a la misma.

5 9.- Aparato para medir espesores según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado además porque los medios posicionadores de la lámina comprenden un cilindro giratorio.

10 10.- Aparato para medir espesores según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados además porque la cabeza sensible puede moverse a lo largo de un trayecto substancialmente paralelo a la superficie de dichos medios posicionadores de la lámina.

15 11.- Aparato para medir espesores según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado además porque el soporte de la cabeza comprende medios desviadores ajustables que ejercen sobre la cabeza sensible una fuerza de compensación seleccionable en una dirección esencialmente perpendicular al plano de la lámina.

20 12.- Aparato para medir espesores según la reivindicación 11, caracterizado además porque dichos medios desviadores ajustables comprenden una palanca montada oscilante, que tiene un contrapeso en el extremo situado a un lado del centro de oscilación y tiene el extremo opuesto acoplado a dicha cabeza sensible.

25 13.- Aparato para medir espesores según las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado además porque la fuerza ejercida por dichos medios desviadores ajustables sigue una dirección que se aleja de la lámina.

14.- Aparato para medir espesores de materiales.

Esta memoria consta de trece hojas, escritas por una sóla cara.

BARCELONA, 30. MAR. 1968

P. A.

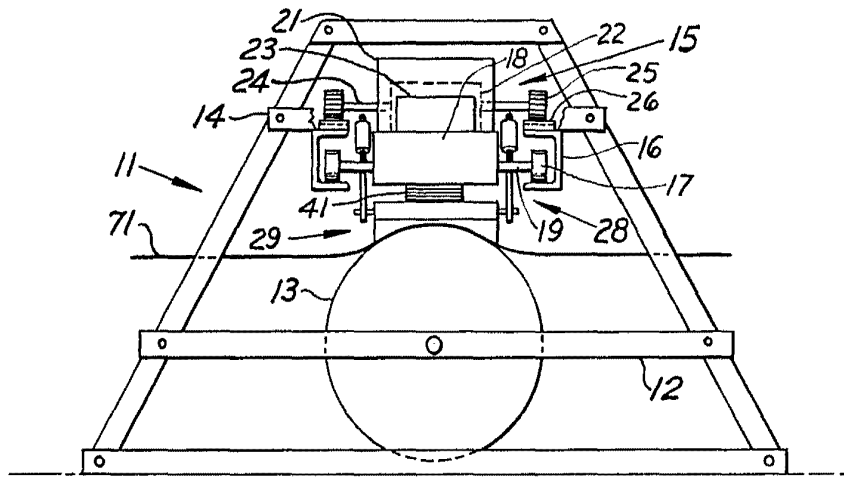


Fig. 1.

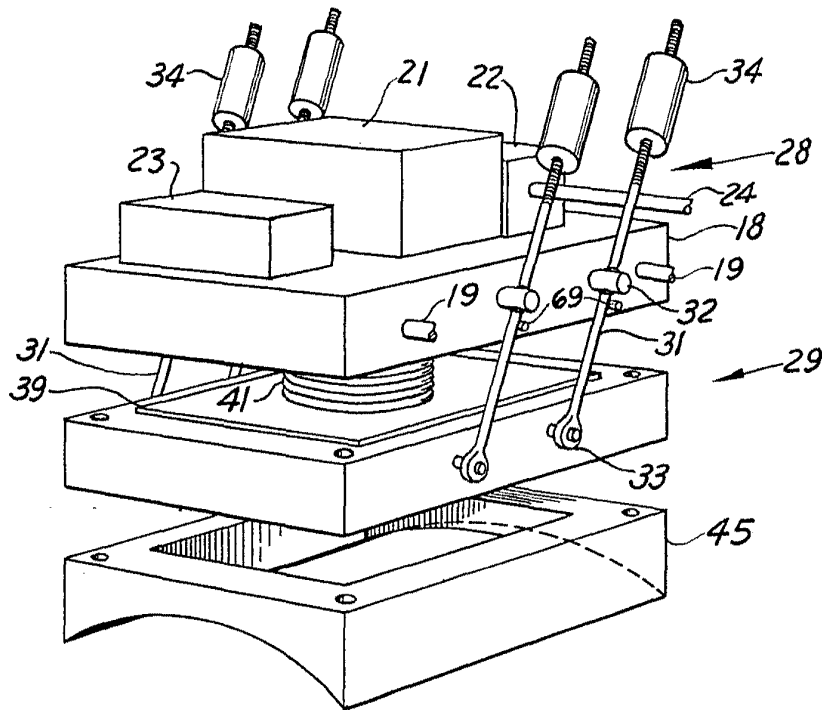


Fig. 2.

*P.A.*

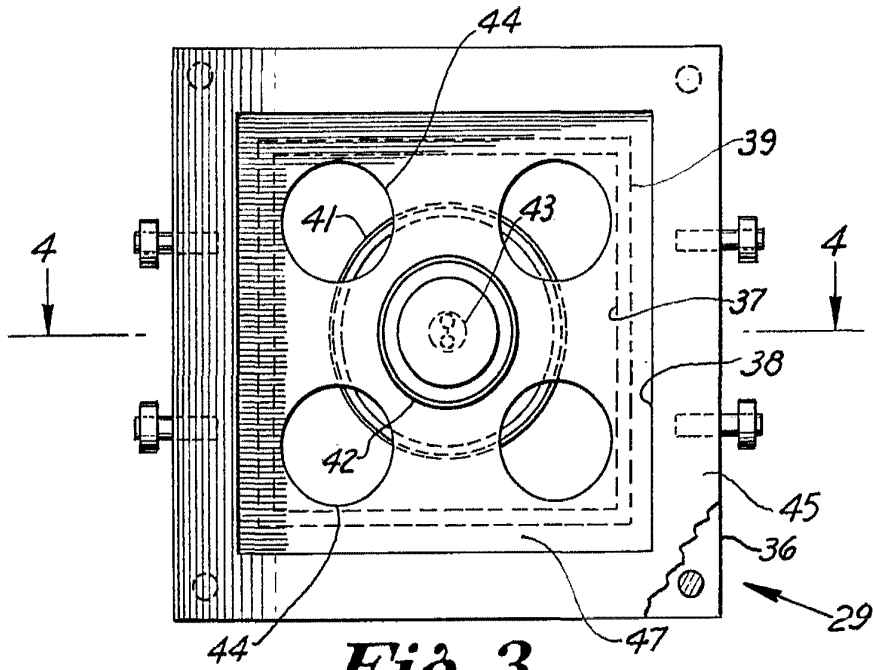


Fig. 3.

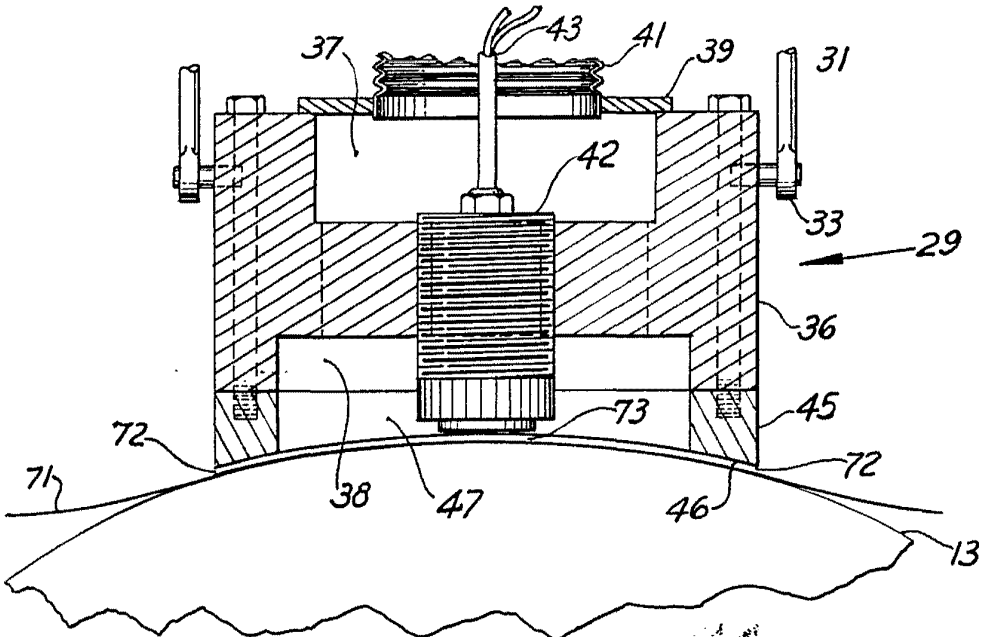
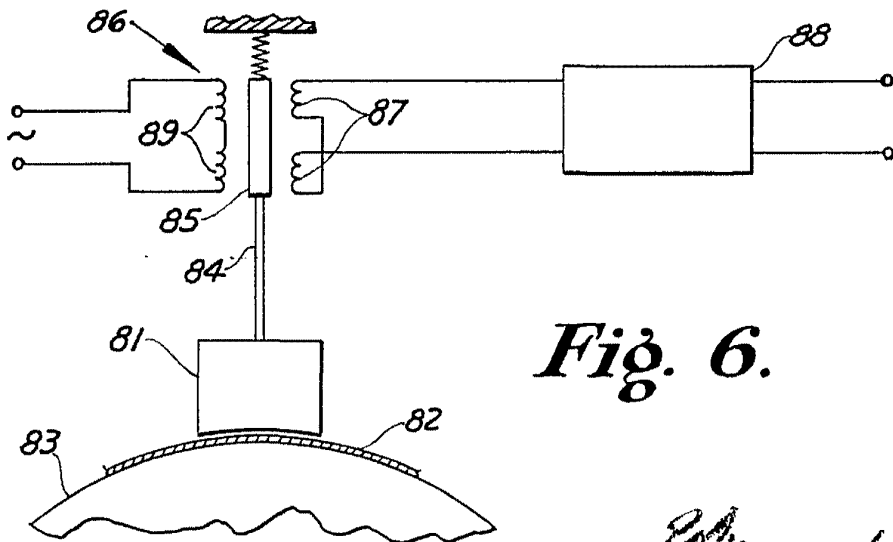
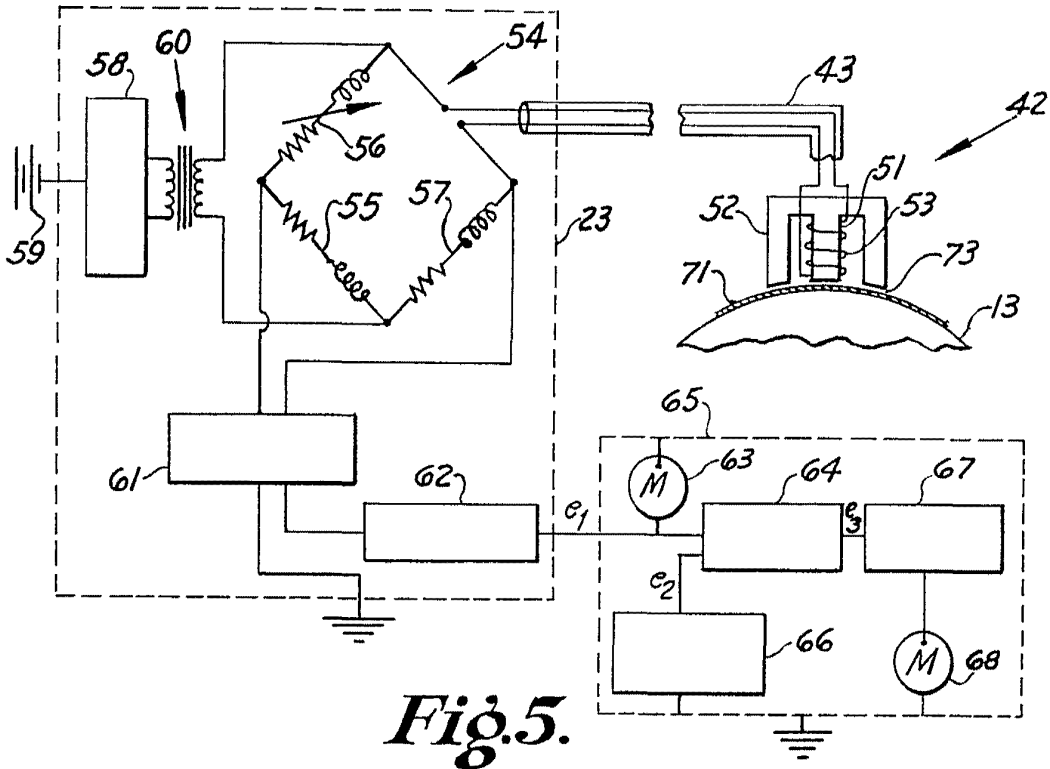


Fig. 4.





*[Handwritten signature or scribble]*