

200Cl. 1978

ES

NUMERO	458.433
FECHA DE PRESENTACION	4.5.77

A 1



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

90 PRIORIDADES:		
91 NUMERO	92 FECHA	93 PAIS
5607/76	5.5.76	Suiza.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01B	
64 TITULO DE LA INVENCION		
PERFECCIONAMIENTOS EN APARATOS PARA MEDIR EL DIAMETRO DE CABLES Y/O SIMILARES.		
71 SOLICITANTE (S)		
ZUMBACH ELECTRONIC AG.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
CH-2552 Orpund, Suiza.		
72 INVENTOR (ES)		
Peter Nopper, El. Ing.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO.		

La presente invención se refiere a un aparato para la medición de por lo menos una dimensión, en especial el diámetro de un objeto, con los canales de luz ajustables mutuamente, de los cuales uno sirve como canal de medición en el cual se mete el objeto y el otro sirve como canal de comparación, con convertidores fotoeléctricos para producir magnitudes eléctricas correspondientemente a la intensidad de iluminación en cada uno de los canales de luz, y con un circuito comparador para las magnitudes eléctricas. Tales aparatos son conocidos por ejemplo por las memorias de patente USA 2 548 755 y 3 141 057. Sin embargo los aparatos conocidos no permiten por diversos motivos una medición precisa sencilla. En especial la indicación no se efectúa linealmente en función de lo que se desvía de una medida teórica, y además no existe una suficiente estabilidad de temperatura.

El objetivo de la presente invención es lograr con medidas y medios sencillos una alta precisión y linealidad de la medición. El aparato según la invención está caracterizado porque los convertidores fotoeléctricos están conectados antiparalelamente a la entrada de un amplificador y porque la diferencia de intensidad de ambos convertidores está compensada a través de una resistencia de realimentación negativa enlazada con la salida del amplificador. Con esto se consigue que ambos convertidores fotoeléctricos, que pueden estar desarrollados preferentemente como fotodiodos, trabajan prácticamente en cortocircuito. Pudo determinarse que bajo estas circunstancias se efectúa una medición de la diferencia entre ambas corrientes de diodo, lo cual produce una característica prácticamente lineal, por cuanto no existe una relación ampliamente lineal entre intensidades de iluminación y la corriente de diodos en cortocircuito.

Para mejorar todavía más el resultado de medi

ción, los convertidores fotoeléctricos pueden mantenerse ventajosamente a la misma temperatura. Para este fin puede existir un termostato que mantiene a una temperatura que se halle por encima o por debajo de la temperatura ambiente a un soporte común para los convertidores fotoeléctricos. Se ha demostrado que el paso de temperatura de los convertidores fotoeléctricos, en especial de fotodiodos, no puede despreciarse para una medición precisa.

La medición se efectúa preferentemente de manera que ambos canales de luz para la medida teórica del objeto están ajustados a la misma intensidad de iluminación, y que están previstos dos convertidores fotoeléctricos del mismo tipo, por ejemplo fotodiodos. Se consigue con ésto una medición especialmente precisa de la desviación de la medida teórica, con medios sencillos.

Preferentemente se regula a valor constante la tensión de las lámparas para la iluminación de ambos canales ópticos, y con ello la intensidad de iluminación en estos canales, lo cual contribuye a la alta precisión total y a la estabilidad del aparato de medición.

La invención se aclara seguidamente con más detalle a base de un ejemplo de ejecución representado en el dibujo.

La figura 1 muestra esquemáticamente la construcción de la parte óptica del aparato.

La figura 2 muestra esquemáticamente la parte esencial del circuito de medida electrónico.

La figura 3 muestra un diafragma.

La figura 4 muestra esquemáticamente algunos circuitos auxiliares conectables opcionalmente, y

La figura 5 muestra un circuito de control de la tolerancia.

5 El aparato representado presenta una fuente luminosa 1 y un sistema óptico 2 para producir una iluminación paralela en un canal de medición caracterizado por el eje óptico 3. En este canal de medición puede ubicarse un objeto a medir 4 estacionario o que pase transversalmente al eje 3, por ejemplo un alambre, un cable o similares, o bien un objeto normalizado. Mediante el sistema óptico se lanza la luz que sale del canal de medición a un convertidor fotoeléctrico, en el caso presente un fotodiodo D1, preferentemente un fotodiodo de silicio. La intensidad de iluminación en el canal de medición puede ajustarse finamente mediante un diafragma 6 que es regulable mediante un micrometro 7.

10

15 En las zonas del sistema óptico 2 hay un prisma doble 8 el cual desvía lateralmente una cierta parte de la luz paralela y la lleva a un canal de comparación con el eje óptico 9. En este canal de comparación hay una abertura de diafragma 10a, un cable de regulación 11 accionado por medio de tornillo micrométrico, así como un sistema óptico 12 que lanza la luz que atraviesa el canal de comparación a un fotodiodo D2 igual al fotodiodo D1. La abertura de diafragma 10a se encuentra en un diafragma 10 (figura 3) que presenta además una abertura de diafragma 10b. Las aberturas de diafragma 10a y 10b determinan las secciones transversales de los haces de luz en ambos canales ópticos, decisivos para la medición, de tal manera que estos haces de luz están separados completamente también el prisma doble 8 y en el sistema óptico 2. La abertura de diafragma 10b puede extenderse en esta disposición sobre un diámetro del sistema óptico 2, lo cual significa que el diámetro del sistema óptico sólo

20

25

30

necesita ser un poco mayor que el límite superior de la zona de medición determinado por la longitud de 1 diafragma 10b.

Ambos diodos D1 y D2 se encuentran sobre un soporte 13 común de material buen conductor, por ejemplo, el cual mediante un elemento de calefacción 14 y por medio de un circuito de regulación no representado se mantiene a la misma temperatura, y con ello también ambos diodos D1 y D2. Esta temperatura se mantiene en el caso presente suficientemente por encima de la temperatura ambiente, de manera que ambos diodos presentan en todos los casos prácticamente la misma temperatura. También podría refrigerarse a temperatura constante, por ejemplo mediante elementos Peltier.

Tal y como muestra la figura 2 ambos diodos D1 y D2 están conectados antiparalelamente a la entrada de un amplificador de operación V1. A este amplificador están asociados a una resistencia de compensación R1 y una resistencia de realimentación negativa R2. Estas resistencias presentan valores similares de igual magnitud y están dimensionadas de manera que la resistencia de realimentación negativa R2 compensa la diferencia de intensidad  $\Delta i = i_1 - i_2$  de ambos fotodiodos D1 y D2. La salida del amplificador de operación V1 está enlazada con una de las entradas del amplificador de medida V2 a través de una resistencia R3 regulable y de una resistencia R4 fija. A este amplificador de medida están asociadas una resistencia de compensación y resistencias de realimentación negativa R6, R7 y R8 conmutables para la selección del campo de amplificación, que pueden conectarse opcionalmente mediante un interruptor S1. La amplificación del amplificador V2 está dimensionada de manera que satura a una excitación por encima del 100% del campo preseleccionado. El siguiente divisor de tensión formado por las resistencias R9 y R10

divide la tensión de salida U2 del amplificador V2, de tal manera que corresponde a la tensión de entrada U3 en un amplificador de separación V3, con el 100% de la tensión normal exigida. El amplificador de separación V3 presenta un factor de amplificación de 1, de manera que la tensión de salida  $U_a$  es igual a la tensión U3, y ésta tensión de salida puede amplificarse todavía más como valor de medida normalizado. El valor de salida está limitado por la saturación del amplificador V2.

Para la medición de una dimensión, especialmente del diámetro de un objeto, se prepara y asite del siguiente modo el aparato representado.

La fuente luminosa 1 se conecta y preferentemente se regula a intensidad de iluminación constante, con medios no representados. La luz llega del modo representado, por una parte por el canal de medición y por otra parte por el canal de comparación a los fotodiodos D1 y D2. El diafragma 6 se pone mediante el micrómetro 7 en su posición cero, es decir en una posición que corresponde a un diámetro cero. Luego se regula la intensidad de luz en este canal mediante desplazamiento axial del cono regulador 11 al canal de comparación, hasta que la indicación vá a cero. Con ésto queda concluído el calibrado. Para medir se pone el diafragma 6 en la posición que corresponde al valor teórico. Si se quiere calibrar especialmente la precisión absoluta en un determinado campo de medida, se mete en el canal de medición un objeto normalizado con diámetro teórico, y se pone el diafragma 6 en la posición correspondiente a la medida teórica mediante el micrometro 7. Para este ajuste se pone ahora de nuevo la indicación en el instrumento indicador, mediante desplazamiento del cono regulador. Para el tarado de la sensibilidad de ajuste mediante el micrometro 7 una desviación nominal del valor teórico.

Mediante la resistencia R3 regulable puede calibrarse al valor normalizado la tensión de salida U3. Después de uno u otro calibrado de los mencionados anteriormente, el aparato está preparado para la medición y puede meterse en el último caso en lugar del objeto normalizado un objeto a medir en el canal de medición. Si el diámetro del objeto a medir corresponde exactamente al del objeto normalizado medido anteriormente, la indicación quedará en cero, es decir que la desviación de la medida teórica supone cero. Al ser demasiado grande o demasiado pequeña la dimensión del objeto a medir  $\Delta$ , la tensión de iluminación del diodo D1 es más baja o más alta y con ello la fotointensidad en este diodo es más baja o más alta que en el diodo de comparación D2. Se produce con ello una diferencia de intensidad  $\Delta i$ , la cual se compensa del modo citado anteriormente mediante la realimentación negativa del amplificador de operación V1, de manera que en la entrada del amplificador aparece una tensión que tiende al valor cero. Con esto se consigue que ambos diodos D1 y D2 en el campo de trabajo trabajen prácticamente linealmente, y que así pues la indicación represente una medida directa para desviación de la medida teórica en sentido positivo o negativo. Con otras palabras la diferencia de intensidad  $\Delta i = i_1 - i_2$  compensa por la corriente de realimentación negativa  $\frac{V_1}{R_2}$ , de lo que resulta que la tensión de salida U1 es proporcional a la diferencia de intensidad  $\Delta i$  y así pues proporcional a la diferencia de las intensidades de iluminación en los diodos D1 y D2. Se mejora todavía más linealidad y precisión de la medición y la indicación, porque ambos fotodiodos D1 y D2 se mantienen termostáticamente a la misma temperatura, porque se regula intensidad de luz de la fuente luminosa 1 y porque se emplean diodos iguales que en el valor teórico están bajo la acción de intensidades de iluminación iguales.

A la salida del canal de medición de la figura 2 pueden posconectarse equipos adicionales cualquiera apropiados. Puede efectuarse una indicación directa mediante instrumentos indicadores o con voltímetros digitales. Puede conectarse en el canal, según la figura 4, por ejemplo opcionalmente un elemento de integración compuesto de una resistencia en serie R11 y un condensador C11 conectado en paralelo, con el fin de suprimir variaciones rápidas. Inversamente es posible prevér un elemento de diferenciación compuesto de un condensador en serie C12 y una resistencia R12 conectada en paralelo, con el fin de abarcar con seguridad, sin que actúe perturbadoramente las variaciones lentas del valor teórico, variaciones rápidas como las que tienen lugar por ejemplo al pasar los nudos del objeto a medir. Con la salida puede enlazarse además al pasar los nudos del objeto a medir. Con la salida puede enlazarse además un regulador 15 que por ejemplo en la producción de cables permite gobernar en dependencia del resultado de medición la velocidad de salida y/o la cantidad de material de aislamiento.

Puede preverse también un circuito para el control de la tolerancia según la figura 5, en el cual el valor medida se compara con dos valores prefijados ajustables. Un valor prefijado positivo y uno negativo, que son ajustables en resistencias R13 y R14, se alimentan a sendas entradas de dos amplificadores diferenciales 16 y 17, mientras que el valor de medida de la salida A se alimenta a ambas entradas que quedan del amplificador diferencial. Las salidas del amplificador diferencial están enlazadas con las entradas de una puerta-0 18, cuya salida gobierna la indicación 19 o un dispositivo de alarma apropiado. Si se sobrepasa en el sentido positivo o negativo un determinado valor de tolerancia, llega una señal de salida de un

amplificador a través de la puerta-o, con lo cual se indica y/o se origina una alarma que indica que se ha sobrepasado una tolerancia. Si las salidas de los amplificadores 16 y 17 se sacan por separado, puede originarse también una corrección.

5 El control de la tolerancia o del valor límite es muy eficaz gracias a la alta estabilidad y frecuencia límite del dispositivo de medición de trabajo continuo, y gracias al corto tiempo de reacción del control de tolerancia mismo. Aquí se produce en total, con tiempo de reacción muy corto una alta estabilidad y precisión de indicación. El control del valor límite puede servir como un eficaz controlador de nudos.

10 Los procesos de calibrado y tarado descritos anteriormente pueden también automatizarse. Para esta finalidad se une el citrometro 7 con un servomotor que se gobierna por la señal de medida, a través de un regulador apropiado. Para el calibrado a cero se cierra, sin haber objeto en el canal de medición, el diafragma 6 gobernado por el servomotor a través de un regulador, de tal manera que esté regulado a la misma intensidad de iluminación en ambos canales ópticos. Luego se ha de regular el cono regulador 11 de manera que el micrometro una vez efectuado el calibrado esté a cero. A continuación se desconecta el servosistema y se abre el diafragma 6 automáticamente con el servomotor y a través de un contador preselector, hasta la medida teórica. Después de introducirse el objeto a medir en el canal de medición puede leerse la desviación del valor teórico en un instrumento indicador por separado.

20 El contador preselector puede también ponerse a cero una vez conseguido el valor de medida preseleccionado, y meterse un objeto a medir en el canal de medición, tras lo cual se conecta de nuevo el servosistema. El diafragma 6 se vuel

ve a regular ahora automáticamente, de manera que los canales ópticos están permanentemente calibrados. El contador preselector está conectado como contador a más y a menos y abarca los desplazamientos en ambos sentidos en torno a punto cero de la medida teórica. Así pues el estado del contador puede leerse digitalmente como desviación de la medida teórica, directa y permanentemente.

El proceso anteriormente descrito para conseguir la posición del valor teórico puede modificarse en el sentido de que se mete un objeto normalizado en el canal de medición, tras lo cual se deja ir al diafragma automáticamente a la posición del valor patrón, que corresponde al valor teórico deseado. La medición y la indicación de la desviación del valor teórico puede efectuarse por ejemplo como se ha descrito anteriormente.

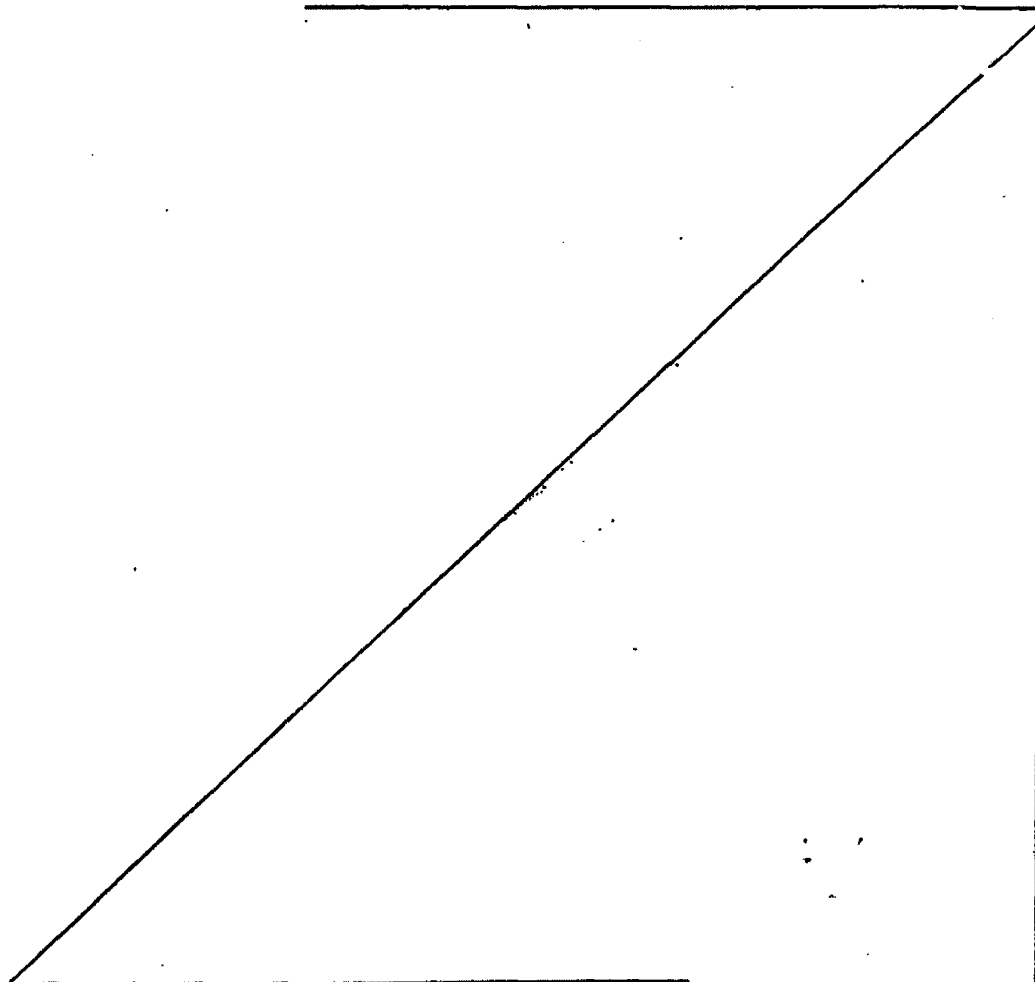
Finalmente sería también posible dejar conectados permanentemente el servosistema y el contador, es decir seguir permanentemente al objeto a medir, una vez realizado el calibrado a cero sin objeto, como se ha descrito. Con esto el estado del contador indicaría siempre el valor absoluto medido.

Como otra variante podría ampliarse el sistema con la indicación de valor absoluto, con un segundo contador el cual con la medida teórica se pone a cero y abarca como ya se ha descrito la desviación del valor teórico, es decir que se combinen los sistemas descritos.

Finalmente sería también posible efectuar manual o automáticamente durante la producción un nuevo calibrado a cero si esto se requiere. Para esta finalidad tendría que levantarse transitoriamente de la posición de medición el objeto a medir continuamente, por ejemplo un cable. Luego se pone

5 el diafragma 6 en posición cero y se efectua con ello el cali-  
brado poniendose a cero el estado de contador. Luego se pone el  
diafragma de nuevo en la posición de medida teórica. Al tratar-  
se de regulación automática del diafragma puede efectuarse auto-  
máticamente el calibrado a cero y después de introducirse nueva-  
mente el objeto a medir en el canal de medición óptico, la repo-  
sición del diafragma a la posición de medida real.

10 Descrita suficientemente la naturaleza del  
invento, así como la manera de realizarlo en la practica, debe  
hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas  
son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alte-  
ren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5 1. - Perfeccionamientos en aparatos para la medición de por lo menos una dimensión de un objeto especialmente su diámetro, que comprende dos canales de luz calibrables mutuamente, de los cuales uno sirve como canal de medición en el cual se ubica el objeto, y el otro sirve como canal de comparación, con convertidores fotoeléctricos para la producción de magnitudes eléctricas correspondientemente a la intensidad de iluminación en cada uno de los canales de luz, y con un circuito comparador para las magnitudes eléctricas, caracterizados porque los convertidores fotoeléctricos se conectan antiparalelamente a la entrada de un amplificador y porque la diferencia de intensidad de ambos convertidores se compensa a través de una resistencia de realimentación negativa enlazada con la salida del amplificador.

10

15

2. - Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque como convertidores fotoeléctricos están previstos fotodiodos.

20 3. - Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizados porque los convertidores fotoeléctricos se mantienen a la misma temperatura.

4. - Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque los convertidores fotoeléctricos se disponen en un soporte común, caldeable o refrigerable, y son caldeables o refrigerables con el mismo a una temperatura que se halla por debajo o por encima de la temperatura ambiente.

25

5. - Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque la temperatura del soporte o bien de los convertidores fotoeléctricos se regula termostáticamente.

30 6. - Perfeccionamientos según una de las rei

vindicaciones 1 - 5, caracterizados porque la resistencia de realimentación negativa, la entrada de un amplificador de operación y una resistencia de compensación, se conectan en serie.

5 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque la resistencia de realimentación negativa y la resistencia de compensación presentan valores de igual magnitud.

10 8.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 7, caracterizados porque ambos canales de luz para la medida teórica se ajustan a la misma intensidad de iluminación, y porque están previstos dos convertidores fotoeléctricos iguales.

15 9.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 8, caracterizados porque en el canal de medición eléctrico está conectado o es conectable un elemento de diferenciación para abarcar con seguridad variaciones rápidas del valor de medición, sin que actúan perturbando las variaciones lentas del valor de medición.

20 10.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 9, caracterizados porque en el canal de medición eléctrico está conectado o es conectable un elemento de integración, para suprimir variaciones rápidas del valor de medición.

25 11.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 10, caracterizados porque presenta un circuito regulador para regular la tensión de la lámpara de iluminación o bien para regular la intensidad de iluminación en los canales de luz a valor constante.

30 12.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 11, caracterizados porque está previsto un

circuito de control de la tolerancia para comparar el valor de medición con dos valores prefijados que se hallan por debajo o bien por encima del valor de medida teórico, que al no llegar o bien al sobrepasarse uno de los valores prefijados, entrega una  
5 señal de aviso o bien de alarma.

13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12, caracterizados porque el circuito de control de la tolerancia presenta dos amplificadores diferenciales cuya salidas están enlazadas con una puerta-0 cuya salida entrega la señal de  
10 aviso o bien de alarma, estando enlazada en cada caso una primera salida de cada indicador diferencial con la salida del canal de medición, y en cada caso una segunda entrada de cada amplificador diferencial con una fuente para uno de los valores prefijados.

14.- Perfeccionamientos según una de la reivindicaciones 1 - 13, caracterizados porque cuando comprende un sistema óptico común para la producción de luz paralela para el canal de medición óptico y el canal de comparación óptico y medios ópticos, por ejemplo un prisma doble, para desviar lateralmente la luz para el canal de comparación óptico, se disponen  
20 ditas, aberturas de diafragma para determinar la sección transversal del haz de luz en el canal de medición en el canal de comparación de tal manera que éstos haces de luz transcurren totalmente por separado en el sistema óptico, en los medios ópticos mencionados y en los canales.

15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque la abertura de diafragma asociada al canal de medición óptico tiene forma alargada y se extiende al menos aproximadamente sobre un diámetro del sistema óptico, y por  
30 que los medios citados para desviar la luz al canal de compara-

5 ción óptico están dispuestos a un lado del camino óptico determinado por la abertura de diafragma asociada al canal de medición-11, de tal manera que la mayor dimensión del haz de luz en el canal de medición y con ello el límite superior del campo de medición corresponden aproximadamente al diámetro del sistema óptico.

10 16.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 15, caracterizados porque se preve un servoregulador para la regulación automática de un diafragma en el canal de medición óptico, con el fin de regular al mismo valor la intensidad de luz en el canal de medición y en canal de comparación.

15 17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 16, caracterizados porque el servoregulador está acoplado con un sistema medidor o indicador que mide o bien indica un valor de medida correspondiente a la posición del diafragma.

20 18.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 16 ó 17, caracterizados porque está provisto un servomotor que abarca la posición del sistema, por ejemplo un servomotor paso a paso.

25 19.- Perfeccionamientos según la reivindicación 18, caracterizados porque el servomotor paso a paso en un cuentapasos conectado en paralelo, correspondiendo la posición del contactor a la del servomotor paso a paso o bien el diafragma.

30 20.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 - 19, caracterizados porque se ajustan, sin objeto a medir un objeto patrón, ambos canales de luz mediante ajuste fino de la intensidad de iluminación en el canal de luz de comparación, y con ello se pone a cero la indicación, mien-

tras que el canal de luz de medición se encuentra un diafragma con su micrometro de accionamiento en posición cero, o porque se ubica en el canal de luz de medición un objeto patrón con di mensión teórica, se pone el diafragma con su micrometro de accio-  
5 namiento en posición de medida teórica y se pone a cero la indi- cación mediante ajuste de la intensidad de iluminación en el ca- nal de luz de comparación, trás lo cual se ubica en el canal de luz de medición un objeto a medir en lugar del objeto patrón.

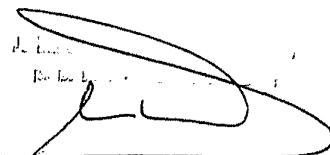
21.- Perfeccionamientos según la reivindica  
10 ción 20, caracterizados porque durante la medición de un objeto que sale continuamente de una instalación de producción, se efec- tua el calibrado a cero una vez retirado el objeto del canal de medición óptico o apartado del objeto del canal de medición óp- tico.

22.- Perfeccionamientos en paratos para me  
15 dir el diámetro de cables y/o similares, tal y como queda sus- tancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 16 hojas escritas  
a máquina por una sola cara.

Madrid, 9 de Mayo 1978

ZUMBACH ELECTRONIC AG.

  
F. L. L. L.  
F. L. L. L.

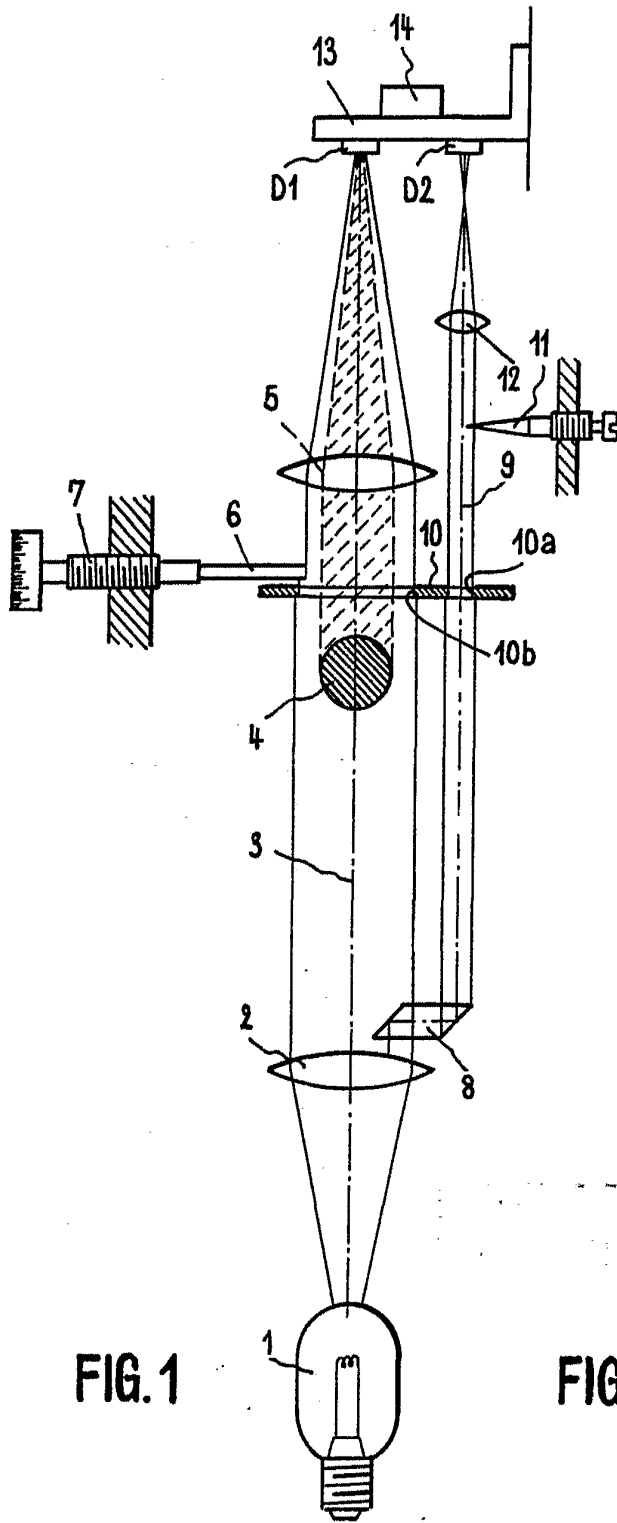


FIG. 1

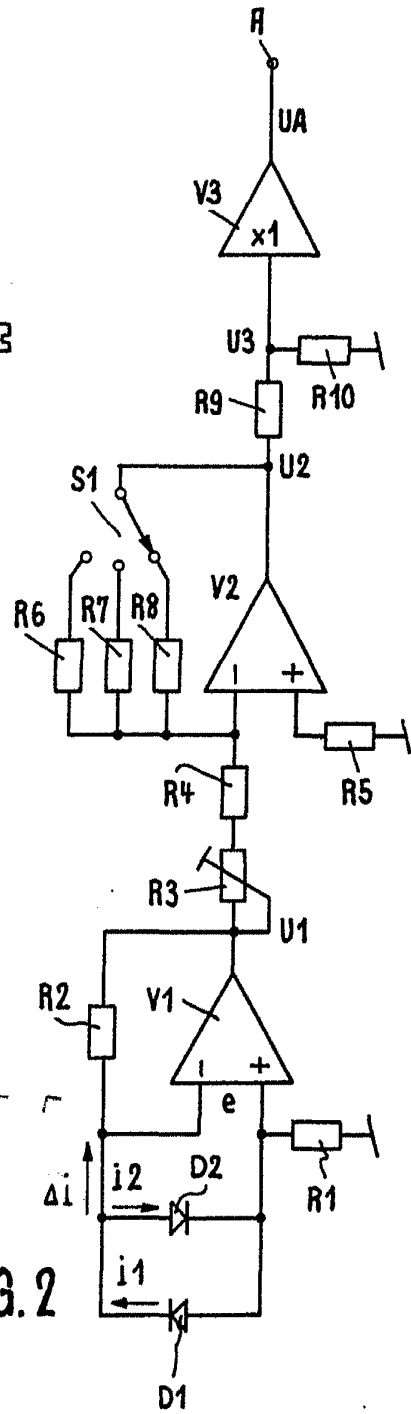


FIG. 2

MAYO 1978

FIG.3

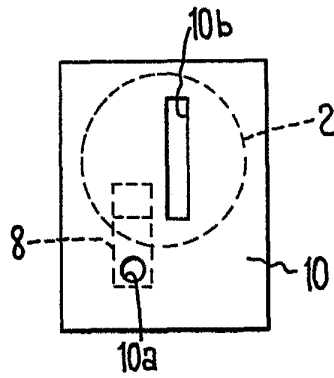


FIG.4

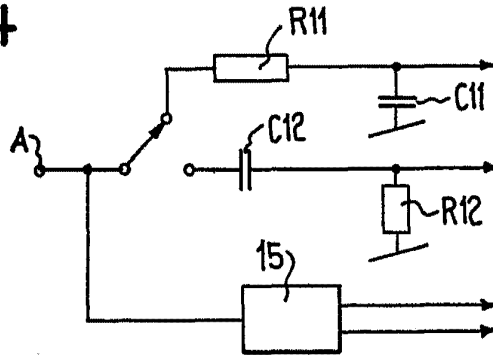
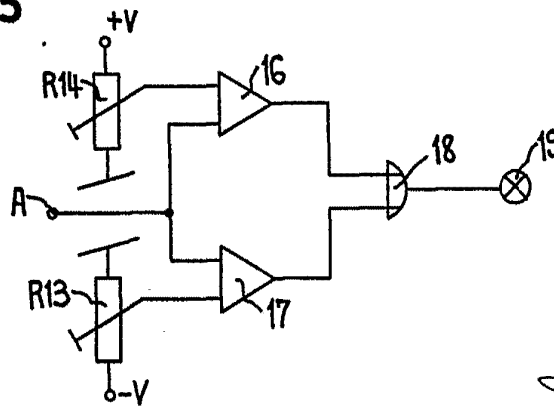


FIG.5



NOV 1978