



## MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCIÓN

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ALBISWERK ZURICH A.G., entidad suiza, establecida en Albisriederstr.245, Zurich, Suiza, por:

"UN DISPOSITIVO PARA LA MEDICION ELECTRO-ÓPTICA DE DISTANCIAS"

-----

El presente invento se refiere a un dispositivo para la medición electro-óptica de distancias, dotado de un emisor para la emisión de luz modulada y un receptor para la recepción de la luz una vez reflejada por un objeto situado en el extremo alejado del trayecto de medición, así como de una disposición para la medida de las fases entre la modulación de la luz emitida y la modulación de la luz recibida.

Los procedimientos de telemetría conocidos se basan en la medición del tiempo de propagación  $\Delta t$  de señales a lo



largo del doble trayecto. El cálculo del trayecto D se -  
realiza con ayuda de la ecuación tiempo espacio  $2D = c \cdot \Delta t$ .  
A este respecto se presupone el conocimiento exacto de la  
velocidad de propagación  $c$  de la onda portadora en el me-  
5 dio o en la atmósfera. El cálculo de la velocidad efectiva  
de propagación  $c_0$  a base de la velocidad universal de  
la luz en el vacío, se hace según la ecuación:

$$c = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon \mu}} \quad 1)$$

10 siendo  $\epsilon$  la constante de dielectricidad y  $\mu$  la constante  
de permeabilidad de la atmósfera. Para las ondas en el -  
espectro de la luz tiene la expresión  $\sqrt{\epsilon \mu}$  la misma mag  
nitud que el índice de refracción  $n$  del aire. La ecua -  
ción 1) se transformará en:

$$c = \frac{c_0}{n} \quad 2)$$

15 La velocidad de propagación de las ondas de luz en la -  
atmósfera, depende de la frecuencia (efecto de dispersión);  
además no es la onda empleada una oscilación individual ma-  
temática, sino que está constituida siempre por una banda  
de frecuencias. La velocidad de propagación, por lo tanto,  
20 es siempre igual a la velocidad de uno de tales grupos de  
frecuencias. Para la determinación de la velocidad  $c_{Gr}$  del  
grupo es preciso conocer el índice de refracción  $n_{Gr}$  del  
grupo. La ecuación 2) se transforma por lo tanto en:

$$c_{Gr} = \frac{c_0}{n_{Gr}} \quad 3)$$

25 Para el cálculo del índice de refracción  $n_{Gr}$  del grupo en  
condiciones normales al ser empleadas ondas de luz, es vá



lida la fórmula de Edlin:

$$(n_{Gr} - 1)10^7 = 2875,69 + 3 \frac{16,206}{\lambda^2} + 5 \frac{0,139}{\lambda^4} \quad 4)$$

Para reducir las condiciones normales a las condiciones atmosféricas reinantes, se aplica:

$$5 \quad n_L = 1 + \frac{n_{Gr} - 1}{1 + \alpha t} \cdot \frac{P}{760} - \frac{5,5 \cdot 10^{-8}}{1 + \alpha t} e \quad 5)$$

significando:  $n_c$  = índice de refracción en condiciones reales;  $t$  = temperatura del aire en  $^{\circ}C$ ;  $p$  = presión atmosférica en mm de columna de Hg;  $\alpha$  = coeficiente de dilatación de los gases = 0,003661 y  $e$  = presión parcial del vapor de agua en mm de columna de Hg.

De la fórmula 5) resulta, por ejemplo, para una onda de luz con la longitud de onda  $\lambda = 0,56 \mu m$  (verde amarillento)

15 para  $\Delta t = \pm 1^{\circ}C$  en las gamas  $0^{\circ}C \leq t \leq +20^{\circ}C$ , 760 mm de columna de Hg  $\geq p \geq 680$  mm de columna de Hg,  $0 \text{ mm} \leq e \leq 10$  mm de columna de Hg, un término medio para

$$n_L(t) \sim \pm 1 \cdot 10^{-6}$$

20 para  $\Delta p = \pm 1$  mm de columna de Hg en la gama de  $0^{\circ}C \leq t \leq +20^{\circ}C$

$$\text{es } \Delta n_L(t) \sim \pm 0,4 \cdot 10^{-6} \quad \text{y}$$

para  $\Delta e = \pm 1$  mm de columna de Hg en la gama de  $0^{\circ}C \leq t \leq +20^{\circ}C$

$$\text{es } \Delta n_L(t) \sim \pm 5,3 \cdot 10^{-8}$$

25

Una comparación de estas influencias demuestra que las influencias de variaciones de temperatura y varia



ciones de presión son del mismo orden de magnitud, mientras que la influencia de la humedad del aire es notablemente menor.

5 En los telémetros conocidos de base electro-óptica se tenía en cuenta esta circunstancia, controlando la frecuencia eléctrica de oscilación necesaria para la modulación de la onda de luz (onda efectiva de medida) mediante una cavidad resonante llena de aire seco, con lo que la presión y la temperatura se pueden adaptar a las influencias del medio ambiente.

Tal como se ha dicho más arriba con relación a la fórmula 3), es decisiva para el índice real de refracción la velocidad del grupo, y no las velocidades de las diversas componentes.

15 Como comparación se indica a continuación el cálculo para la frecuencia de modulación en sí, preferentemente en la gama de las microondas, empleando para ello la fórmula de Essen y Proome:

$$n_M = \left(1 + \frac{103,49}{T} (p - 3) + \frac{86,26}{T} \left(1 + \frac{5748}{T} e\right)\right) \cdot 10^{-6}$$

20 T es a este respecto la temperatura absoluta en °K, y "p" y "e" deben aplicarse en mm. Para las mismas variaciones en temperatura, presión y humedad, resultan:

$$\begin{aligned} \Delta n_M(t) &\sim \pm 1,4 \cdot 10^{-6} \\ \Delta n_M(p) &\sim \pm 0,4 \cdot 10^{-6} \\ \Delta n_M(e) &\sim \pm 6,2 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

25 En comparación con los valores para ondas de luz, se aprecia que los valores en función de la temperatura y de la presión son del mismo orden de magnitud, si bien en



las microondas prepondera la influencia de la humedad del aire.

En la solución propuesta anteriormente, se adapta la longitud de onda de la onda de modulación a las condiciones metereológicas, Para la telemetría en sí, se modula esta onda de modulación sobre una onda portadora, con lo que es influída conforme a la velocidad del grupo. Si dicha onda portadora es una onda de luz, está su velocidad de grupo influída conforme a la fórmula 4), mientras que la velocidad de la onda de modulación ha sido corregida de acuerdo con la fórmula 6. La modulación experimenta con ello una influenciación del mismo orden de magnitud que en el resonador previsto. Para eliminar estas influencias, hay que llevar a cabo una determinación exacta de las frecuencias y eliminar posteriormente las influencias metereológicas.

La finalidad del presente invento reside en la creación de un dispositivo de los descritos al principio, destinado a la telemetría, en el que todas las influencias metereológicas sean compensables directamente, no siendo preciso un conocimiento exacto de las frecuencias. Conforme al invento se consigue ésto por el hecho de que se dispone un bucle de luz de longitud fija situado en el aire ambiente, conectable en lugar del trayecto de medida, y por preverse un oscilador con frecuencia variable para igualar la longitud de onda de la modulación a la longitud del bucle de luz.

Con referencia al dibujo adjunto, será explicado a continuación el invento con más detalle, a base de un ejemplo de realización.



En el dibujo ha sido representado esquemáticamente un dispositivo para la medición electro-óptica de distancias.

El emisor consiste en un foco de luz 1, un modulador 2 y un oscilador de medida 3, cuya frecuencia de oscilación es regulable. El receptor, por su parte, está constituido por un demodulador 7 y un indicador de fases 8.

Las entradas del emisor y del receptor están provistas de sendos dispositivos divisores de rayos 4 ó 6 respectivamente, con lo que se emiten a elección los rayos A y C ó C y D, recibándose correspondientemente los rayos B y C ó C y D.

En el extremo alejado de la distancia está instalado un objeto reflector 5, por ejemplo, un espejo. Para la medición del ángulo de fase entre el rayo C emitido y el rayo B recibido, está previsto un bucle regulable de luz 10, con un dispositivo 11 para determinar la descentración.

El rayo D está conducido a través de un segundo bucle de luz 9. Este último bucle de luz está construido con longitud de bucle fija, y se encuentra en el aire ambiente.

La medición de la distancia entre el emisor y el objeto reflector 5 se lleva a cabo de la manera conocida, modulando un rayo de luz del foco de luz 1 en el modulador 2 con una oscilación del oscilador 3 y emitiendolo como rayo A. Este rayo A es reflejado en el extremo alejado del trayecto, y llega en calidad de rayo B al demodulador 7 a través del bucle regulable de luz 10 y junto con el rayo C, generando como consecuencia de la interferencia -



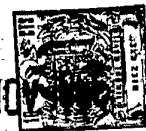
producida en el indicador de fases 8, una señal que depende de la posición recíproca de fases de los rayos B y C. Variando el bucle regulable de luz 10, varía la señal en el indicador de fases 8.

5 Si con anterioridad a la medición se lleva entonces a cabo una medición de contraste con la distancia conocida (preferentemente la distancia 0), entonces es la descentración del bucle regulable de luz 10 una medida para la distancia medida. Con un dispositivo 11, consistente  
10 te principalmente en agujas indicadoras y escalas, se puede determinar la descentración.

Esta distancia está falseada por las condiciones meteorológicas y tiene que corregirse mediante las correcciones de acuerdo con las fórmulas indicadas en la  
15 introducción.

Con el dispositivo conforme al invento, se puede llevar a cabo un contraste con una distancia fijada. Debido a que los divisores de rayos 4 y 6 están ajustados de tal modo que los rayos C y D llegan al demodulador 7, se  
20 produce una interferencia que origina una señal en el indicador de fases 8. Si se varía a continuación la frecuencia de oscilación del oscilador 3 hasta que, por ejemplo, la interferencia de la señal cero, entonces la longitud de onda de la modulación, con relación a la velocidad de  
25 grupo del rayo de luz modulado, está ajustada a la longitud del bucle de luz fijo 9. Naturalmente hay que tener a este respecto en cuenta el recorrido del rayo C entre los dos divisores de rayos 4 y 6, para lo cual, por ejemplo, se tiene en cuenta dicho recorrido en el bucle regulable  
30 de luz.

22 NOV



Si se mide la distancia a continuación de un -  
contraste así, entonces practicamente no es la frecuen -  
cia de la modulación como tal determinante del módulo,  
sino la longitud del bucle de luz fijo. Esto debe ser -  
5 entendido de tal modo, que la longitud del bucle de luz  
puede elegirse, por ejemplo, de modo que se corresponda  
precisamente con una unidad en un sistema de medida. De  
este modo, se mide la distancia como número de largos de  
este bucle de luz fijo.

10 La presente solicitud que corresponde a la pre  
sentada en Suiza, con fecha 25 de Noviembre de 1965, ba  
jo el Nº 16.264/65, se acoge a los beneficios del artícu  
lo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

- N O T A -

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

15 1.- Un dispositivo para la medición electro-ópti  
ca de distancias, dotado de un emisor para la emisión de -  
luz modulada y un receptor para la recepción de la luz una  
vez reflejada por un objeto situado en el extremo alejado  
de la distancia a medir, así como de una disposición pa -  
20 ra la medición de las fases entre la modulación de la luz  
emitida y la modulación de la luz recibida, caracterizado  
por estar dispuesto un bucle de luz de longitud fija si -

22 NOV



tuado en el aire ambiente, conectable en lugar del trayecto de medida, y por estar previsto un oscilador con frecuencia variable para igualar la longitud de onda de la modulación a la longitud del bucle de luz.

5                    2.- Un dispositivo para la medición electro-óptica de distancias.

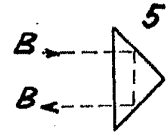
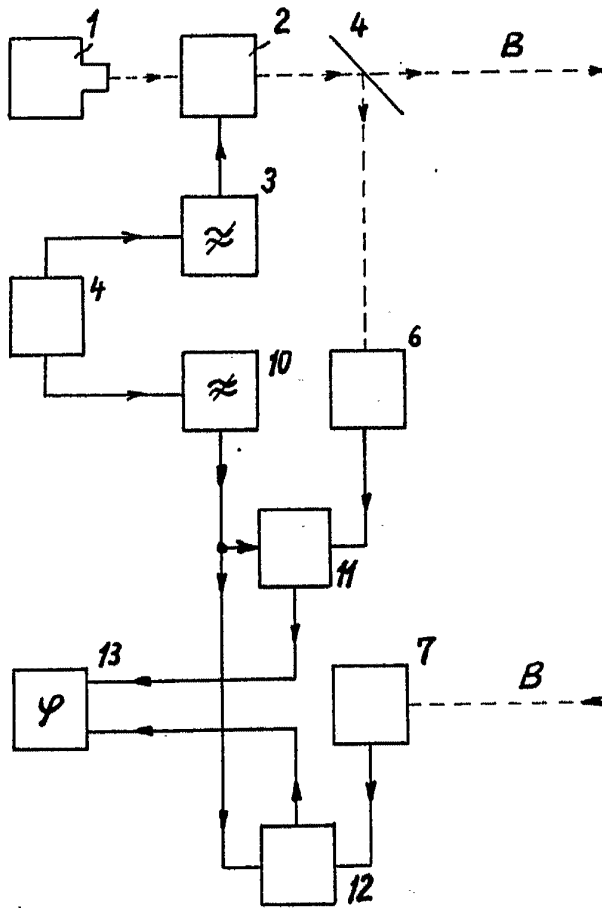
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y para los fines que se han especificado.

10                    La presente Memoria consta de nueve hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 22 NOV. 1966

Alberto de Elzaburu  
Por Poder  
*[Handwritten signature]*

PPR.



Alberto de Elizabeta  
Por Porden