

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19	ES	11	NUMERO	445563	10	A1
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION	26 FEB. 1976		

P.- 62.201

PATENTE DE INVENCION

PHN 7919  
Spain  
HK/MC

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
75/02373	28-2-75	Holanda
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H04N	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN APARATO PERFECCIONADO PARA LEER UN PORTADOR DE REGISTRO PLANO"		
71 SOLICITANTE (S)		
N.V. PHILIPS 'GLOEILAMPENFABRIEKEN		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda		
72 INVENTOR (ES)		
Gijsbertus Bouwhuis, Josephus Johannes Maria Braat, Peter Ferdinand Greve y Kornelis Antonie Immink		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		

El invento se refiere a un aparato para leer un portador de registro plano en el que está registrada información, por ejemplo información de video y/o de audio, en una estructura de información ópticamente legible, que comprende varias pistas, cuyo aparato comprende una fuente de radiación, un sistema de objetivo para suministrar radiación desde la fuente de radiación, por medio del portador de registro, a un sistema de detección de información sensible a la radiación, cuyo sistema de detección convierte el haz de lectura que es suministrado por la fuente de radiación y modulado por la estructura de información en una señal eléctrica, y cuyo aparato comprende además un sistema de detección de enfoque y un sistema de detección de centrado, cuyos sistemas están conectados a circuitos electrónicos para derivar señales de control para corregir, respectivamente, el enfoque del sistema de objetivo y el centrado del haz de lectura con respecto a una parte de pista a leer.

Por "sistema de detección de enfoque" debe entenderse un sistema de detección que suministra una señal eléctrica que proporciona una indicación de una desviación entre el plano focal del sistema de objetivo y el plano de la estructura de información que ha de leerse. Un "sistema de detección de centrado" sensible a la radiación es aquél que suministra una señal que proporciona una indicación de desviaciones entre el centro de un punto de radiación de lectura que es proyectado sobre la estructura de información y la línea central de la pista que ha de leerse.

En la "Revista Técnica de Philips" 33, nº 7, páginas 186-193, se describe un aparato para leer un portador de registro redondo, en forma de disco. En el portador de registro está almacenado un programa de televisión en color. La estructura de información consiste en una pista en espiral que comprende una multitud de pequeños orificios o "picaduras" que están realizados por presión en el portador de registro, estando contenida la información de luminancia en la frecuencia de los agujeros y estando contenida la información de crominancia y de sonido en una variación de las longitudes de los agujeros. Un haz de lectura es enfocado sobre la estructura de

información con el fin de obtener un punto de radiación cuyas dimensiones son del orden de magnitud de las de los agujeros. Moviendo el portador de registro con respecto al haz de lectura, dicho haz es modulado en intensidad de acuerdo con la información almacenada. Un detector de información sensible a la radiación convierte la modulación del haz de lectura en una señal eléctrica. En un circuito electrónico, es tratada dicha señal de tal manera que resulte adecuada para ser aplicada a un aparato receptor de televisión en color.

Durante la lectura del portador de registro debe tenerse cuidado de que el centro del punto de radiación de lectura esté proyectado siempre sustancialmente sobre la línea geométrica central de la pista que ha de leerse, ya que de otro modo puede producirse intermodulación entre pistas adyacentes y la profundidad de modulación de la señal que es suministrada por el detector de información se hace demasiado pequeña. Por tanto, la posición del punto de radiación debe detectarse y corregirse de manera continua. El sistema de objetivo que se emplea en el aparato de lectura tiene una elevada apertura numérica y una pequeña profundidad de foco. Por tanto, siempre es necesario realizar un enfoque definido so-

bre la estructura de información. Las desviaciones entre la posición deseada del plano focal y la posición real de dicho plano, que pueden ser el resultado de, por ejemplo, tolerancias constructivas en el soporte del portador de registro o que pueden deberse a la deformación del portador de registro o a vibraciones de los elementos del aparato de lectura, deben detectarse continuamente y el enfoque debe reajustarse con auxilio de las mismas.

10                   El aparato descrito en el artículo citado comprende dos sistemas auxiliares independientes para detectar errores de centrado y errores de enfoque. En el sistema auxiliar de centrado se producen dos haces secundarios que son enfocados sobre los bordes de la  
15 pista a leer. Para cada uno de los haces secundarios está previsto un detector auxiliar independiente. El sistema auxiliar de enfoque comprende una placa de un material eléctricamente conductor, que está conectada al sistema de objetivo, cuya placa constituye una ca-  
20 pacitancia junto con la superficie eléctricamente conductora del portador de registro, y un circuito electrónico para medir el valor de la capacitancia. En el aparato de la técnica anterior, además de los elementos ópticos requeridos para el funcionamiento de lec-  
25 tura real, eran necesarios un número sustancial de ele-

mentos auxiliares para detectar errores de centrado y de enfoque.

Un objeto del presente invento es proporcionar un aparato de lectura en el que los errores de centrado y los errores de enfoque pueden detectarse con un número mínimo de elementos ópticos adicionales. El aparato de acuerdo con el invento se caracteriza porque el sistema de detección de centrado y el sistema de detección de enfoque están constituidos por un sistema de, por lo menos, dos detectores sensibles a la radiación, cuyo sistema está dispuesto en el "campo alejado" (según se defina) de la estructura de información en un lado de un plano que está formado por el eje geométrico óptico del sistema de objetivo y una línea que sea paralela a la línea geométrica central de la parte de pista a leer, cuyo sistema está situado en un área en torno al punto en que la línea que forma un ángulo de  $\beta / 2$  con el eje geométrico óptico, interseca al plano de los detectores, siendo  $\beta$  el ángulo con que resulta difractado un haz de primer orden en dirección transversal a las pistas.

Los detectores pueden disponerse en la pupila de salida real del sistema de objetivo si dicha pupila es fácilmente accesible, o en una imagen forma-

da por una lente auxiliar, o por una imagen de sombra de la pupila real, si no se tiene un acceso fácil a dicha pupila. Los detectores están siempre situados en un plano en donde los distintos órdenes de difrac-  
5 ción pueden distinguirse satisfactoriamente, es decir, en un plano que esté suficientemente alejado de la imagen de la estructura de información. Esto es lo que se conoce por la expresión: los detectores están dis-  
puestos en el "campo alejado" de la estructura de in-  
10 formación.

El invento se basa en el reconocimiento del hecho de que cuando se lee el portador de registro, el cual puede ser considerado como una rejilla de di-  
fracción bidimensional, los errores de centrado y de  
15 enfoque dan como resultado desplazamientos de fase adicionales entre el haz de orden cero y haces de órdenes superiores. Dichos desplazamientos de fase son visibles en dicho "campo alejado" como un diseño de línea de interferencia cuyo período, que viene de-  
20 terminado por el enfoque, y cuya fase, que viene determinada por el centrado, pueden medirse. Los errores de centrado y de enfoque pueden ser detectados con ayuda de detectores adicionales solamente y sin ningún  
otro elemento óptico ni haces auxiliares alguno. Con  
25 ayuda de las señales de error resultantes, pueden rea-

justarse el centrado y el enfoque del haz de lectura de manera que dejen de aparecer líneas de interferencia y la intensidad de radiación en el plano de los detectores tenga un nivel específico.

5 El invento se describirá ahora con más detalle haciendo referencia a los dibujos, en los que:

la figura 1 ilustra una realización preferida de un aparato de acuerdo con el invento.

10 Las figuras 2 a 11 ilustran el principio del invento, y

las figuras 12 a 17 representan distintas posiciones detectoras de acuerdo con el invento.

15 La figura 1 muestra un portador de registro 1 redondo, en forma de disco, en sección transversal radial. El plano de la estructura de información se supone reflectante y está designado con la referencia 2. Las pistas de información están indicadas mediante la referencia 3. Una fuente de radiación 6, por ejemplo un laser de helioneón, emite un haz de lectura b. Dicho haz es reflejado por un espejo 9 hacia un sistema de objetivo 11, que está representado esquemáticamente mediante una única lente. La trayectoria del haz de lectura incluye una lente auxiliar 7 que asegura que  
20 el haz de lectura llene completamente la pupila del sistema de objetivo. En ese caso, se proyecta un punto  
25

de radiación de dimensiones mínimas sobre el plano de la estructura de información.

5 El haz de lectura es reflejado por la estructura de información y, cuando el portador de registro es hecho girar en torno a un eje 5 que sobresale a través de una abertura central 4, es modulado en el tiempo de acuerdo con la información que esté almacenada en la pista que ha de leerse. El haz de lectura modulado pasa a través del sistema de objetivo nuevamente y es reflejado por el espejo 9 en la dirección del haz que es emitido por la fuente. La trayectoria de radiación del haz de lectura incluye elementos para separar las trayectorias de los haces de lectura modulados y no modulado. Dichos elementos pueden comprender, por ejemplo, un conjunto de un prisma divisor sensible a la polarización y una placa  $\lambda/4$ . En la figura 1 se ha supuesto, con fines de sencillez, que dichos medios están constituidos por un espejo 8 semitransparente. Dicho espejo refleja una parte del haz de lectura modulado hacia un detector 12 sensible a la radiación. En la salida de dicho detector se obtiene una señal eléctrica de acuerdo con la información que está almacenada en la pista a leer. Esta señal es decodificada en un circuito electrónico 16, de modo que 25 se obtiene una señal de información  $S_1$ , que puede apli-

carse a un aparato 17 receptor de televisión usual.

Los detalles ópticos de la estructura de información son muy pequeños. Como ejemplo, la anchura de una pista es de 0,5 micras, la separación entre pistas es de 1,1 micras y la longitud media de las áreas de información, que en lo que sigue se supone que son orificios, es de 1,5 micras para un portador de registro en forma de disco en el que está registrado un programa de televisión de 30 minutos de duración, dentro de una banda anular con un diámetro interior de 12 cm. y un diámetro exterior de 27 cm. El punto de lectura debe, por tanto, permanecer centrado de manera muy exacta sobre la pista a leer, y el haz de lectura debe permanecer siempre enfocado de manera definida sobre el plano de la estructura de información.

Con el fin de hacer posible la detección de los errores de centrado y de enfoque, están previstos dos detectores adicionales 13 y 14 además del detector 12. Estos tres detectores están dispuestos por ejemplo en el plano  $u$ , en el que se forma una imagen de la pupila de salida real del sistema de objetivo con ayuda de una lente auxiliar 23, como se ilustra con línea interrumpida. Por conveniencia, solamente se indica en la figura 1 con línea interrumpida la ima-

gen  $a'$  de un punto  $a$  de la pupila de salida. Los detectores pueden estar dispuestos también en un plano diferente suponiendo que los distintos órdenes de difracción puedan ser distinguidos adecuadamente en dicho plano. En general, se supone que los detectores están dispuestos en el "campo alejado" de la estructura de información.

Las señales suministradas por los detectores 13 y 14 pueden ser sumadas y pueden tratarse además en un circuito electrónico 21. En la salida de dicho circuito se obtiene una señal de control  $S_p$ , que es aplicada a unos medios de excitación 22 ilustrados esquemáticamente, los cuales pueden ser de por sí conocidos, capaces de inclinar el espejo 9 (como se indica mediante la flecha 10 en la figura 1).

Las señales eléctricas procedentes de los detectores 13 y 14 pueden ser aplicadas también a un circuito electrónico 18 en el que son restadas una de otra y son tratadas además para dar una señal de control  $S_f$ . Dicha señal de control puede ser aplicada, por ejemplo, a un dispositivo 19 que se representa también esquemáticamente y que puede ser de por sí conocido, para mover el sistema de objetivo en una dirección vertical (como se indica me-

diante la flecha 20 en la figura 1).

Ahora, se describirá la influencia de los errores de enfoque y de centrado sobre la señal suministrada por los detectores 13 y 14. Para simplificar, se supondrá que el portador de registro es transmisor de radiación. Sin embargo, las siguientes consideraciones pueden ser también aplicadas a un portador de registro reflector de radiación.

La estructura de información del portador de registro, que consiste en pistas, que a su vez consisten en una multitud de áreas cortas, puede considerarse como una rejilla de difracción bidimensional. La figura 2 muestra una parte de dicha rejilla de acuerdo con una sección en una dirección transversal a las pistas 3.

La rejilla  $g$  divide al haz de lectura  $b$  en un haz de orden cero  $b(0,0)$  y en dos haces de primer orden  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$  y en varios haces de órdenes superiores, no representados. El haz de orden cero, en sí mismo, no comprende ninguna información acerca de la posición de la rejilla; esta información está distribuida en los haces de otros órdenes. Cuando la pupila de la lente  $L$  es suficientemente grande, todos los órdenes proporcionan, conjuntamente, una imagen "g" exacta de la rejilla  $g$  en el plano de imagen de di-

cha lente. En dicho plano de imagen, los órdenes individuales no pueden ser distinguidos. Sin embargo, en el plano y de la pupila de salida de la lente I, los órdenes están más o menos separados. La figura 3 representa la situación en dicho plano.

El círculo 30, con su centro 33 en la figura 3, representa la sección del haz  $b(0,0)$  en el plano de la pupila de salida, y los círculos 31 y 32 representan las secciones de los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$ , respectivamente. Las distancias de los centros 34 y 35 de los círculos 31 y 32, respectivamente, desde el centro 33, están determinadas por el período  $p_r$  de la rejilla de información formada por las pistas. El ángulo  $\beta$  (figura 2) entre el rayo principal del haz  $b(0,0)$  y las bases principales de los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$  viene dado por:

$$\text{sen } \beta = \frac{\lambda}{p_r}$$

donde  $\lambda$  representa la longitud de onda de la radiación del haz de lectura.

En las áreas sombreadas en la figura 3, los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$  solapan parcialmente al haz  $b(0,0)$  y se produce una interferencia. Debido a errores de enfoque y a errores de centrado, se producen variaciones en los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$ .

Estas variaciones dan como resultado variaciones de intensidad en la pupila de salida efectiva, cuyas variaciones pueden ser medidas con detectores dispuestos de manera adecuada.

5                    Además de los haces ilustrados en la figura 2, se producirán haces de los órdenes  $(+1,0)$  y  $(-1,0)$  cuando la estructura de información está iluminada. Las secciones transversales de estos haces en el plano de la pupila de salida consisten en  
10                    círculos con centros 36 y 37 y con el mismo radio de los círculos 30, 31 y 32. Estos haces son provocados por las áreas de información de las pistas. Las variaciones de fase en estos haces como resultado del movimiento de las áreas con respecto al haz  
15                    de lectura son de frecuencia elevada, por ejemplo 1-10 MHz, y su efecto sobre las señales de error de enfoque y de centrado de baja frecuencia (por ejemplo, 0-30 KHz) es despreciable.

20                    La figura 3 es una representación francamente buena de la situación en que una estructura de información con un período  $p_p$  de 1,66 micras es leída con radiación de laser de helio-neón ( $\lambda =$   
                         0,63 micras), utilizándose un objetivo con una abertura numérica de 0,4. El área solapada de los tres ór-  
25                    denes en torno al punto 33 es relativamente peque-

ña.

La figura 4a, 4b, 4c y 4d ilustran la variación de las fases de los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$  con respecto a la fase del haz  $b(0,0)$ . El vector  $\vec{E}_{0,0}$  de campo eléctrico del haz  $b(0,0)$  gira con la frecuencia de la luz, lo que también es el caso con los de los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$ . Para una posición específica del centro del punto de lectura con respecto al centro de la pista a leer, el haz  $b(0,+1)$  tiene un vector de fase  $\vec{p}$  que forma un cierto ángulo con el vector  $\vec{E}_{0,0}$ . El haz  $b(0,-1)$  tiene entonces un vector de fase  $\vec{q}$  que forma el mismo ángulo que el vector  $\vec{p}$ . Cuando el punto de lectura se mueve sobre el diseño de información en la dirección transversal de las pistas, por ejemplo de izquierda a derecha en la figura 2, el ángulo de fase del haz  $b(0,+1)$  se reducirá y el ángulo de fase del haz  $b(0,-1)$  aumentará. En consecuencia, los vectores  $\vec{p}$  y  $\vec{q}$  girarán en sentidos contrarios.

Partiendo de una situación inicial como se muestra en la figura 4a, la situación de la figura 4b se producirá después de que el punto de lectura se ha desplazado en una distancia que es igual a la cuarta parte del período de pista  $p_r$ . La figura 4c ilustra la situación después de que el -

punto de lectura se ha desplazado en una distancia igual a la mitad de un período de pista  $p_r$ , y la figura 4d ilustra la situación después de que se ha cubierto una distancia que es igual a las tres cuartas partes del período de pista  $p_r$ . Después de que el punto de lectura se ha desplazado en un período de pista completo  $p_r$ , se restablece la situación de la figura 4a.

La componente del vector  $\bar{p}$  en la dirección del vector  $\bar{E}_{0,0}$  aumenta desde un mínimo hasta cero (figura 4b), luego alcanza un máximo (figura 4c) y, finalmente, vuelve a cero otra vez. La componente del vector  $\bar{q}$  en la dirección del vector  $\bar{E}_{0,0}$  presenta la misma variación. A medida que el punto de lectura se desplaza en dirección transversal a las pistas, se producirán alternativamente una interferencia constructiva y una interferencia destructiva en las áreas comunes de los círculos 30 y 31 y en las de los círculos 30 y 32. Midiendo la intensidad de la radiación en un detector sensible a la radiación que está dispuesto en una de las áreas comunes y comparándola con un valor de referencia, puede determinarse el grado de centrado del punto de lectura.

En la figura 4a, se ha supuesto una posición inicial específica para los vectores de fase

$\bar{p}$  y  $\bar{q}$ . Esta posición inicial viene determinada por una característica óptica de la estructura de información, en el caso de una estructura de fase principalmente por la diferencia de la longitud de la trayectoria óptica originada por las áreas de información, y, por tanto, también por las pistas, en el haz de lectura. El diagrama de vector de fase en la figura 4a se aplica al caso en que se lee un portador de registro cuyas pistas provocan una diferencia en la longitud de la trayectoria óptica igual a la mitad de una longitud de onda de la radiación de lectura del haz de lectura. Para una estructura de información reflectante de la radiación consistente en orificios y en espacios libres adyacentes, esto quiere decir que los orificios deben tener una profundidad igual a la cuarta parte de la longitud de onda. Además, debe observarse que un diagrama vectorial similar al de las figuras 4a a 4d se aplica también cuando se lee un portador de registro con un diseño de información denominado de negro y blanco, es decir, un diseño de absorción.

La diferencia de fase entre el haz  $b(0,0)$  y los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$  en las áreas de solape de la figura 3, viene determinada no sólo por la naturaleza de la estructura de información y por el

grado de centrado, sino también por el grado en que el haz de lectura es enfocado sobre el plano de la estructura de información. Se explicará esto con referencia a la figura 5.

5                    En esta figura, se muestra en sección radial una parte del diseño de información. El haz de lectura está enfocado en un plano que está dispuesto a una distancia  $\Delta z$  del diseño de información. Debido a dicho desenfoque, se obtiene una diferencia adicional en la longitud de la trayectoria entre el haz  $b(0,0)$  y el haz  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$ . Solamente se ilustran en la figura 5 los rayos principales de estos haces. Para una dirección que se encuentra formando un ángulo arbitrario con el rayo principal del haz  $b(0,0)$ , la diferencia en la longitud de la trayectoria entre el haz  $b(0,0)$  y el haz  $b(0,+1)$  viene dada por:

$$\Delta w = \Delta z \cos \alpha - \Delta z \cos(\beta - \alpha).$$

20                    Para un ángulo  $\alpha$  y para una pequeña diferencia entre los ángulos  $(\beta - \alpha)$ , la diferencia en la longitud de la trayectoria en forma muy aproximada, es decir, con una exactitud de tercer orden, viene dada por

$$25 \quad \Delta w = \Delta z \left[ 1 - \frac{\alpha^2}{2} - \left( 1 - \frac{(\beta - \alpha)^2}{2} \right) \right]$$

o por

$$\Delta w = \Delta z \frac{\beta}{2} (\beta - 2\alpha)$$

5 La diferencia de fase provocada por el desenfoque en una dirección que forma un ángulo  $\alpha$  con el eje geométrico óptico del sistema de objetivo es, entonces:

$$\frac{\Delta \psi}{\Delta z} = 2\pi \frac{\Delta w}{\lambda} = 2\pi \frac{\Delta z}{\lambda} \beta \left( \frac{\beta}{2} - \alpha \right)$$

10 La diferencia de fase  $\Delta \psi_{\Delta z}$  es una función lineal del ángulo  $\alpha$  y puede ser representada por una línea recta que pasa por cero para  $\alpha = \beta/2$ . En la figura 6,  $\Delta \psi_{\Delta z}$  se representa para un valor específico de  $\Delta z$ . La pendiente de la línea viene dada por:

15  $\tan \gamma = c \Delta z$ , cuando la constante  $c = \frac{2\pi}{\lambda} \beta$ .

Como resultado de la variación de fase representada en la figura 6, se obtiene una distribución de intensidad  $I$ , como se ilustra en la figura 7, en la pupila de salida del sistema de objetivo. La frecuencia

20 espacial de la variación de intensidad periódica es función de  $\Delta z$ . La distancia  $\underline{d}$  es inversamente proporcional a  $\Delta z$ . Con errores de enfoque crecientes, aumentará la frecuencia espacial del diseño de intensidad. El efecto de un error de enfoque  $\Delta z$  sobre la

25 intensidad de radiación es distinto para diferentes

posiciones de la pupila de salida.

La figura 8 representa la diferencia de fase total  $\Delta\psi_t$  entre el haz  $b(0,0)$  y el haz  $b(0,+1)$  en función del ángulo  $\alpha$ . Esta diferencia de fase total es la suma de:

1. La diferencia de fase constante  $\Delta\psi_s$  debida a la naturaleza de la estructura de información (las profundidades de los orificios).
2. La diferencia de fase  $\Delta\psi_{\Delta r}$  que depende del grado de centrado, cuya diferencia es independiente del ángulo  $\alpha$ .
3. La diferencia de fase  $\Delta\psi_{\Delta z}$  que depende del grado de enfoque y del ángulo  $\alpha$ .

Cuando se lee un portador de registro, debe tenerse cuidado de que en toda el área de solape, la diferencia de fase entre el haz  $b(0,0)$  y el haz  $b(0,+1)$  sea tan parecida como resulte posible a aproximadamente  $\Delta\psi_s$ , es decir, que  $\Delta\psi_{\Delta z}$  y  $\Delta\psi_{\Delta r}$  deben ser tan próximos como sea posible a cero, ya que el haz de lectura está entonces centrado y enfocado en una medida óptima. Una diferencia de fase específica  $\Delta\psi_s$  corresponde a una intensidad de radiación específica en el área de solape de estos haces. El hecho de si se consigue el ajuste de enfoque y de centrado deseado puede comprobarse en el presente ejemplo, en el que los

orificios dan lugar a una diferencia de fase de  $\pi$  radianes, midiendo la intensidad de radiación en una mitad del campo alejado. La figura 9 ilustra una disposición detectora para este propósito.

5                    En esta figura, como en la figura 3, la pupila de salida efectiva del sistema de objetivo está representada por el círculo 30, mientras que los círculos 31 y 32 representan las secciones transversales de los haces  $b(0,+1)$  y  $b(0,-1)$  en el plano de

10                    la pupila de salida. Si se lee el portador de registro reflectante y el sistema de objetivo está dispuesto en la trayectoria del haz de lectura modulado, serán transmitidas solamente aquellas partes de los haces  $b(0,1)$  y  $b(0,-1)$  que caigan dentro del círculo 30. De acuerdo con una característica del invento, un primer detector  $D_1$  sensible a la radiación

15                    está dispuesto en el campo alejado de la estructura de información, en la posición  $p(\beta/2)$ , cuya posición está determinada por el ángulo  $\beta/2$ . La intensidad de radiación en este detector es dependiente

20                    del grado de enfoque. En tanto el período  $d$  sea suficientemente grande con respecto a la anchura del detector  $D_1$ , es decir, en tanto  $\Delta z$  sea pequeño, la señal de salida de este detector solamente dependerá del centrado del punto de lectura con respecto a

25

la pista a leer. La señal de salida del detector  $D_1$  puede compararse con el valor que esta señal tendría si existiese solamente una diferencia de fase  $\Delta\varphi_s$  entre los haces  $b(0,0)$  y  $b(0,+1)$ . Con la señal de control  $S_r$  (figura 1) así obtenida, puede corregirse la posición del punto de lectura con respecto a la pista a leer, por ejemplo, con ayuda del espejo de inclinación  $\theta$ , de tal manera que la señal  $S_r$  se haga cero.

La diferencia de fase en la pupila de salida viene determinada entonces solamente por  $\Delta\varphi_s$  y por  $\Delta\varphi_{\Delta z}$  (como se indica mediante la línea de puntos y trazos de la figura 8). La diferencia de fase debida al desenfoque puede ser detectada de acuerdo con el invento por medio de un segundo detector (un detector de enfoque)  $D_2$ , que está dispuesto junto al primer detector  $D_1$ . La señal de salida del detector  $D_2$  puede compararse con el valor que esta señal hubiera tenido si existiese solamente una diferencia de fase  $\Delta\varphi_s$  entre los haces  $b(0,0)$  y  $b(0,-1)$ . La señal de control  $S_f$  así obtenida permite la corrección del enfoque, por ejemplo en la forma ilustrada en la figura 1, hasta que la señal  $S_f$  sea cero. El haz de lectura queda entonces también enfocado de manera definida sobre la estructura de

información.

Otro detector de enfoque  $D_3$  puede estar dispuesto en el otro lado del detector  $D_1$ . Sumando las señales de salida de los detectores  $D_3$  y  $D_2$ , puede aumentarse la señal de error de enfoque en un factor de dos, de tal modo que se obtenga una mejor relación de señal a ruido.

La detección de error descrita puede mejorarse sustancialmente cuando se hace uso de un portador de registro cuyas pistas ondulan en el plano de la estructura de información, es decir, exhiben desplazamientos periódicos en una dirección transversal a las pistas. La amplitud de estas excursiones debe ser menor que la anchura de la pista, mientras que el período de la ondulación debe ser materialmente mayor que el período medio de los orificios en las pistas. Tal portador de registro ha sido ya descrito en la solicitud de patente española N<sup>o</sup> 431.022. Debido a la ondulación de las pistas, se imprime una modulación adicional en las señales de salida de los detectores  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$ , de manera que resulta posible una detección dinámica.

Si el haz de lectura no está totalmente centrado sobre la pista a leer, la señal de salida del detector  $D_1$  contiene una primera componente con

una frecuencia de por ejemplo 30 kHz, que corresponde a la frecuencia espacial de la ondulación. Sin embargo, una vez que el haz de lectura está centrado de manera correcta, dicha primera componente no estará ya presente en la señal detectora, pero se deja una segunda componente con una frecuencia que corresponde al doble de la frecuencia espacial de la ondulación. Cuando el portador de registro se utiliza con pistas ondulantés, el centrado del aparato de lectura de la figura 1 puede corregirse de modo que dicha primera componente haya desaparecido de la señal de detector  $D_1$ . Se aplica entonces la denominada detección sincrónica en el circuito 18.

La dirección o signo de un error de centrado que se produzca puede determinarse comparando la fase de la primera componente con una fase de referencia. En el caso de un programa de televisión almacenado en el portador de registro, pueden tomarse medidas para asegurar que las pistas tienen desplazamientos sólo en aquellas posiciones que corresponden a los impulsos de sincronización de línea de la señal de televisión. La fase de referencia para determinar la dirección de un error de centrado puede derivarse entonces de la señal de televisión.

El empleo de un portador de registro con

pistas ondulantes permite también la detección dinámica de errores de enfoque. Esto puede explicarse con referencia a la figura 10. En esta figura, la curva 40 representa la variación de intensidad  $\Delta I_{\Delta z}$  en el campo alejado de la estructura de información para un valor específico del desenfoque  $\Delta z$  y en función de la posición  $p$  en el campo alejado. La curva 41 representa la variación de intensidad del campo alejado debida a la ondulación de la pista  $t$ . Para un detector sensible a la radiación que esté dispuesto a la izquierda de la posición  $p(\beta/2)$ , la señal de detector ( $s_1$ ) está modulada en el tiempo de acuerdo con la curva 42, mientras que para un detector que esté dispuesto a la derecha de la posición  $p(\beta/2)$ , la señal de detector ( $s_2$ ) variará en el tiempo de acuerdo con la curva 43. Las señales  $s_1$  y  $s_2$  presentan una diferencia de fase de  $180^\circ$ . Esta diferencia de fase se conserva en tanto el haz de lectura no esté enfocado de manera definida sobre la estructura de información, es decir, en tanto  $\Delta z$  no sea cero. De la diferencia entre  $s_1$  y  $s_2$  puede derivarse la magnitud y la dirección del desenfoque. Dicha señal diferencia será grande para valores elevados de  $\Delta z$ , ya que  $s_1$  y  $s_2$  son entonces grandes y su diferencia será el doble de grande que

$s_1$  o que  $s_2$  cuando los detectores están dispuestos simétricamente con respecto a la posición  $p(\beta/2)$ . Para pequeños valores de  $\Delta z$ , la señal diferencia se reducirá. La señal diferencia será cero cuando  
5 la estructura de información esté en foco, ya que en ese caso la curva 40 cambiará transformándose en una línea recta paralela al eje  $p$ . Una ventaja de esto es que está disponible una señal de error francamente grande también en el caso de pequeños errores de enfoque, ya que las señales  $s_1$  y  $s_2$  son restadas una de otra.  
10

Quando se lee un portador de registro con pistas ondulantes utilizando una disposición detectora como en la figura 9, el centrado se corrige  
15 primeramente de tal modo que la señal del detector  $D_1$  no contenga componente alguna con una frecuencia que corresponda a la frecuencia espacial de la ondulación. Subsiguientemente, se corrige el enfoque hasta que la diferencia entre las señales suministradas por los detectores  $D_2$  y  $D_3$  sea cero.  
20

También puede conseguirse la detección dinámica de los errores de enfoque y de centrado moviendo periódicamente el punto de lectura sobre la estructura de información en dirección transversal a las pistas, siendo la amplitud de este movi-  
25

miento también pequeña con respecto a la anchura de las pistas. Tal movimiento, que puede conseguirse desplazando periódicamente el espejo 9 de inclinación del aparato de la figura 1, tiene el mismo efecto que la ondulación de las pistas.

En la anterior descripción de la detección del enfoque y del centrado, solamente se han mencionado haces de primer orden. Es evidente que la estructura de información a modo de rejilla provocará también una difracción de orden más elevado de la radiación. Sin embargo, la energía de radiación de los haces de orden superior es francamente pequeña y los ángulos de difracción son tales que solamente una pequeña parte de los haces de orden superior cae dentro de la pupila del sistema de objetivo. Para los métodos de detección descritos puede desprejarse el haz de orden superior.

Cuando se emplea la disposición descrita hasta el momento, los pequeños orificios o áreas de información deben tener, de preferencia, una profundidad de fase  $\gamma$ , es decir, deben provocar una diferencia de fase de  $\gamma$  radianes en el haz de lectura. Si los orificios tienen una profundidad diferente, puede producirse una desviación del centrado, al tiempo que no es detectado error alguno por los de-

tectores  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$ . El servosistema para el centrado efectúa entonces un control tal que el centro del punto de lectura permanezca a una distancia constante de la línea central de una pista a leer.

5 De acuerdo con una característica del invento, es posible detectar si las áreas de información tienen la profundidad de fase  $\mathcal{N}$  correcta, disponiendo un detector adicional  $D_4$ , representado en línea interrumpida en la figura 9, en el campo alejado. En la

10 parte de la derecha de la figura 11,  $N_1$  designa el valor de la intensidad en la parte derecha del campo alejado, si los detectores  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$  no han señalado ningún error. Cuando los orificios de la estructura de información tienen una profundidad de fase que

15 difiere de  $\mathcal{N}$ , existirá un valor de intensidad diferente en la parte izquierda del campo alejado, designado con  $N_2$ . La línea de trazos 44 que pasa por el punto 33 señala la demarcación entre dichas partes izquierda y derecha. La diferencia entre los niveles

20  $N_1$  y  $N_2$  proporciona una indicación de la desviación que existe entre la profundidad de fase real y la profundidad de fase  $\mathcal{N}$  de los orificios. Esta diferencia de niveles de intensidad puede utilizarse para cambiar una tensión de control de los circuitos electrónicos

25 de servocontrol de centrado, de tal modo que el

punto de lectura esté situado con respecto a la pista a leer de manera que los niveles de intensidad en las partes de la izquierda y de la derecha del campo alejado sean iguales, según se indica con el nivel  $M_3$  en la figura 11.

La desviación entre la profundidad de fase real de los orificios y el valor  $\gamma$  puede medirse (después de un control tal que los detectores  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$  no indiquen error alguno) comparando las señales de salida de los detectores  $D_4$  y  $D_1$ . Si el portador de registro que se está leyendo tiene pistas ondulares, o si durante la lectura el punto de lectura es desplazado periódicamente en dirección transversal a las pistas, dicha desviación puede derivarse también de la señal del detector  $D_4$  solamente, a saber a partir del cociente  $c(\Omega)/c(2\Omega) \cdot c(\Omega)$  y  $c(2\Omega)$  son los componentes de la señal de detector de la frecuencia  $\Omega$  y  $2\Omega$ , respectivamente, correspondiendo  $\Omega$  a la frecuencia espacial de la ondulación de las pistas o a la frecuencia con que es desplazado el punto de lectura.

El control adicional merced al detector  $D_4$  no será estrictamente necesario, cuando solamente han de leerse portadores de registro de un tipo específico, a los cuales se les supone poseedores de

una profundidad de fase específica. Pueden producirse desviaciones francamente grandes de las profundidades de fase de los orificios sin perjudicar el proceso de lectura. Solamente cuando estas desviaciones se aproximan a la profundidad de fase deseada, no será posible ya corregir la lectura. Unas desviaciones tan grandes difícilmente ocurrirán con las tecnologías actuales empleadas en la fabricación de portadores de registro. El control adicional está destinado, por tanto, a permitir la lectura de no sólo portadores de registro con una profundidad de fase  $\tau$ , sino también de otros portadores de registro con una profundidad de fase seleccionada de manera diferente en forma intencionada. Cuando el portador de registro se lee inicialmente, se determina en primer lugar la profundidad de fase en la forma previamente descrita y se ajusta la tensión de control del servosistema para el centrado. Este ajuste permanece además invariable durante la lectura de toda la estructura de información.

Es evidente que en las partes de la izquierda y de la derecha del campo alejado, se obtienen las mismas situaciones. Por tanto, la disposición de la figura 9 puede modificarse de manera que los detectores  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$  estén dispuestos a la izquierda

y el detector  $D_4$  a la derecha. La posición del detector  $D_4$  en su mitad del campo alejado y sus dimensiones no son críticas. En la figura 9, este detector se muestra solamente en la posición  $p(-\beta/2)$  a modo de ejemplo.

Hasta ahora, se ha supuesto que los detectores tienen una forma rectangular, por ejemplo como en la figura 12a. Con estos detectores se detecta una variación de intensidad de acuerdo con la figura 7, es decir, una variación de intensidad cuya frecuencia espacial sea función de  $\Delta z$  y, por tanto, variable. La respuesta, o la transformada de Fourier de un detector rectangular con una anchura  $e$ , para tal variación de intensidad en función de la frecuencia espacial ( $1/d$ ) viene representada por la curva 45 de la figura 12b y tiene una forma de  $\frac{\text{sen } x}{x}$ . A una frecuencia  $1/e$ , la curva pasa por cero, ya que entonces el detector "verá" siempre un período de la variación de intensidad y recibirá siempre la misma cantidad de radiación, independientemente de la fase del diseño de intensidad y, por tanto, independientemente del centrado. Cuando la frecuencia espacial del diseño de intensidad de la figura 7 se hace menor que  $1/e$ , se obtiene una parte negativa en la curva 45 de la figura 12b. Esto quiere decir que el

servosistema de centrado realizará el control en la dirección equivocada y que, en consecuencia, se incrementa el error de centrado, si existe. Es posible que el servosistema pueda conservar el centro del punto de lectura a una distancia fija de la línea geométrica central de la pista que ha de leerse.

Con el fin de evitar este problema, es posible, de acuerdo con una característica del invento, emplear un detector D' de forma triangular (véase figura 13a). La respuesta de un detector de esta clase al diseño de intensidad de la figura 7 es una función cuadrada, en particular una función  $\left(\frac{\sin x}{x}\right)^2$  (véase figura 13b). La curva 46 no comprende parte negativa alguna y no existe riesgo de que el servosistema de centrado trabaje en la dirección incorrecta.

El sistema detector para determinar los errores de enfoque y de centrado no tiene por qué consistir en detectores de enfoque separados y detectores de centrado separados. Las figuras 14a-14b muestran distintas (preferidas) realizaciones para detectores triangulares, respectivamente. El sistema consiste en dos detectores dispuestos en oposición, 50-51 y 52-53, respectivamente, que están dispuestos en, o sustancialmente en, una posición  $p(\beta/2)$ .

Las señales procedentes de los detectores 50, 51 y 52, 53 respectivamente, son aplicadas a un circuito sumador 54 y a un amplificador diferencial 55. En la salida del circuito 54, se obtiene una señal  $s'$  con la que puede corregirse el centrado, y en la salida del amplificador diferencial 55 se obtiene una señal  $s''$  con la cual puede corregirse el enfoque.

Como se explicó previamente, la anchura  $e$  del detector de la figura 12a no debe ser igual al período espacial  $d$  del diseño de intensidad, ya que en ese caso el control de centrado no funcionará. Para grandes errores de enfoque,  $d$  es pequeño y para un margen de control grande, debe seleccionarse un control estrecho. Sin embargo, para pequeños errores de enfoque,  $d$  es grande y para conseguir una detección exacta, el detector debe ser amplio. Con el fin de cumplir estos requisitos contrarios, es posible, de acuerdo con una característica del invento, emplear sistemas de detección de acuerdo con la figura 15. Dicho sistema, que es una realización especial del sistema de detección de la figura 14b, consiste en dos detectores 52 y 53, cada uno de los cuales está dividido en dos detectores secundarios  $A_1$  y  $a_1$  y  $A_r$  y  $a_r$ , respectivamente. Las señales procedentes de los detectores  $a_1$  y  $A_1$  y las procedentes de los detec-

tores  $a_r$  y  $A_r$  pueden sumarse o no, cuyas posibilidades se representan esquemáticamente mediante los interruptores 56 y 57.

5 Cuando se mide un gran error de enfoque, los interruptores 56 y 57 interrumpen el circuito y el control tiene lugar en respuesta a las señales de los detectores  $a_1$  y  $a_r$  solamente. Cuando el error de enfoque se reduce por debajo de un valor específico, se cierran los interruptores 56 y 57 y se utiliza la  
10 totalidad de las áreas sensibles a la radiación de los detectores 52 y 53.

En una aplicación de un sistema de detección de acuerdo con la figura 15, en el que la máxima anchura de los detectores 52 y 53 era de 850 micras y la de los detectores secundarios  $a_1$  y  $a_r$  era de 425  
15 micras, pudieron detectarse errores de enfoque de hasta un máximo de 45 micras con los detectores  $a_1$  y  $a_r$ . Cuando el error de enfoque se hizo menor de 10 micras, se conectaron las partes  $A_1$  y  $A_r$ .

20 Es evidente que un sistema de detección rectangular de acuerdo con la figura 14a puede dividirse también en forma similar al de la figura 15.

Los detectores de enfoque y de centrado cubren solamente una parte pequeña del campo alejado de la estructura de información. El resto de este  
25

campo puede ser cubierto por el detector mediante el cual se lee la información almacenada, por ejemplo un programa de televisión, o en otras palabras mediante el detector con que se mide la interferencia entre el haz  $b(0,0)$  y los haces  $b(+1,0)$  y  $b(-1,0)$ . En el campo alejado de la estructura de información, puede disponerse entonces un detector sensible a la radiación redondo, cuyo diámetro sea igual a o mayor que el diámetro del haz en la posición del detector, cuyo detector comprenda secciones  $D_i$  y  $D_c$  sensibles a la radiación, separadas. (Véase figura 16). La sección  $D_i$  sirve para leer la información almacenada en el portador de registro, y la sección  $D_c$ , que puede tener la forma del sistema de detección de la figura 15, suministra las señales de error de enfoque y de centrado. Alternativamente, puede preverse otra sección  $D_4$  de detector separada.

La sección  $D_i$  de detector tiene un área francamente grande. Para permitir la lectura de información de alta frecuencia con un detector que tenga una elevada capacitancia por unidad de superficie, puede elegirse entonces una disposición como la de la figura 17. El sistema 52, 53, para detectar errores de enfoque y de centrado está dispuesto en el campo alejado de la estructura de información, mien-

tras que el detector de información de alta frecuencia 12 está dispuesto en o sustancialmente en el plano en que se forma la imagen de la estructura de información. Sin embargo, es posible alternativamente utilizar un denominado fotodiodo PIN para el detector de la figura 16. Este diodo tiene una baja capacitancia por unidad de superficie. La ventaja de un detector grande es que no necesita ser alineado de manera tan precisa como un detector pequeño.

5

10 En la disposición de la figura 17 puede incluirse un espejo semitransparente en la trayectoria de la radiación hacia el detector 12 y los detectores 52 y 53 pueden disponerse en la trayectoria de la radiación que es reflejada por dicho espejo.

15

20 - REIVINDICACIONES -

25 Los puntos de invención propia y nueva,



un sistema de al menos dos detectores sensibles a la radiación, cuyo sistema está dispuesto en el campo alejado (según se ha definido), de la estructura de información, en un lado de un plano que está formado por el eje geométrico óptico del sistema de  
5 objetivo y una línea que es paralela a la línea geométrica central de la parte de pista a leer, cuyo sistema está situado en un área en torno al punto en que la línea que forma un ángulo de  $\beta/2$  con el eje  
10 óptico, interseca al plano de los detectores, siendo  $\beta$  el ángulo en que es difractado un haz de primer orden en una dirección transversal a las pistas.

2ª.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque en el otro lado del plano formado por el eje óptico del sistema de objetivo y una línea paralela a la línea geométrica central de la parte de pista a leer, está dispuesto otro detector sensible a la radiación en el campo  
15 alejado de la estructura de información.

3ª.- Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1ª o 2ª, caracterizado porque el sistema de detección de centrado comprende un primer detector sensible a la radiación que está dispuesto  
20 en un área en torno al punto en que la línea que for-

ma un ángulo de  $\beta/2$  con el eje óptico, interseca al plano de los detectores, y porque el sistema de detección de enfoque está formado por al menos otro detector sensible a la radiación, que está dispuesto  
5 junto al primer detector.

4ª.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3ª, caracterizado porque el sistema de detección de enfoque consiste en dos detectores sensibles a la radiación dispuestos a uno y otro lado del primer detector, cuyas salidas están conectadas a un  
10 circuito sumador.

5ª.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3ª, en el que durante la lectura, el haz de lectura y las pistas son desplazadas periódicamente uno con relación a otro en dirección transversal a las pistas, caracterizado porque el sistema de detección de enfoque consiste en dos detectores sensibles a la radiación que están dispuestos a uno y otro lado del primer detector, cuyas salidas están  
15 conectadas a un amplificador diferencial.

6ª.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, caracterizado porque los sistemas de detección de centrado y de enfoque están constituidos por dos detectores, cada uno  
20 de los cuales es triangular, siendo una línea límite

de dichos detectores efectivamente paralela a la línea geométrica central de una parte de pista que ha de leerse, y está dispuesto en un área en torno al punto en que la línea que forma un ángulo  $\beta/2$  con el eje óptico interseca al plano de los detectores, mientras que las otras dos líneas límite de los detectores forman, efectivamente, un ángulo agudo con la línea geométrica central de la parte de pista a leer, y porque la salida de cada uno de los detectores está conectada a un amplificador diferencial y a un amplificador de suma, suministrando el amplificador diferencial una señal de error de enfoque y suministrando el amplificador de suma una señal de error de centrado.

7<sup>a</sup>.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6<sup>a</sup>, caracterizado porque cada uno de los detectores está dividido en dos detectores secundarios, formando las líneas de división, efectivamente, un ángulo más agudo con la línea geométrica central de la parte de pista a leer que las líneas límites del detector compuesto.

8<sup>a</sup>.- Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup>, caracterizado porque en el campo alejado de la estructura de información está dispuesto un detector sensible a la radiación

diación, integrado, cuyo detector tiene dimensiones que, al menos; son iguales a la sección transversal del haz en la posición del detector, cuyo detector comprende secciones de detector mutuamente separadas, de las cuales una primera sección relativamente grande constituye el sistema de detección de información, y una segunda sección, de menor dimensión, suministra las señales de error de enfoque y de centrado.

5  
10                   9ª.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8ª, caracterizado porque el detector integrado está constituido por un fotodiodo PIN.

15                   10ª.- Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizado porque los detectores de los sistemas de detección de centrado y enfoque están dispuestos en un plano que se encuentra más cerca del sistema de objetivo que el plano en que está dispuesto el detector de información.

20                   11ª.- Un aparato perfeccionado para leer un portador de registro plano.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

25



Esta Memoria consta de cuarenta y dos ho-  
jas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

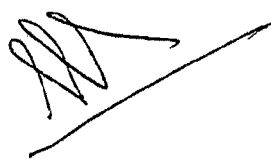
26 FEB. 1976

P.A.

Alberto de Ilzaburu  
Por Poder



4.2.76/RTA.-



26 FEB 1976

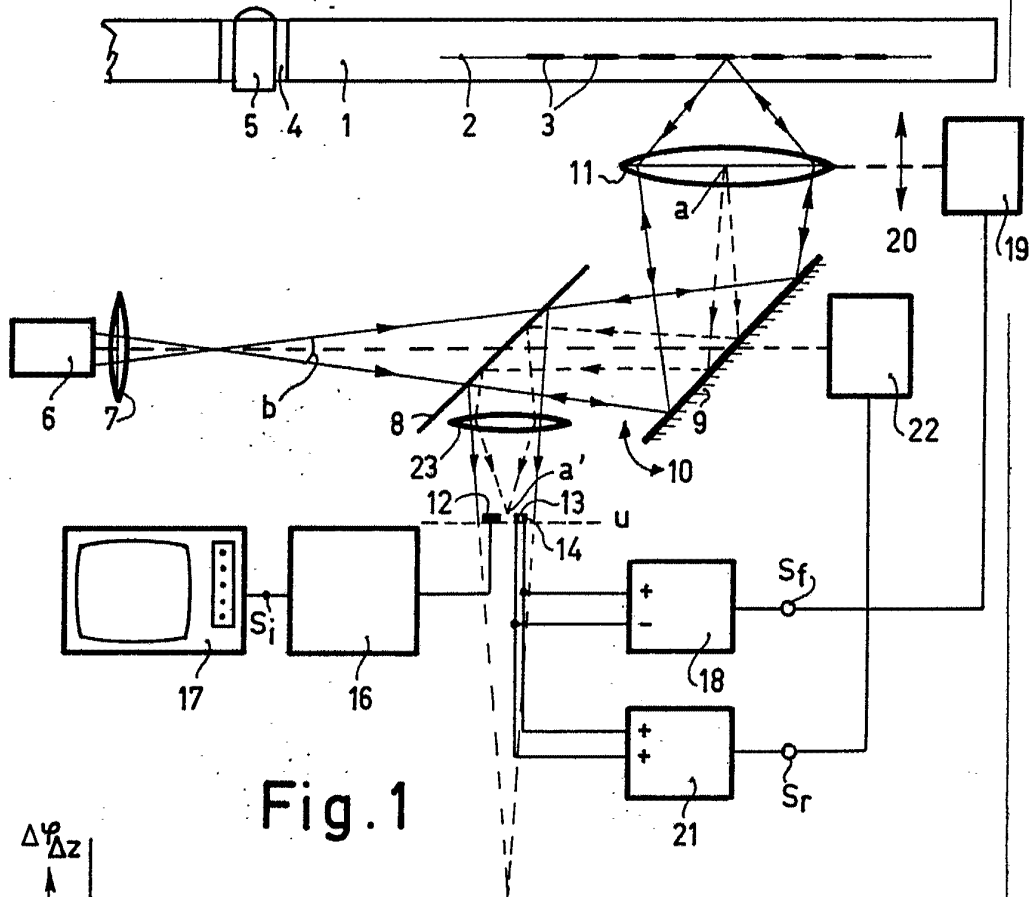
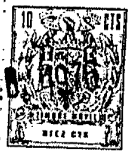


Fig. 1

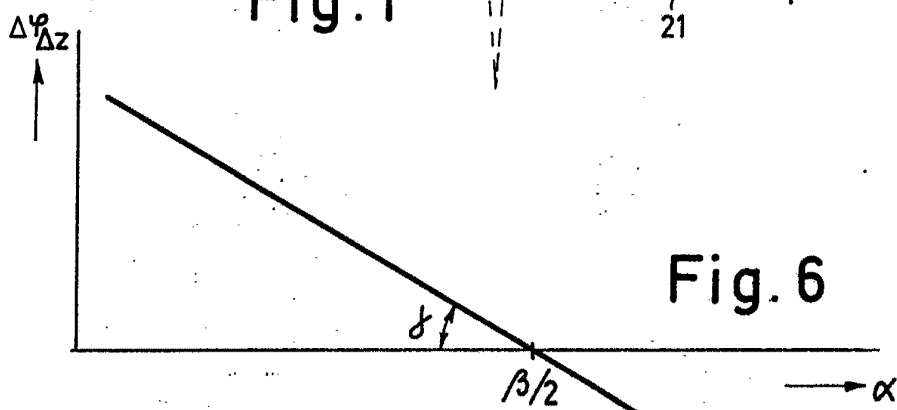


Fig. 6

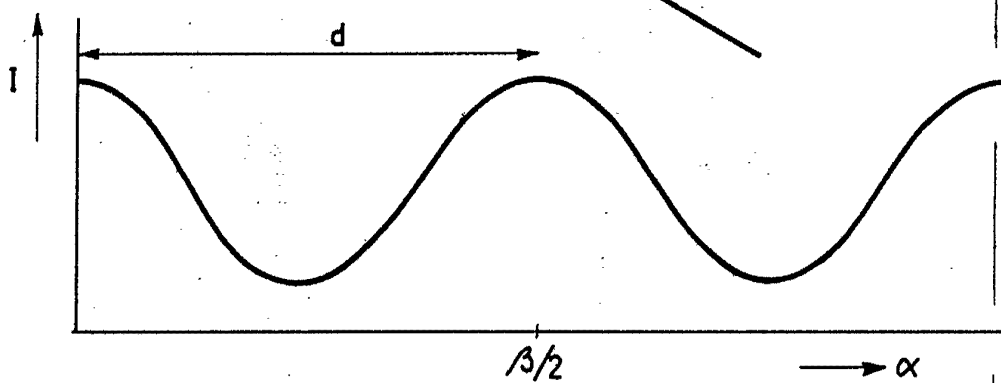


Fig. 7

Alberto de Foa  
 For Feder, *[Signature]*

26 FEB 1979

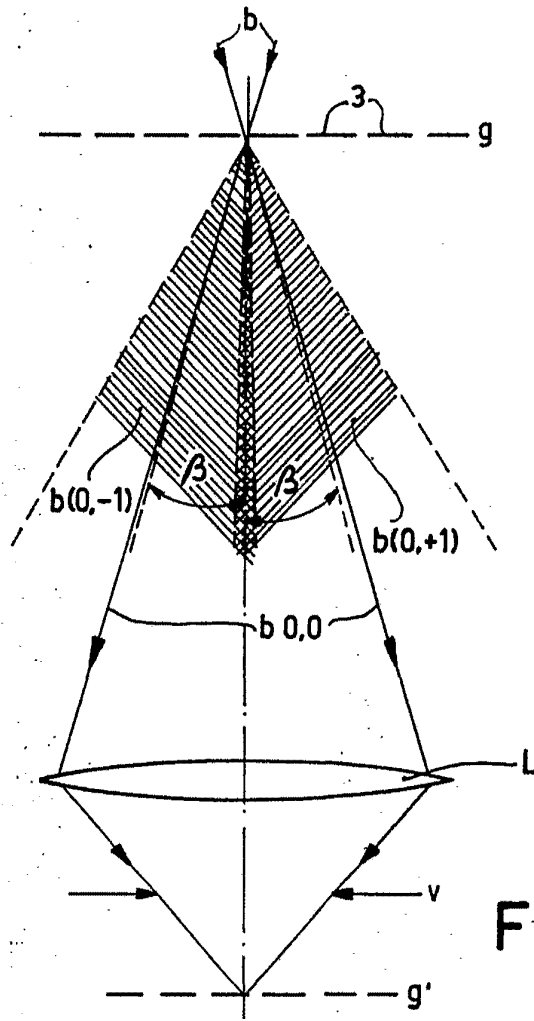


Fig. 2

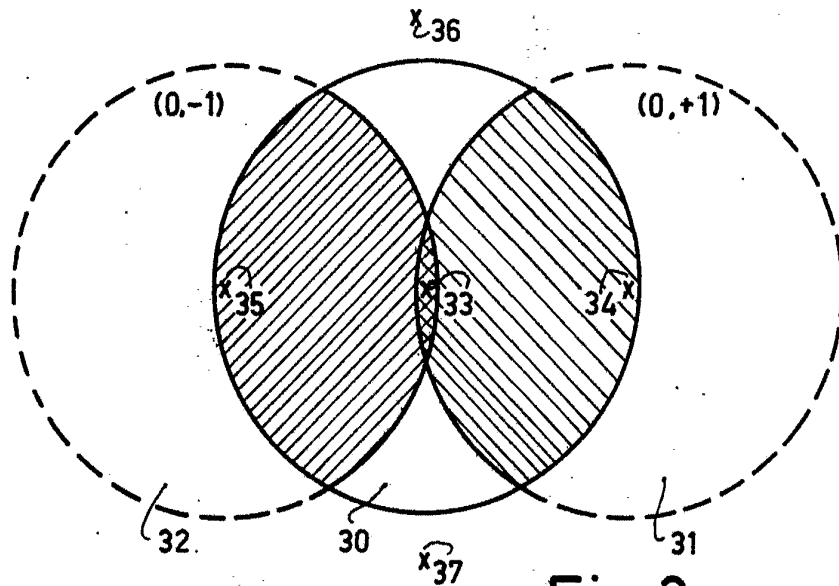


Fig. 3

Alberto de Eizasu...  
Por Poder...

26 FEB

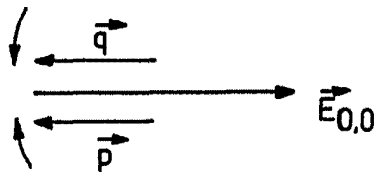


Fig. 4a

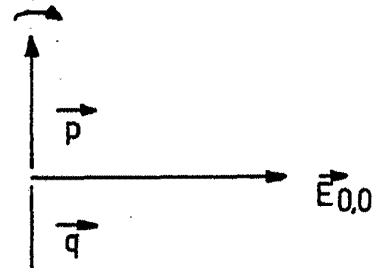


Fig. 4b

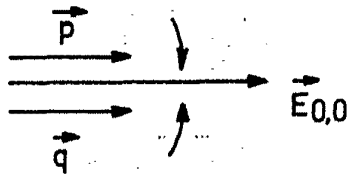


Fig. 4c

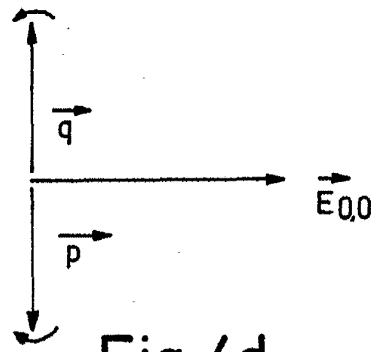


Fig. 4d

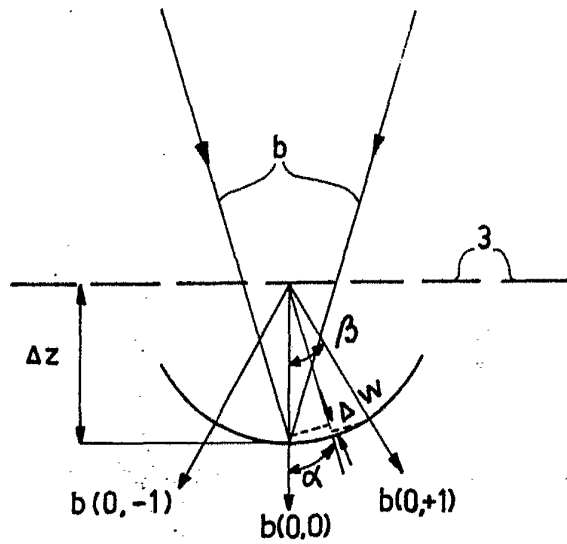


Fig. 5

Alberto de Azavedo  
For Power

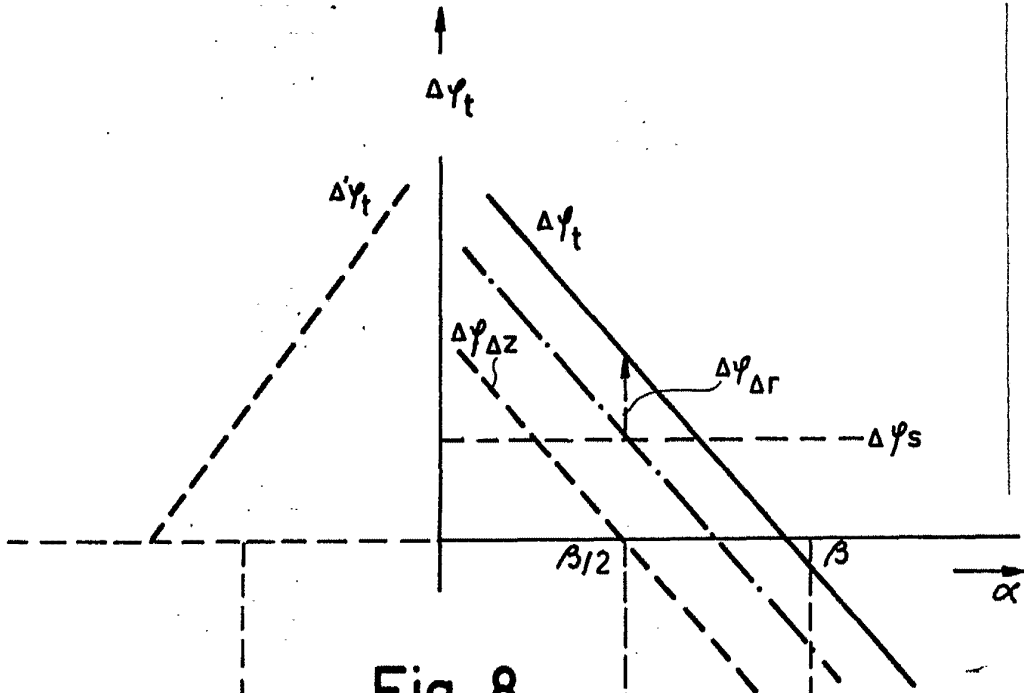


Fig. 8

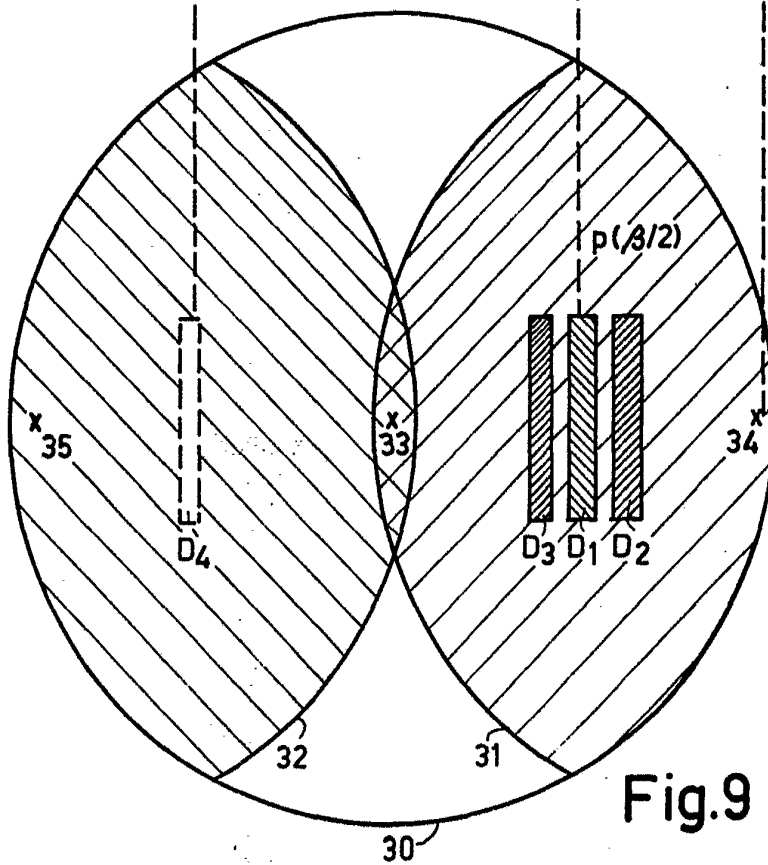


Fig. 9

Alberto de Elzaburu  
For Patent

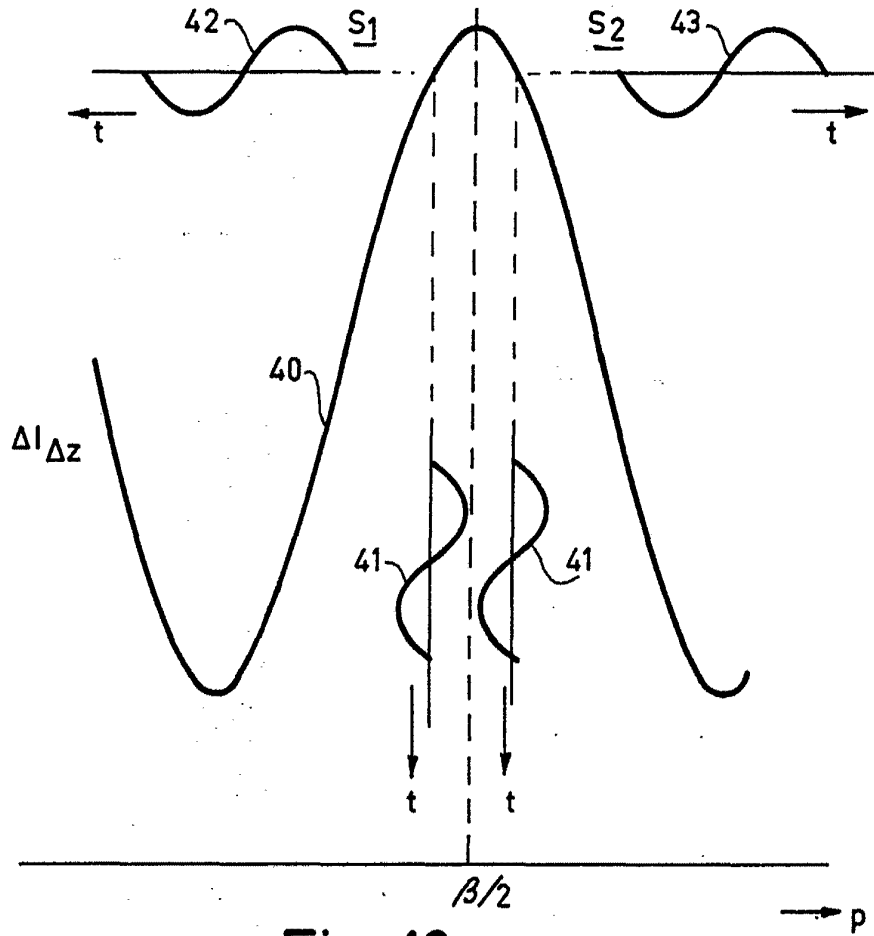


Fig. 10

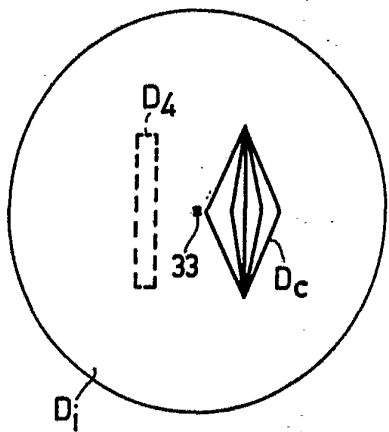


Fig. 16

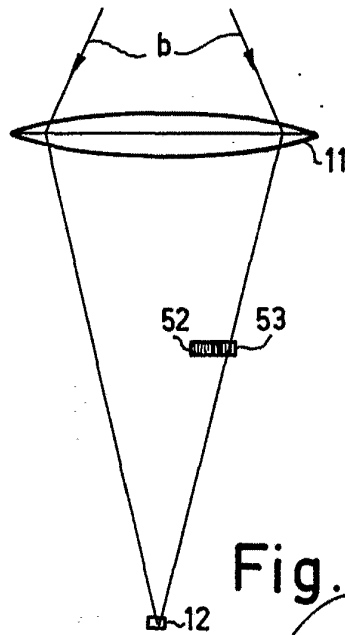


Fig. 17

Alberto de Elzaburu  
Por Poder

26

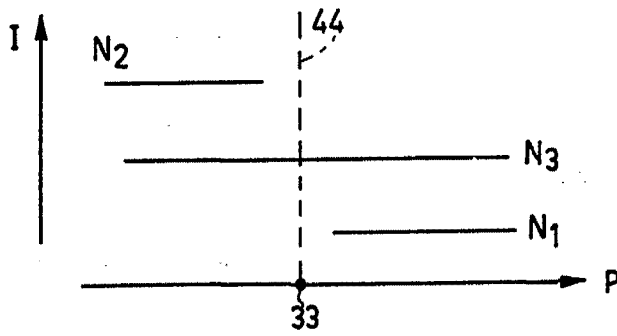


Fig. 11



Fig. 12a

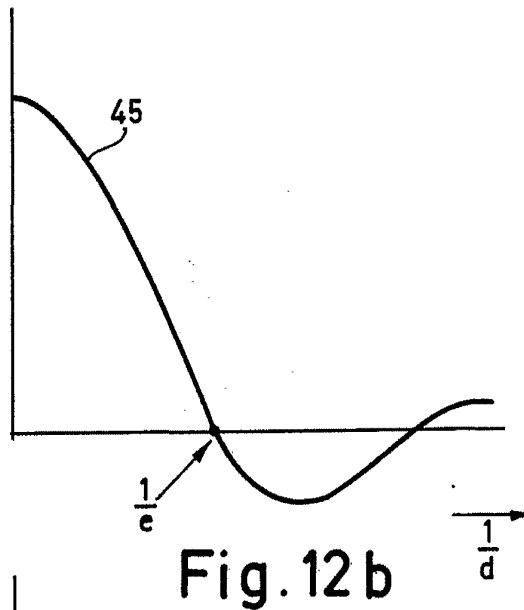


Fig. 12b



Fig. 13a

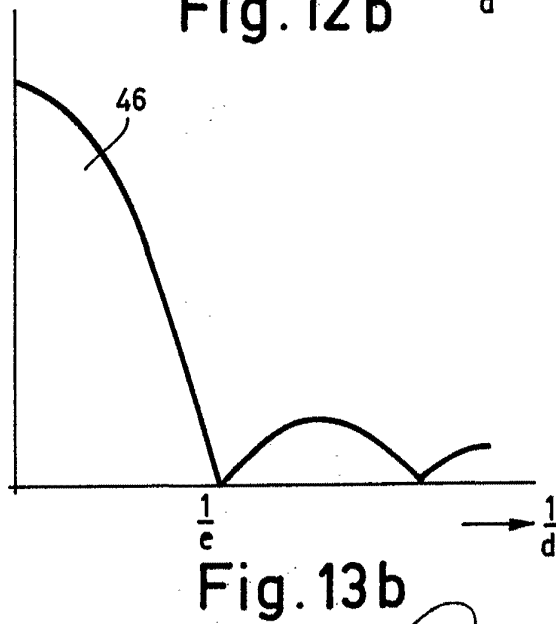


Fig. 13b

Albergo de Elizaburu  
Por Polan

26 FEB 1906

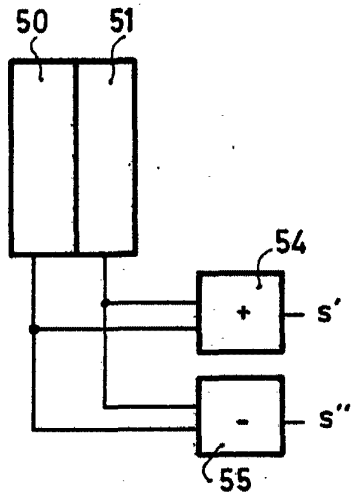


Fig. 14a

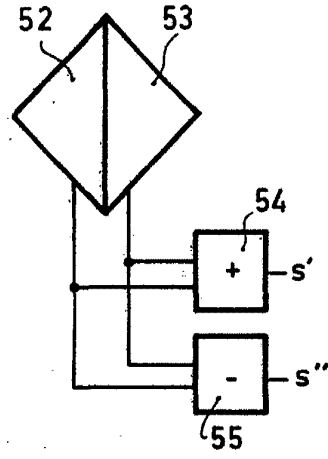


Fig. 14b

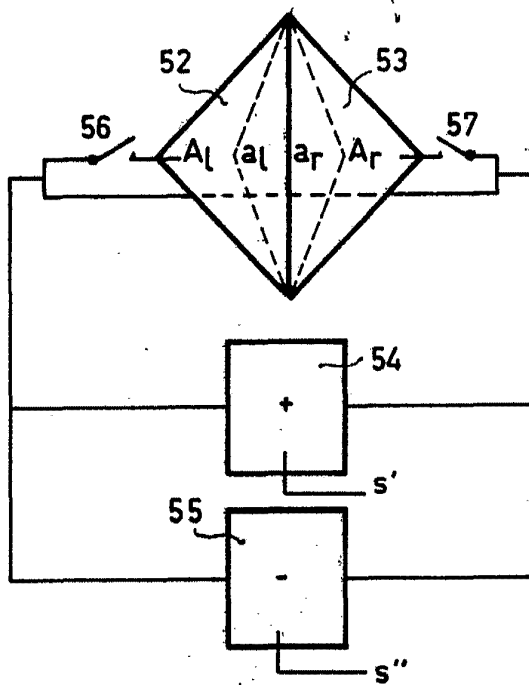


Fig. 15

Alberto de Elzaburu  
Por Poder.