

387209

P.-46.648
EN 9-70-001

387209

10 FEB



Memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>G02</u>
SUBCLASE <u>B</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y., Estados Unidos de América

por: "UN DISPOSITIVO DE FILTRO ESPACIAL DEL TIPO DE FASE"
(Clase Internacional G02b)

387209

10 FEB 1971



Los filtros ópticos y hologramas que modifi-
can sólo la fase de la onda incidente tienen caracterís-
ticas que les hacen más deseables que los filtros usuales
de fase y amplitud. Por ejemplo, los filtros del tipo de
5 fase pueden tratar mayores cantidades de energía debido a
que son esencialmente no absorbentes. Una característica
particularmente atrayente del filtro de fase del tipo de
relieve es el hecho de que puede producirse en cantidades
virtualmente ilimitadas a partir de un patrón empleando -
10 técnicas de reproducción mecánica directas. Así, los fil-
tros de fase del tipo de relieve son particularmente desea-
bles cuando deben producirse en grandes cantidades.

Pese a esta ventaja sustancial de un filtro
del tipo de fase, las limitaciones inherentes impuestas
15 por la incapacidad para modular la amplitud hacen inacep-
tables estos filtros cuando han de desarrollarse imágenes
de alta calidad.

Sería deseable proporcionar un filtro uti-
lizando sólo técnicas de modulación de fase que, no obs-
20 tante, tenga la capacidad de proporcionar una caracterís-
tica de modulación de amplitud eficaz a la onda inciden-
te.

La realización preferida del invento es efi-
caz para modular una fase y amplitud de una onda inciden-
25 te en una forma, para proporcionar una imagen deseada. La
onda incidente puede ser plano-esférica, o ser una onda
que emana desde un objeto dado. Este último caso se em-
plea en la conversión de códigos. La modulación de fase
puede conseguirse en una forma usual. Un método satisfac-
30 torio es el utilizado en los hologramas del tipo de fase,

387209



en que la modulación básica de fase se consigue mediante
diferencias en el espesor de la emulsión. Podrían utili-
zarse también otros métodos de modulación de fase, tales
como cambiar el índice de refracción. Una característica
5 de modulación de amplitud se consigue utilizando una se-
gunda componente de modulación de fase para difractar una
cantidad de luz desde el orden de difracción seleccionado
de modo que la luz restante sea la componente de amplitud
deseada. La cantidad de luz difractada desde el orden de
10 difracción seleccionado puede variarse alterando la pro-
fundidad (amplitud) de la segunda componente de modulación
de fase. La frecuencia de la segunda componente es tal que
los productos de difracción no deseados caen fuera del -
orden seleccionado. La orientación de la segunda componen
15 te puede elegirse para producir la frecuencia de la misma.

Como la componente de fase y la componen-
te de amplitud de la imagen deseada son el resultado de
la modulación de fase, puede producirse el filtro emplean
do técnicas de modulación de fase existentes.

20 Por tanto, un objeto de este invento es
crear un filtro espacial mejorado.

Otro objeto de este invento es crear un
filtro espacial del tipo de fase, mejorado.

25 Aún otro objeto de este invento es crear
un filtro espacial capaz de comunicar una modulación de
amplitud y de fase a una onda incidente, pero que utili-
za sólo técnicas de modulación de fase.

Todavía otro objeto de este invento es
crear un filtro espacial del tipo de fase capaz de for-
30 mar imágenes de calidad más elevada que los filtros del

387209



tipo de fase existentes.

Aún otro objeto de este invento es crear un filtro de conversión de código mejorado.

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas del invento serán evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de realizaciones preferidas del invento, según se ilustra en los dibujos adjuntos.

La fig. 1 es un dibujo esquemático de la óptica geométrica utilizada en un sistema de acuerdo con este invento.

La fig. 2 es un gráfico de la intensidad de imagen en función de la posición en el plano para la imagen deseada.

La fig. 3 es un gráfico de la intensidad de imagen en función de la posición en el plano para un filtro de onda cuadrada construido de acuerdo con los principios de este invento.

La fig. 4 es un gráfico de la intensidad de imagen en función de la posición en el plano para un filtro sinusoidal construido de acuerdo con los principios de este invento.

La fig. 5 es un gráfico de la intensidad de imagen en función de la posición en el plano para un filtro únicamente de fase de acuerdo con la técnica anterior.

La fig. 6 es un gráfico de la modulación de amplitud y de fase que debe aplicarse a una onda incidente para proporcionar la imagen de la fig. 2.

La fig. 7 es una gráfica de la modulación

387209

10



de fase para un filtro de onda cuadrada construido de acuerdo con los principios de este invento.

La fig. 8 es un gráfico de las características de modulación de fase para un filtro sinusoidal construido de acuerdo con los principios de este invento.

Un filtro espacial de valor complejo modula un frente de onda incidente de modo que el frente de onda que sale del filtro está modulado en fase y en amplitud de acuerdo con la función deseada. En el ejemplo elegido con fines de descripción, se supone que el frente de onda incidente es un frente de onda plano y toda la modulación del frente de onda reflejado o transmitido, que sale, es el resultado de su encuentro con el filtro espacial. Es importante observar que no es necesario que el frente de onda incidente sea plano. En muchas aplicaciones de interés, no lo sería. Sin embargo, los cálculos son algo más complejos en tales situaciones.

Aunque este es el caso especial de un filtro de transformación de Fourier, y se emplea una notación unidimensional con fines de sencillez, debe comprenderse que los métodos generales que se describirán en lo que sigue no se limitan, ni a los sistemas de Fourier, ni a geometrías unidimensionales.

En el caso de imágenes que tengan un eje geométrico primario, la frecuencia de la modulación de fase utilizada para codificar la modulación de amplitud del frente de onda, puede reducirse difractando la luz no deseada por encima y por debajo de la imagen. En otras palabras, la luz no deseada se difracta a órdenes que se encuentran a lo largo de una línea que no es paralela al

387209



eje primario de la imagen.

Se desea construir la función $f(u)$ para valores de u que satisfagan $-u_0 < u < +u_0$ utilizando un filtro espacial $F(v)$, donde $F(v)$ es la transformación de Fourier de $f(u)$. En ciertos filtros espaciales complejos previamente desarrollados, el filtro $F(v)$ viene dado por

$$F(v) = T [f(u)] = T [a(u)e^{i\phi(u)}] = A(v)e^{i\theta(v)}$$

donde $T[Q]$ significa la transformada de Fourier de Q .

10 Conceptualmente, al menos, tales filtros fueron sintetizados con dos filtros de componente -una componente para modular la fase y una componente para modular la amplitud de las formas de onda incidentes.

En este invento se propone que pueda encontrarse una función $F'(v) = A_0 e^{i[\phi(v)+\theta(v)]}$, tal que $T[F(v)] \approx T[F'(v)]$, en la región $-u_0 < u < +u_0$. Un filtro que produzca la modulación $F'(v)$ sería entonces un filtro espacial de valor complejo que modulara solo la fase, pero de tal modo que en la región seleccionada se reconstruya la función deseada $f(u)$. Por tanto, el efecto de la componente "amplitud" de la modulación de fase es para difractor selectivamente la luz a órdenes más elevados de modo que la componente del frente de onda saliente que alcanza la región $-u_0 < u < +u_0$, sea $f(u)$. Diciéndolo de otro modo, la eficacia de la componente de amplitud de la modulación de fase es hecha variar de acuerdo con la modulación de amplitud deseada. En este sentido "eficacia se toma como capacidad del filtro para difractor la luz desde la imagen.

30 La gama total de beneficios inherente a la

387209



modulación de fase, como es la facilidad de duplicación, linealidad de la respuesta del material fotográfico, y registro, asociada con la fabricación de estructuras de modulación de fase, espacialmente dependientes, puede utilizarse entonces en la construcción de filtros espaciales de valor complejo.

Consideremos la forma de $\theta(v)$ cuando $\theta(v) = h(v)P(u_p v)$ (4) donde $P(u_p v)$ es una función periódica que tiene un período $1/u_p^P$ y $|u_p| > u_0$.

10 Consideremos una región $v_0 \pm \epsilon$, del filtro espacial sobre la que $A(v)$ varía sólo ligeramente desde el valor A_v . Si dentro de esta región se controla la amplitud h_v , de la modulación de fase a la frecuencia u_p , de modo que la luz difractada fuera del orden cero sea
 15 justamente suficiente para hacer la amplitud de la componente que contribuye al orden cero igual a A_v , entonces la modulación de fase ha conseguido la modulación de amplitud deseada en lo que a la luz del orden cero se refiere. Para la región $v_0 \pm \epsilon$, $\theta = h_v P(u_p v)$ y fuera de
 20 esta región θ será cero. La amplitud del diseño de luz difractada en el plano de la imagen para este incremento del filtro espacial, viene dada por

$$25 \int_{-\infty}^{\infty} e^{ih_v v} P(u_p v) \text{rect}\left[\frac{v-v_0}{2\epsilon}\right] = 2\epsilon \sum_{q=-\infty}^{\infty} Qg(h_v) e^{-2\pi i q v_0} \frac{1}{\lambda f} \int_{-\infty}^{\infty} [u - gu_p \lambda f] \text{SINC}\left[\frac{2\epsilon}{\lambda f} (u - q u_p \lambda f)\right]$$

donde:

$$\text{rect}(x) = \begin{cases} 1 & |x| < 1/2 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases}$$

$$\text{sinc}(x) = \frac{\text{sen } \pi x}{\pi x}$$

387209

10 FEB 1951



λ = longitud de onda de la luz

f = longitud focal de la lente de transformación.

Las funciones sinc. anteriores se caracterizan por una gran curva principal de amplitud y por valores que disminuyen rápidamente en otras partes. Las posiciones de las curvas principales en la anterior distribución corresponden a los distintos órdenes de difracción. El valor del parámetro de la frecuencia u_p puede elegirse de modo que el solape entre los órdenes sea despreciable. La cantidad de luz difractada en el orden q depende entonces del coeficiente $Q_q(h_v)$ que, a su vez, depende de h_v . Para la difracción en el orden cero, se elige el valor de h_v de modo que $A_v = Q_0 \int h_v$. Debe reconocerse que será necesaria, probablemente, alguna normalización de la distribución de amplitud. Permitamos ahora que h_v sea una función continua $h(v)$.

$$\begin{aligned} A(v) &= Q_0 \int h(v) \\ h(v) &= Q_0^{-1} \int A(v) \end{aligned} \quad (7)$$

Donde $Q_0^{-1} \int A(v)$ significa el argumento $h(v)$ de Q_0 tal que $Q_0 \int h(v) = A(v)$

De modo que

$$F'(v) = A_0 e^{i \int \beta(v)} + Q_0^{-1} \int A(v) P(u_p v) \quad (8)$$

En estas condiciones, se satisfará la ecuación (3). La aproximación alcanzará una igualdad cuando se haga mayor la relación u_p/u_0 .

En el caso especial en que la función periódica sea una función seno, $P(u_p v) = \text{sen}(2\pi u_p v)$, Q_0 de la

387209



10 FEB 1971

ecuación (6) se convierte en una función de Bessel, J_0
 (hv) , y la ecuación (7) se convierte en $h(v) = J_0^{-1} [A(v)]$.
 De modo que el único registro de fase del filtro espacial
 de valor complejo $F'(v)$ se hace

$$5 \quad F(v) = A_0 e^{i \int \phi(v) + J_0^{-1} [A(v)] \text{sen } 2\pi u_p v} \quad (9)$$

El procedimiento de modulación de fase compues
 to puede describirse simplemente como uno en el que la mo-
 dulación de alta frecuencia, $\theta(v)$, se emplea para contro-
 10 lar la cantidad de luz que aparece en la región $-u_0 < u < +u_0$
 desde un área de incrementos del filtro. La luz que no -
 aparece en el orden cero es difractada a órdenes más ele-
 vados.

La selección del orden cero para situar la ima-
 15 gen deseada, es arbitraria. Las técnicas de este invento
 permiten que la imagen deseada sea colocada asimismo, en
 otros órdenes. Es esencial solamente que la cantidad de
 luz situada en el orden seleccionado sea variable en fun-
 ción de la magnitud de la modulación de fase. Cuando se
 20 emplea otro orden distinto del orden cero, puede ser de-
 seable caracterizar la modulación de fase de modo que la
 imagen en el orden elegido resulte mejorada de acuerdo -
 con técnicas normales tales como las utilizadas en retí-
 culas de difracción marcadas.

25 Con fines explicativos, se ha elegido una
 imagen relativamente simple. Esta imagen representa seis
 puntos de luz en el plano U de la fig, 1. La imagen se -
 crea como consecuencia de la modulación de fase por el
 filtro de fase V sobre la onda plana incidente W. Una len-
 30 te L que tiene una longitud focal f sirve para enfocar la

387209



salida del filtro en el plano U. Debe observarse que el diseño de imagen no es simétrico con respecto al eje óptico 0.

La fig. 2 es un gráfico de la intensidad en función de la posición para la imagen deseada. La gama de interés se encuentra entre $-u_0$ y $+u_0$, aunque el gráfico se extiende más allá de ésta. Es dentro de esta región donde podrían colocarse los fotodetectores, la pantalla de presentación, la emulsión o algún otro dispositivo de utilización. Existen ciertas simplificaciones en el sistema y en la imagen mostrados pero son sólo con fines de ilustración. La imagen podría ser más compleja pero requeriría más tiempo de computadora para generar el filtro de fase requerido. La imagen deseada podría colocarse en una región distinta que el orden cero pero esto tendería a complicar la descripción. Además podría acomodarse una imagen bidimensional pero esto complica más la descripción sin ayudar a su comprensión.

Como anticipación a la descripción detallada del método mediante el cual se desarrolla el filtro de fase, se ilustran los gráficos de las figs. 3 a 6. La fig. 3 es un gráfico de la intensidad en función de la posición para la realización preferida del filtro de fase del invento. Ciertas características son inmediatamente evidentes. El orden cero, que contiene la imagen deseada, es notablemente claro y bien definido. Todos los seis puntos tienen la misma intensidad y los espacios en blanco de la imagen están libres de respuestas espúreas que caracterizan frecuentemente tales imágenes generadas por filtro. Las respuestas en los extremos del gráfico de la fig. 3 represen

387209

10 FEB



tan algo de la luz que se difracta a órdenes más elevados con el fin de desarrollar la modulación en amplitud de la imagen en el orden cero. Como esta luz se encuentra más allá del área que se utiliza, no hay consecuencias adversas. El filtro utilizado para desarrollar la imagen de la
5 fig. 3 es de configuración en onda cuadrada. Es decir, las transiciones entre las diferencias de fase son tan abruptas como pueda conseguirse.

Una realización alternativa del filtro utiliza un filtro de onda sinusoidal. La respuesta de este fil-
10 tro se muestra en la fig. 4. En lugar de transiciones bruscas entre las regiones que tienen diferentes características de modulación de fase, las transiciones están suavizadas para proporcionar una configuración de onda sinusoidal. En esta realización ocurre cierta degradación de la
15 calidad de la imagen. La relación señal a ruido es todavía muy buena y no existiría problema en la utilización de esta imagen.

Las características de un filtro sólo de fase, de la técnica anterior, se muestran en la fig. 5. La
20 imagen del filtro sólo de fase es sustancialmente más pobre que la del filtro sinusoidal de este invento. Es evidente que la relación señal a ruido es tan pobre que habría dificultad para utilizar la imagen.

25 La fig. 6 es un gráfico de las componentes de fase y amplitud del filtro utilizado para producir la imagen como se ilustra en las fig. 1 y 2. Como se ha seleccionado una imagen unidimensional, el diseño mostrado en la fig. 6 representa el filtro a lo largo de una sección
30 tomada paralelamente a la línea que pasa a través

387209

10 FEB



de los seis puntos de la imagen. Sólo se muestra una parte del filtro ya que el mismo diseño se repite a través de toda la superficie.

La primera operación en la fabricación es evaluar la expresión de la ecuación 9 para la imagen seleccionada. Esta ecuación define la modulación de fase compuesta requerida para producir una imagen en el orden cero. El exponente puede considerarse que contiene dos términos o componentes. El primer término $\phi(v)$ representa la modulación de fase. Este término es el único producido por la imagen de la fig. 5. El segundo término es $J_0^{-1} \left[\int A(v) \right] \sin(2\pi u_p v)$. Aunque esta es una expresión de la modulación de fase, tiene el efecto de desviar la luz no deseada separándola de la imagen en el orden de difracción seleccionado, de modo que la luz restante representa el valor de amplitud deseado.

Estos dos valores de modulación de fase se han combinado en un gráfico único en la fig. 8. La forma del gráfico recuerda aún la curva de fase de la fig. 6, con la curva de amplitud de la fig. 6 superpuesta como una componente de alta frecuencia. Las regiones de baja amplitud están indicadas por una gran profundidad de la modulación de fase a alta frecuencia. Por ejemplo, los máximos de amplitud en los valores de las posiciones 2, 15 y 24 son evidentes en la fig. 8 en los mismos puntos por una profundidad relativamente somera de la modulación de la componente de alta frecuencia en estos puntos.

El filtro de onda cuadrada de la fig. 7 corresponde también a los gráficos de la fig. 6. En este caso, la componente de amplitud aparece en la onda cuadrada de

387209 10 FEB 1971



alta frecuencia. Los máximos de amplitud previamente mencionados en los valores de las posiciones 2, 15 y 24 son evidentes en los puntos correspondientes en la fig. 7 por la amplitud relativamente somera de la componente de alta frecuencia. En estos puntos se difracta menos luz fuera del orden cero debido a que la profundidad de la componente de alta frecuencia es menor.

Es posible trasladar la componente de fase de la ecuación 9 directamente a un medio fotosensible gracias a técnicas existentes tales como las descritas en "Photographic Relief Images" y "Production of Photographic Relief Images with Arbitrary Profile" de Howard M. Smith en el Journal of the Optical Society of America, Vol. 58, nº 4, páginas 533 a 539, de Abril de 1968, y en el Vol. 59, Nº 11, páginas 1.492 a 1.494, de Noviembre de 1969, respectivamente. Pueden aplicarse también las mismas técnicas generales a la componente de amplitud. La "eficacia" de la modulación de fase a alta frecuencia puede determinarse experimentalmente por medición real de la luz no difractada para profundidades de modulación dadas. A partir de estos datos experimentales, puede determinarse la profundidad real de modulación de fase necesaria para generar cualquier característica de amplitud. Pueden utilizarse también otras formas de modificar la eficacia. Aunque existen ciertas ventajas en el empleo de una modulación de fase del tipo de retícula, que tiene una profundidad variable para modular en amplitud la onda en el orden seleccionado. pueden utilizarse otros caminos. Por ejemplo, podría utilizarse un diseño de depresiones en forma de puntos. Los puntos tendrían un tamaño tal que difractaran



la luz más allá del orden cero. La profundidad de las depresiones estaría relacionada con la modulación de amplitud deseada.

El filtro final puede fabricarse en un trazador accionado mediante una computadora. La salida del trazador sería la distribución de exposición, de modo que la modulación de fase neta deseada, debida a las dos componentes, se conseguiría en el filtro final. De este modo, puede hacerse un filtro único en una pasada del trazador, evitando por tanto los problemas de coincidencia que acompañan al uso de filtros múltiples.

Las posibles desventajas de este método de "trazo único" son que, las capacidades de la computadora y del trazador pueden valorarse al producir la resolución deseada, evitando las frecuencias más altas que lleva consigo.

Existe una alternativa atrayente que lleva consigo exigencias menores en el trazador y en la computadora. Esta utiliza también el proceso usual para conseguir la modulación de fase. Se expone la película fotosensible con el fin de conseguir una modulación $A_0 e^{i\phi(v)}$ si ha de llevarse a cabo hasta el final el tratamiento. La película se recubre entonces con una máscara que tiene una transmisión de $T(v) = \text{sen}2\pi u_p v$ y se realiza una segunda exposición a través de esta máscara de tal modo que se hubiera conseguido una modulación de fase de $h(v) = J_0^{-1} \lceil A(v) \rceil$ si la máscara no estuviera interpuesta.

Se completa luego el tratamiento de modo que la película se convierte en un modulador de fase. Esto requiere, generalmente, eliminar la plata no expuesta por

387209



operaciones usuales de revelado, fijación de la imagen, y blanqueo del negativo resultante.

Debe observarse que las máscara de recubrimiento con una transmisión de $T(v) = 2\pi u_p v$, aunque es analíticamente correcta, no es físicamente realizable. Un filtro real sería de la forma

$$T(v) = 0,5 + 0,5 \text{ sen} 2\pi u_p v$$

de modo que la exposición a través de esta máscara produciría una modulación "de polarización". Esta modulación "de polarización" sería compensada en la primera exposición de modo que la exposición y el tratamiento finales darían como resultado el filtro deseado de la ecuación (9).

Una vez que se ha construido un filtro de modulación de fase único, pueden hacerse copias del filtro por medios mecánicos, tal como por prensado. Puede hacerse un patrón metálico a partir de la película de acuerdo con técnicas utilizadas para copiar discos fonográficos. Este patrón puede utilizarse entonces para moldear copias a partir del filtro original.

Aunque la descripción detallada que antecede considera sólo la generación de una imagen a partir de una onda plana incidente, la misma técnica es aplicable también al filtro de traducción de códigos. Tales filtros están diseñados con el fin de modificar ondas incidentes más complejas. El método de calcular las características de fase y de amplitud se muestra en una solicitud americana de Adolph W. Lohmann, "Filtro de traducción de códigos", número de serie 587.507, presentada el 18 de Octu-

387209

10 FEB 1971



bre de 1966, cedida al cesionario de esta solicitud.

Aunque el invento se ha ilustrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones preferidas del mismo, los expertos en la técnica comprenderán que -
5 pueden hacerse en él los anteriores y otros cambios de forma y detalles, sin apartarse del espíritu ni del alcance del invento.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 19 de Enero
10 de 1.970, bajo el número 3741, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de la Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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

1.- Un dispositivo de filtro espacial del tipo de fase que comprende: Un medio modulador de fase
20 que tiene características de modulación de fase de acuerdo con una primera y una segunda componentes, representando dicha primera componente la modulación de fase deseada en la onda incidente, teniendo dicha segunda componente una eficacia que varía en función de la modulación de

387209

10 FEB 1966



amplitud deseada en la onda incidente, teniendo dicha se-
gunda componente una frecuencia que es al menos el valor
mínimo requerido para situar los productos de difracción
indeseados fuera de la imagen en el orden de difracción
5 seleccionado, por lo que la imagen en el orden de difrac-
ción seleccionado representa la onda modulada en fase y
amplitud y las componentes de amplitud rechazadas apare-
cen como productos de difracción fuera de la imagen.

2.- Un dispositivo según la reivindica-
10 ción 1, en el que la profundidad de dicha segunda compo-
nente de modulación de fase se utiliza para controlar la
eficacia.

3.- Un dispositivo según la reivindica--
ción 1, en el que los productos de difracción de dicha se
15 gunda componente de modulación de fase se encuentran en un
eje geométrico que no es paralelo al eje principal de la
imagen en el orden de difracción seleccionado.

4.- Un dispositivo según la reivindica-
ción 1, en el que dicha segunda componente está represen-
20 tada por un diseño de puntos teniendo dichos puntos una
dimensión representativa de una frecuencia espacial sufi-
ciente para situar los productos de difracción indeseados
fuera de la imagen seleccionada y una profundidad propor-
cional a la modulación de amplitud deseada.

5.- Un dispositivo de filtro espacial del
25 tipo de fase que comprende: un medio modulador de fase que
tiene características de modulación de fase de acuerdo con
una primera y una segunda componentes, representando di-
cha primera componente la modulación de fase deseada en la
30 onda incidente, teniendo dicha segunda componente una fre-



cuencia fija y una amplitud que depende de la modulación de amplitud deseada en la onda incidente, siendo dicha - frecuencia fija al menos igual al valor mínimo requerido para situar los productos de difracción de primer orden
5 y orden superior fuera de la imagen de orden cero, por lo que la imagen de orden cero representa la onda modulada en fase y en amplitud deseadas y las componentes de amplitud rechazadas aparecen como productos de difracción de orden más elevado.

10 6.- Un dispositivo de filtro espacial de - acuerdo con la ecuación: $F'(v) = A_0 e^{i[\phi(v) + \theta(v)]}$, para realizar la función de filtro: $F(v) = A(v) e^{i\phi(v)}$, donde $F(v)$ es la función de filtro deseada, $A(v)$ es la - transmitancia de amplitud de la función de filtro deseada,
15 $\phi(v)$ es la modulación de fase de la función de filtro deseada, A_0 es una transmitancia de amplitud constante, $\theta(v)$ es una modulación de fase adicional que se utiliza para codificar la transmitancia de amplitud $A(v)$, $T [F'(v)] \approx T [F(v)]$ en la región $-u_0 < u < +u$, $T [F'(v)]$ es la
20 transformación de Fourier de $F'(v)$, y $T [F(v)]$ es la transformación de Fourier de $F(v)$.

7.- Un dispositivo de filtro espacial del tipo de fase.

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

387209

10 FEB 31



Esta Memoria consta de diecinueve hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

Madrid,

10 FEB 31

P.A.

Alberto de E...
For Poder

6-2-71

PBG.

387209

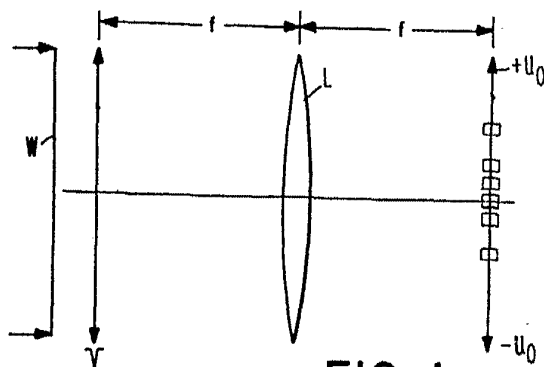


FIG. 1

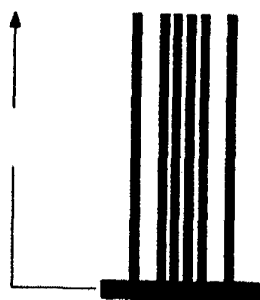


FIG. 2

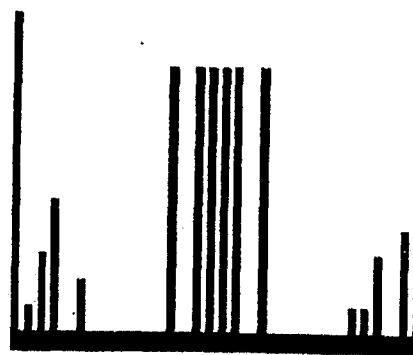


FIG. 3

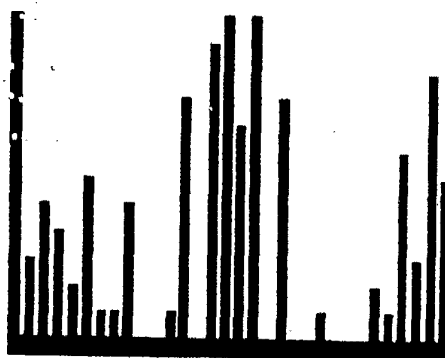


FIG. 4

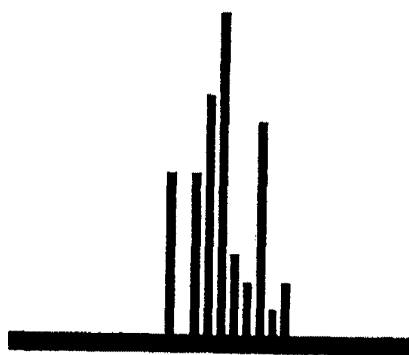


FIG. 5

APPROVED FOR PUBLICATION
Per Patent

387209
FIG. 6

10 FEB 1963

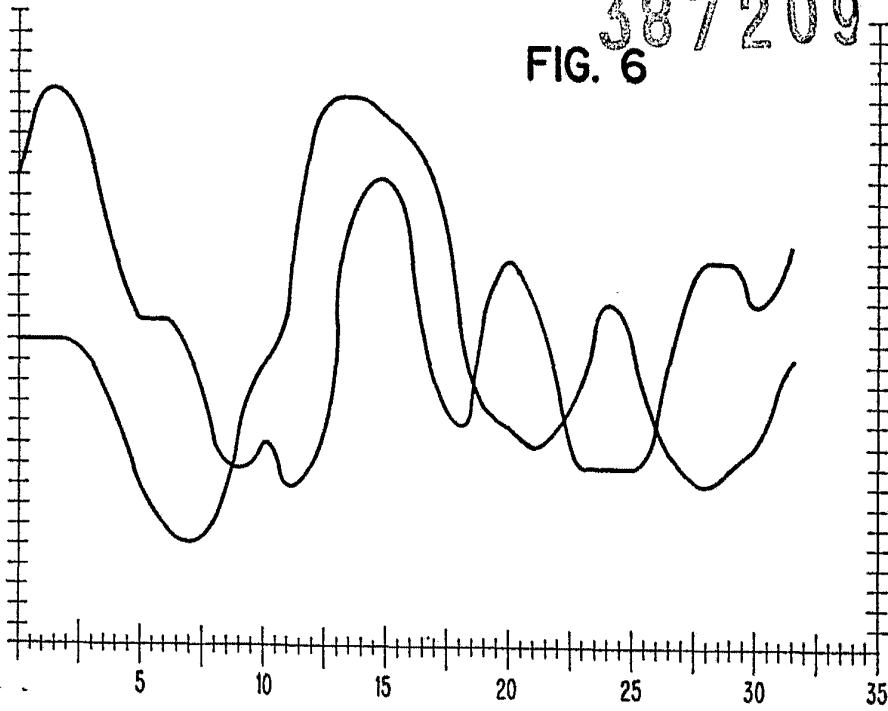


FIG. 7

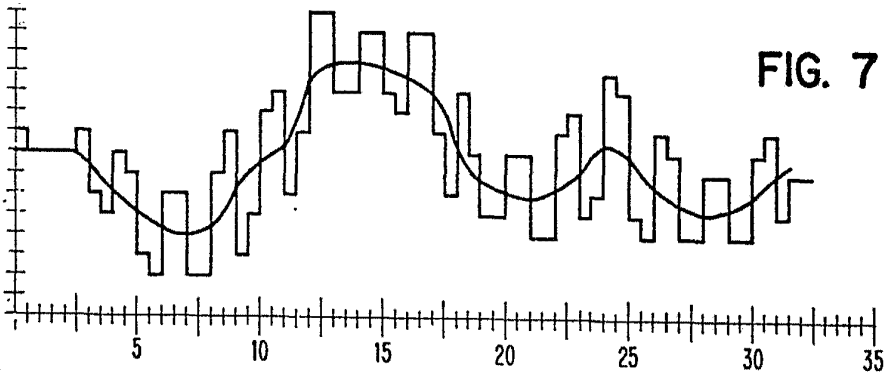


FIG. 8

