

mc/

B.M.Oliver

Caso 33.

198634

26 JUN.



198634

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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad
norteamericana - domiciliada en NEW YORK (E.U.) 195 Broadway,

por:

" Sistema de transmisión de ondas "

-----:oOo:-----

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a sistemas de transmisión de banda ancha, y más concretamente a aparatos moduladores de utilidad en ciertas mejoras aplicadas a tales sistemas.

Puede demostrarse fácilmente, aplicando ciertos

26 JUN 1958



198634

principios de mecánica estadística a la teoría de comunicación, que la mayoría de los sistemas de comunicación actuales emplean una capacidad de canal mayor de la necesaria en realidad para describir el mensaje. Es decir, los sistemas actuales poseen suficiente capacidad de canal para transmitir los elementos o partículas elementales sucesivas de un mensaje dado, independientes por completo unos de otros, en tanto que los elementos de mensaje típicos (por ejemplo, verbales, música o televisión) muestran un grado considerable de interdependencia o correlación: semántica, espacial (en televisión, por ejemplo), temporal, etc. Aprovechando esta correlación puede reducirse materialmente la capacidad de canal necesaria de un sistema, y en la medida en que esta correlación no se aproveche, el sistema es ineficaz. Una manera de utilizar la limitación de libertad electiva que se observa en la mayoría de las señales de comunicación es emplear un compendio estadístico, por decirlo así, de las probabilidades de presentarse cualquier señal dada, y adaptar el sistema de transmisión para admitir con preferencia las señales de más probable aparición.

Por consiguiente, el objeto principal del invento es reducir la capacidad de canal necesaria requerida para una transmisión de banda ancha, modulando o cifrando las partículas elementales de mensaje con arreglo a las probabilidades de aparición más bien que a la amplitud o a uno de los otros parámetros comúnmente empleados en los sistemas actualmente en uso general.

El presente invento consiste ante todo en un computador no lineal que modula o cifra a base de la información estadística respecto a la probabilidad de aparición de una determinada amplitud de partícula elemental. En un sen-



198634

cillo ejemplo de realización, que en adelante designaremos con el nombre de "monógrafo" o cifrador, las partículas o elementos de mensaje se aplican a las placas de desviación de un tubo de rayas catódicos, a fin de desviar el punto luminoso a posiciones sucesivas en la pantalla fluorescente, que corresponden a posibles amplitudes de elementos de mensaje. Frente a la pantalla hay una máscara con superficies de distintos factores de transmisión óptica, cada una de las cuales corresponde a una de las referidas posiciones del punto luminoso. Cada factor de transmisión corresponde a una posible amplitud de elemento de señal, y se ordena de acuerdo con la probabilidad de presentación de la respectiva amplitud de elemento de mensaje. La luz transmitida por dichas superficies al incidir detrás de ellas el punto luminoso en sucesión, es recogida por una célula fotoeléctrica y constituye la señal transmitida. Un aparato análogo en el receptor convierte las amplitudes de impulsos de señal representativas de probabilidad en señales proporcionales a las amplitudes originales de los elementos de mensaje.

Es evidente que las selecciones probables para el elemento siguiente están limitadas además por la amplitud del elemento anterior. Es decir, si se conoce la amplitud de este elemento anterior, puede haber solamente un corto número de alternativas disponibles para la amplitud inmediata siguiente. Así, otra forma de realización del invento comprende un órgano modulador o cifrador semejante al descrito, pero extendido en dos dimensiones. Este mecanismo, designado en adelante por "dígrafo" o cifrador binario, así como los ternarios, cuaternarios o en general de n cifras, constituyen un adelanto más en cuanto a efi-

26 JUN



cacia de transmisión.

198634

El invento se comprenderá mejor examinando la siguiente descripción detallada, con referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de ella, y en los cuales indican:

5

La figura 1, un ejemplo sencillo de ejecución del "monógrafo".

La figura 2, un ejemplo sencillo de ejecución del "dígrafo"; y

10

La figura 3, un ejemplo representativo del "te-trágrafo".

15

Facilitará la exposición del modo de funcionar la forma de ejecución del invento representada en la figura 1 plantear ciertos principios generales antes de referirnos específicamente a esta figura. Supongamos que se ha de transmitir un mensaje compuesto de caracteres diferentes; tal mensaje puede ser, por ejemplo, un texto inglés o las partículas elementales cuantificadas de una señal de televisión o de frecuencia vocal. Si los caracteres o elementos sucesivos se eligen independientemente y los valores de cada carácter son de probabilidades equivalentes, un método bastante eficaz de transmisión es producir por cada partícula o elemento un impulso de amplitud correspondiente y transmitir seguidamente esta sucesión de impulsos. A título de ejemplo, si un determinado elemento es de amplitud -10-, se emitirá un impulso de 10 unidades de amplitud.

20

25

30

Pero si todas las amplitudes de elemento no son de probabilidades equivalentes, una correspondencia directa de la amplitud de impulso con la amplitud de elemento puede ser poco eficaz. En tal situación conviene

26 JUN

198634



representar la amplitud de elemento más probable por una
amplitud de impulso 0; la que le siga en probabilidad, por
una amplitud de impulso 1, etc. La mayor eficacia de esta
técnica se funda en el hecho evidente de que una amplitud
5 de impulso 0 requiere una potencia mínima para su trans-
misión, y la potencia necesaria aumenta con la amplitud
de impulso. Un ejemplo instructivo se tiene entonces en
un texto del idioma inglés. Un método sencillo, pero no
muy eficaz, consiste en suponer A = 1 (impulso de amplitud
10 unidad), B = 2 (impulso de amplitud 2), C = 3, D = 4, etc.
Con probabilidades de aparición determinantes de amplitudes
de impulso, la clave se parecería mucho a lo siguiente: es-
pacio (sin letra o signo de puntuación) = cero (ningún im-
pulso), E = 1, T = 2, A = 3, O = 4, etc. Esto, desde lue-
15 go, es una notación no lineal, y en general no puede efec-
tuarse por medios lineales.

Sin embargo, en la figura 1 se expone un aparato
no lineal que realiza esta operación. Los elementos de
mensaje -11- se aplican a placas de desviación -12- de un
20 tubo de rayos catódicos -10-, con lo que el punto luminoso
-13- se desvía a posiciones sucesivas en la pantalla fluo-
rescente -14- que corresponden a posibles amplitudes de
elementos. Frente a la pantalla hay una máscara u obtura-
dor -16- con superficies -21-, -22- ... -29-, cada una con
25 un factor de transmisión óptica distinto. La luz -17- trans-
mitida por estas superficies al caer el punto luminoso tras
ellas en sucesión es recogida por una célula fotoeléctrica
-18- y transformada en la señal -19- transmitida. Así, con-
siderando de nuevo el ejemplo en que los elementos tienen
30 diez amplitudes posibles, frente a la posición del punto
luminoso que corresponde a la amplitud más probable, la más-

263



198634

oara se hace opaca; frente a la posición que le sigue en probabilidad, la máscara transmite 1/9 del valor total, etc. Aunque las amplitudes de los elementos de mensaje, como las de los impulsos de señal, están, conforme al invento, normalmente espaciadas por grados iguales de amplitud, es evidente que esto no hace falta para que el aparato funciones bien, y, por consiguiente, no es indispensable para la práctica del invento.

En el receptor, las amplitudes de impulso recibidas se aplican a un aparato semejante al ya descrito, pero en el que la máscara se dispone de modo que reconvierta las amplitudes de impulsos de señal en las amplitudes de mensaje originales. Se vé, pues, que entra en los fines del invento realizar las operaciones de cifrar y descifrar con el mismo aparato fundamental, cambiando simplemente la máscara.

La eficacia del "monógrafo" descrito deriva sólo de simples consideraciones de probabilidad, y no aprovecha en nada la interdependencia que pueda existir entre los elementos de mensaje. Pero como la mayoría de los elementos de mensaje de comunicación muestra un grado considerable de interdependencia, se consigue aumentar más la eficacia de transmisión empleando dígrafos, trígrafos y en general estructuras de n elementos. En la situación corriente de elementos de mensaje no autónomos, si se conoce la amplitud del elemento precedente puede haber pocas alternativas disponibles para el elemento que sigue, con lo que aumenta la eficacia de la clave de improbabilidad relativa. Volviendo, para fines de ilustración, al ejemplo del texto inglés, es sabido que la letra Q vá casi siempre seguida de la letra U, mientras que detrás de la

198634²⁶



U es probable cualquier otra letra. (Debe advertirse que la letra Q no vá seguida forzosamente por U). En la medida en que las partículas o elementos precedentes de un mensaje hagan sumamente improbables para el elemento siguiente todos los valores con excepción de unos pocos, puede hacerse que la señal transmitida se componga ante todo de impulsos de escasa amplitud, con otros eventuales sumamente grandes. Para conseguirlo, según el invento, se aplican las amplitudes de impulso para representar el elemento siguiente a base de la distribución condicional de probabilidades (conforme a los antecedentes de cada caso), más bien que a base de la distribución simple de probabilidades (como en el monógrafo).

Una forma de realización del invento que utiliza plenamente la estructura digramática se expone en la figura 2. El aparato, llamado "dígrafo" o cifrador binario, es simplemente un desarrollo del monógrafo ya descrito en dos dimensiones. Los elementos de señal -31-, debidamente cuantificados, se aplican en el ejemplo práctico descrito con fines de ilustración a las placas verticales -32- de desviación de un tubo -30- de rayos catódicos, y un elemento precedente -34- apropiado, obtenido como descarga de una línea dilatoria -33-, se aplica al mismo tiempo a las placas horizontales de desviación -36-. En un ejemplo típico, el retardador -33- tiene una demora igual al intervalo entre elementos, de modo que cuando cada elemento cuantificado -31- aparece en las placas verticales, el elemento cuantificado -34- que inmediatamente le precede aparece a la vez en las placas horizontales. Así, el punto luminoso -37- se desvía a una columna de la máscara -38- determinada por la partícula o elemento pre-

198634



cedente, y a una hilera determinada por la amplitud de la
señal del momento. Las transmisiones de las distintas cé-
lulas de cada columna se ordenan de acuerdo con las proba-
bilidades condicionales de presentación $p_i(j)$, o sea la
5 probabilidad de que si el último elemento fué i el próximo
sea j. Cada columna necesita, pues, contener a lo sumo
tantos cuadrados de diferentes características de trans-
misión como amplitudes de elemento existan, y pueden con-
tener menos si las precedentes excluyen algunas determi-
10 nadas.

Para reconstruir el mensaje a partir de la se-
ñal -39- transmitida por este dígrafo, según el invento
se emplea otro aparato del mismo tipo, con un cambio de
máscara semejante al realizado en el sistema monogramá-
15 tico antes descrito. En el receptor, las señales recibi-
das se aplican a un juego de placas de desviación, y el
elemento anterior (reconstruido ya en el receptor) se apli-
ca al otro juego de placas.

Dentro del marco del invento cabe una repeti-
20 ción de aparatos similares a los descritos para conseguir
una estructura estadística de orden superior. En muchos
ejemplos de funcionamiento, la señal que sale del primer
dígrafo puede mostrar cierta correlación entre elemento.
Esta señal se puede tratar entonces como otro tipo de men-
25 saje, y aplicar a un segundo dígrafo. El nuevo aumento
de eficacia transmisiva, así conseguido, es en cierto mo-
do análogo al conseguido extendiendo la computación lineal
a más elementos precedentes.

Para aprovechar plenamente la estructura terna-
30 ria o trigramática, la práctica del invento admite el uso
de una serie de dígrafos. Con diez grados o escalas de



cuantificación, por ejemplo, cabe utilizar según el inven-
to la escala de otro elemento precedente para poner en ac-
tividad uno de los dígrafos de una serie de diez, cada uno
de los cuales tiene la máscara o placa de clave que corres-
ponde a las estadísticas impuestas por la existencia de tal
5 amplitud en ese elemento de mensaje.

En la figura 3 se expone una instalación ejemplar
adecuada para utilizar la estructura cuaternaria o tetragra-
mática. Supongamos, con fines de ilustración, que existen
10 n grados de cuantificación. Los elementos derivados de las
elementos -41-, adecuadamente cuantificados, se aplican a
un par de placas de desviación -61-, -62-, etc. de n^2 dí-
grafos -51-, -52-, etc. El retardador -42- retarda estos
elementos, por ejemplo, un intervalo de análisis, y los ele-
mentos demorados -43- se aplican (a la vez que los no demo-
15 rados) al otro par de placas de desviación -71-, -72-, etc.
de los n^2 dígrafos -51-, -52-, etc. Sin embargo, sólo uno
de estos dígrafos funciona al mismo tiempo, según la combi-
nación particular de otros dos elementos precedentes obte-
nidos de la cadena dilatoria. Las series de elementos -46-,
20 demorados además por el retardador -44-, y la serie de ele-
mentos -48-, demorados igualmente por el retardador -44-,
y también por el retardador -47-, se aplican respectivamente
a las placas de desviación -56- y -57- de un tubo conmutador
de rayos catódicos -40-, de modo que el haz de electrones
25 -58- choque contra uno de n^2 electrodos -59-. La corriente
-63- de este electrodo se amplifica y divide en un divisor
amplificador -64-, de tipo conocido en la especialidad, y la
descarga de este divisor vuelve el haz de electrones al dí-
30 grafo correspondiente, que para el elemento considerado es
el dígrafo -51-. De manera análoga, si se produce corriente

26 JUN



198634

5 -73-, es manipulada por el divisor amplificador -74- y activa el dígrafo -52-; y los otros dígrafos, si han de ser activados, se excitan de igual modo mediante una corriente de salida del tubo conmutador -40- de rayos catódicos, como se expone esquemáticamente en la figura.

10 En la estación receptora, la señal que entra, recibida de las células fotoeléctricas -80-, -81-, etc. del transmisor, se aplica a un descifrador -82- que es fundamentalmente como el del transmisor, salvo que las máscaras están invertidas con respecto a las correspondientes del transmisor. La descarga del descifrador -82- se aplica a cualquier aparato adecuado -83- destinatario del mensaje.

15 En el ejemplo práctico corriente en que los elementos de señal del analizador -41- representan una escena de televisión, según una forma preferida de realización del invento se equiparan los retardadores -42- y -47- al intervalo entre elementos sucesivos, mientras que el retardador -44- se equiparan al lapso que media entre líneas sucesivas (acaso menos uno o dos elementos).

25 En el dígrafo antes descrito no es necesario, desde luego emplear fósforo, máscara óptica y célula fotoeléctrica. Está dentro de los fines del invento construir este tubo del mismo modo que el conmutador -40- representado en el tetrágrafo de la figura 3. En este ejemplo de realización del invento, las placas están conectadas a enchufes apropiados de una resistencia de carga. Pero debe advertirse que la disposición óptica del dígrafo parece ser algo más sencilla y flexible, particularmente por poder usar
30 tubos normales de rayos catódicos (con períodos breves de degeneración del fósforo).



Es evidente que el dígrafo constituye esencialmente una tabla funcional de partida doble; es decir, la corriente de salida es función de dos variables independientes: $i = f(x, y)$. Considerada así, la estructura fundamental se presta a muchas otras aplicaciones dentro del marco del invento. Por ejemplo, las dos entradas pueden ser pares de elementos de una señal, y la salida una serie de impulsos, cada uno de los cuales representa un par de entradas. Si hubiera n grados de cuantificación en la entrada, habría de ordinario n^2 en la salida, aunque algunos podrían excluirse o ser tan improbables que no habría inconveniente en omitirlos.

En un ejemplo práctico, el aparato puede usarse simplemente como una tabla de funciones en una máquina de computar. Aplicado así, no es forzoso cuantificar las entradas y salidas, y el aparato produce como descarga una función continua (o discontinua) de dos variables continuas.

Otro empleo posible para el dígrafo es la rectificación o el reajuste de secciones de una señal PCM según una clave más eficaz, tomando las señales existentes, segmentos de las cuales, con una longitud de n impulsos, se hallen en una rejilla cúbica en un espacio de función n -dimensional, y transformándolos en puntos de factor de agregación más favorable.

Además, el aparato puede emplearse con ventaja en sistemas secretos. Si se efectúa una operación inicial digramática o trigramática con texto inglés, se elimina buena parte de la redundancia. Así, sucesivas deformaciones (que pueden realizarse también con un dígrafo) aumentan la eficacia como medio de cifrar. Un trígrafo, por ejemplo, seguido de una cifra de transposición, es sencillamente un ejen-



5 plo de los sistemas secretos realmente útiles que hace
posibles el presente invento. Otras ventajas de tal sis-
tema secreto es que resulta rápido, puede emplearse para
conversación, y, como admite frecuentes alteraciones,
cambiando las placas de clave, posee flexibilidad.

10 Debe entenderse que las disposiciones descritas
constituyen sólo ejemplos de aplicación de los principios
del invento. Los entendidos en la materia pueden idear
muchas otras sin apartarse del espíritu y alcance del in-
vento.

-----: N O T A :-----

Se reivindica como objeto de esta patente:

15 1.- Un sistema de transmisión de ondas en que la
onda de mensaje, se analiza periódicamente, y está provisto
de medios cifradores que comprenden un aparato de rayos ca-
tódicos con dos juegos de medios u órganos de desviación,
dispuestos en cuadratura de espacio; caracterizado por un
20 anticátodo que comprende varias zonas o áreas diferentes
una de otra, medios para aplicar sucesivamente elementos de
mensaje a ambos juegos de medios de desviación, y órganos
para demorar en cualquier momento, por lo menos el elemen-
to de mensaje aplicado a uno de los juegos de órganos de
25 desviación, durante un intervalo de análisis como mínimo.

30 2.- Un sistema de transmisión de ondas según
la reivindicación 1, caracterizado porque el anticátodo com-
prende una pantalla fluorescente, y el haz catódico se des-
vía a una posición en la pantalla que corresponde en una
coordenada a la amplitud del elemento de onda de mensaje
no demorado, y en otra coordenada a la amplitud del elemen-



198634

to de onda de mensaje demorado; mientras que las diferen-
tes áreas o zonas del anticátodo estan trazadas sobre una
máscara u obturador situado más allá de la pantalla fluo-
rescente, ocupando superficies determinadas y con facto-
res distintos de transmisión óptica, y existen medios para
5 convertir las señales de energía luminosa transmitidas a
través de la referida máscara en señales eléctricas.

3.- Un sistema de transmisión de ondas según
la reivindicación 1, caracterizado por utilizar medios aso-
ciados con las zonas del anticátodo, de manera que el haz
10 se desvie hacia una zona determinada de la pantalla anticá-
todo que corresponde en una coordenada a la amplitud del
elemento de mensaje no demorado, y en otra coordenada a la
amplitud del elemento de mensaje demorado.

4.- Un sistema de transmisión de ondas según la
reivindicación 1, caracterizado porque el retardador com-
prende medios para demorar el elemento de mensaje sólo un
15 intervalo.

5.- Un sistema de transmisión de ondas según la
reivindicación 1, caracterizado por el empleo de varios apa-
20 ratos de rayos catódicos, en uno de los cuales el retarda-
dor demora los elementos de mensaje aplicados a ambos jue-
gos de órganos de desviación, de tal manera que los elemen-
tos aplicados a uno de estos juegos se demoran un número de
25 intervalos de análisis diferente del número de intervalos
que se demoran los elementos aplicados al otro juego, con
lo que el haz del mencionado aparato se desvía hacia una
determinada área de la pantalla, que corresponde en una
coordenada a la amplitud del elemento de mensaje demorado
30 un primer número de intervalos, y en otra coordenada a la
amplitud del elemento de mensaje demorado un segundo número

26 JUN

198634



de intervalos; medios para aplicar a un juego de órganos de desviación de cada uno de los otros aparatos un elemento de mensaje demorado un tercer número de intervalos de análisis, y para aplicar al mismo tiempo al otro juego de órganos de desviación de estos otros aparatos, un elemento de mensaje no demorado, con lo que el haz de electrones de cada uno de estos otros aparatos se desvía hacia una determinada área de la pantalla que corresponde en una coordenada a la amplitud del elemento demorado un tercer número de intervalos de análisis, y en la otra coordenada a la amplitud del elemento no demorado; y medios asociados a cada una de las diferentes áreas del aparato mencionado en primer lugar para excitar uno de los otros aparatos últimamente citados.

15 6.- Sistema de transmisión de ondas.

Esta memoria consta de catorce páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 27 JUN 1951

P.A.
JOSE M. POLSAR

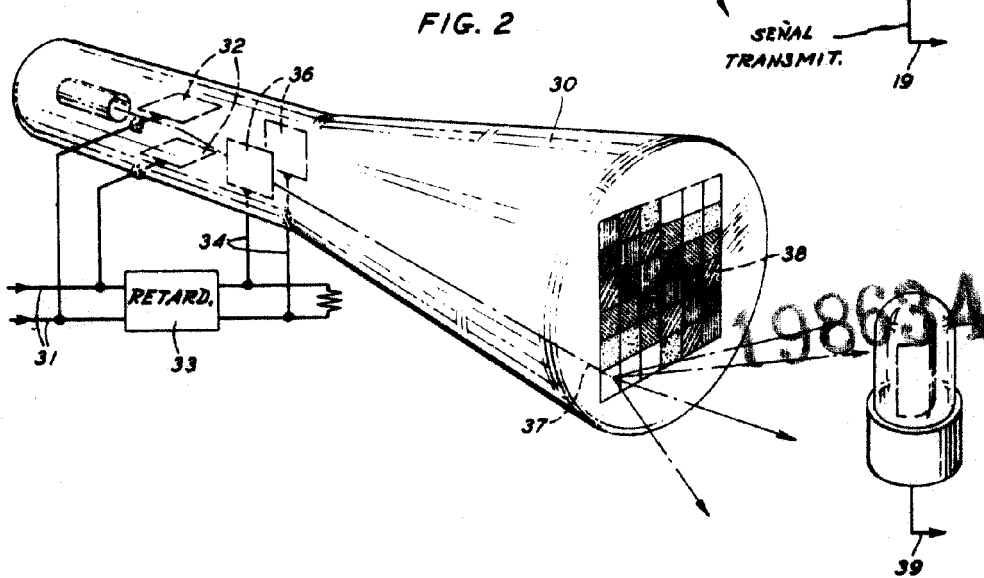
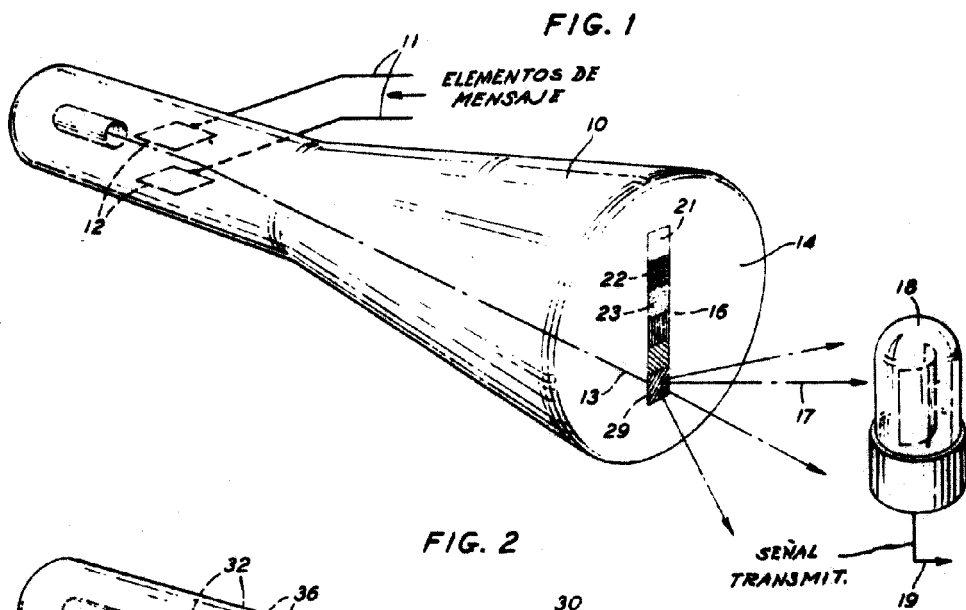
198634

26 JUN.



WESTERN ELECTRIC Co., Inc.

2 HOJAS HOJA 1



P.A.

JOSE M. SOLIBAR
P.A.

198634

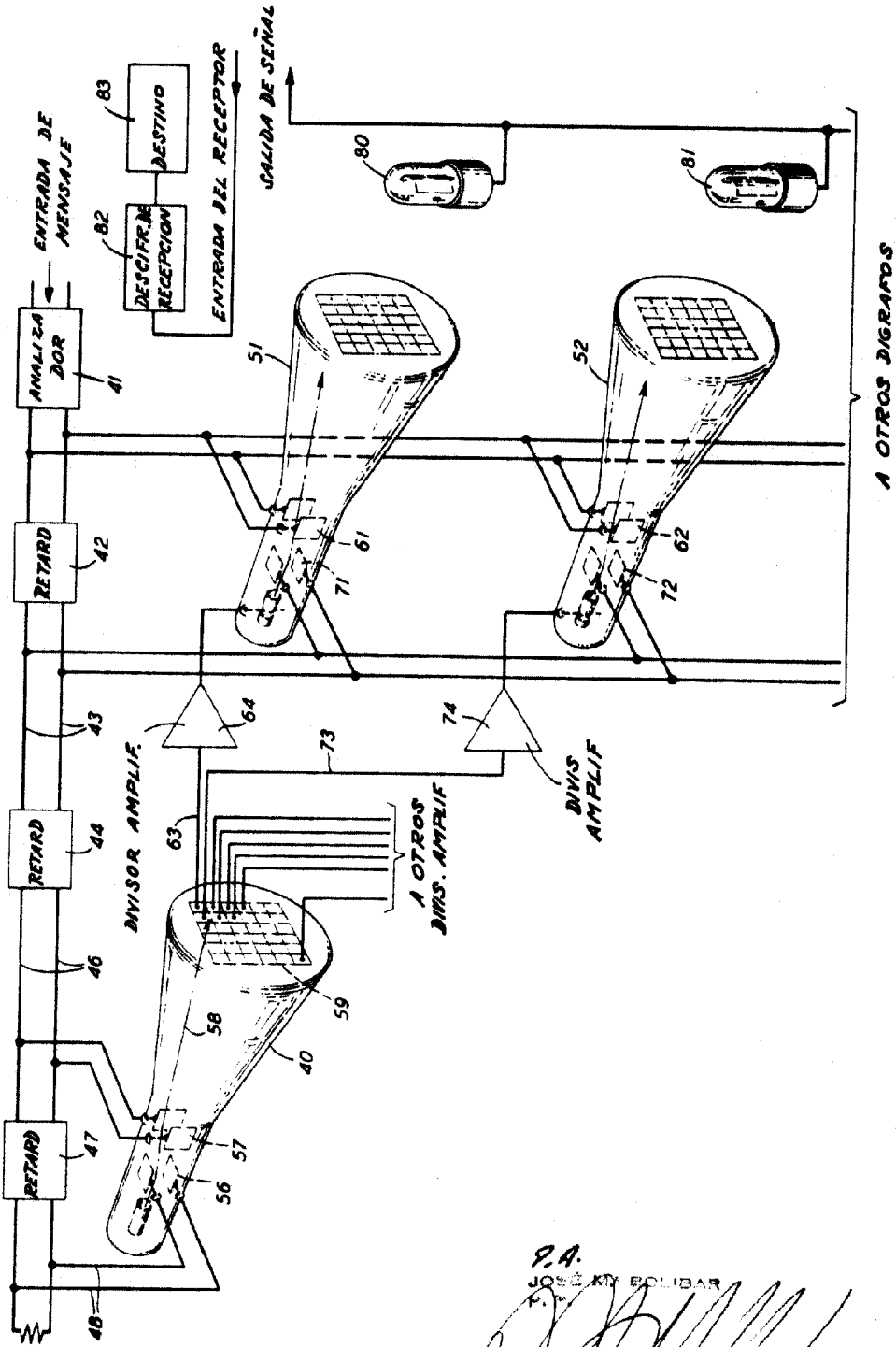
26 JUN.



WESTERN ELECTRIC Co., Inc.

ENCUADROS HOJAS

FIG. 3



P.A.
 JOSÉ M. BOLIBAR
 P. R.