



418059

D.R. Hill 2.1

Int. Cl.:	H01P

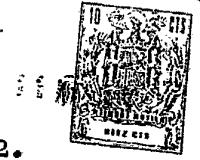
MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN  
ESPAÑA POR: "UN MULTIPLICADOR DE FRECUENCIA EN GUIAONDA".  
A NOMBRE DE STANDARD ELECTRICA, S.A., CON DOMICILIO EN MA-  
DRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº 5.

-----

El presente invento se refiere a un multiplicador de frecuencia en guiaonda, y en general, a dispositivos de guiaonda eléctricos.

El funcionamiento de un multiplicador de frecuencia se basa en las propiedades de un dispositivo no lineal, por ejemplo, un diódo varactor, el cual, como respuesta a una frecuencia fundamental sinusoidal  $f$  genera frecuencias más elevadas que estan relacionadas armónicamente con  $f$ . Por lo tanto, un multiplicador de frecuencia debe tener un filtro de entrada sintonizado a la frecuencia fundamental  $f$ , y un filtro de salida sintonizado al armónico de  $f$  requerido ( $nf$ , donde  $n$  es un número entero). Asi, para un doblador de frecuencia,  $n=2$  y la frecuencia de salida es el segundo armónico de  $f$ .

418059



2.

El doblador de frecuencia representa el dispositivo más sencillo de un multiplicador de frecuencia, consiste en un filtro de entrada, otro de salida y, entre ambos, un único diodo varactor. Un cuadruplicador de frecuencia puede tener dos filtros, de entrada y salida, con el filtro de salida sintonizado a  $4f$ , o puede tener juntos dos dobladores de frecuencia ( $f \rightarrow 2f$ ,  $2f \rightarrow 4f$ ) en cascada, de tal modo que existan dos diodos varactores, y un filtro intermedio en el que se combinan el filtro de salida del primer doblador y el filtro de entrada del segundo doblador. Esta configuración en cascada se emplea cuando ha de transmitirse una potencia relativamente elevada.

Los multiplicadores de frecuencia se emplean ampliamente en sistemas de comunicaciones y, a frecuencias de microondas (1 GHz y más) el empleo de guías de onda como medios de transmisión tiene ventajas definitivas, principalmente las de  $Q$  más elevadas no cargadas. Sin embargo, ya que una guía de onda de propagación funciona en modo dominante solamente en un margen limitado de frecuencia (menos de una octava) se hace necesario emplear diferentes tamaños de guías de onda para los filtros de entrada y salida (y cualquier filtro intermedio). Existen diversos inconvenientes mecánicos y eléctricos en un tal dispositivo.

En el presente invento se describe un multiplicador de frecuencia de guías de onda en el que el filtro de entrada, el filtro de salida y cualquier filtro (s) intermedio se construyen con el mismo tamaño de guía de onda, y en donde dicha guía de onda tiene una frecuencia de corte por encima de la frecuencia de entrada fundamental del multiplicador, y en donde el filtro de entrada comprende un filtro de entrada de modo evanescente sintonizado a la frecuencia de salida.

418059



El filtro de modo evanescente, en sí mismo, se describe en la Patente Española Nº 341.650 (G.F. Craven 13) y en "Modos evanescentes que utilizan filtros pasobanda de guíasondas", G.F. Craven, Electronics Letters, Vol 2, Nº 7, Julio 5 1966 páginas 25-26. Sin embargo, en el párrafo siguiente se describen los principios de un filtro de modo evanescente.

Como es bien sabido, una guíaonda de modo dominante cesa de propagar ondas progresivas por debajo de su frecuencia de corte, y el modo se denomina evanescente. Una guíaonda en la que el modo dominante es evanescente presenta una impedancia característica imaginaria positiva (inductiva) ( $jZ_0$ ) a un modo H incidente, y una constante de propagación ( $\gamma$ ) real; y, por lo tanto, se comporta, esencialmente, como una reactancia pura. Si una corta sección (de longitud  $l$ ) de esta guía, se hace terminar en un obstáculo que presenta una reactancia conjugada (capacitiva) a una frecuencia por debajo de la frecuencia de corte, la potencia incidente, a esta frecuencia, será transmitida completamente a través de la sección. 15

En la práctica, un filtro de modo evanescente que funciona de acuerdo con los principios indicados en el párrafo anterior, comprenderá, normalmente, dos o más secciones, cada una de las cuales conteniendo, por lo menos, un tornillo capacitivo ajustado a la condición de adaptación conjugada que se requiere. Los tornillos capacitivos proporcionan obstáculos capacitivos muy sencillos y fácilmente ajustables, pero se sobreentiende que pueden emplearse otras formas de obstáculos capacitivos. 25

Describiremos seguidamente dos configuraciones del invento, refiriéndonos a los dibujos que se acompañan, en los cuales: 30



- la Fig. 1 muestra un doblador de frecuencia de guiaondas que utiliza un filtro de entrada de modo evanescente y un filtro de salida de modo propagante,

5 - la Fig. 2 muestra detalles de un diodo varactor que está montado entre el filtro de entrada y el de salida del doblador de frecuencia de la Fig. 1,

- la Fig. 3 muestra un cuadruplicador de frecuencia de guiaonda con dos dobladores de frecuencia en cascada, empleando filtros de modo evanescente.

10 El doblador de frecuencia mostrado en la Fig. 1 está construido en guiaonda de sección rectangular (copper) (WG 18), con las siguientes características:

Dimensiones interiores (anchura x altura)

1,58 x 0,79 cms.

15 Frecuencia de corte 9,486 GHz

Funcionamiento (propagación) margen de frecuencias: 12,4-18 GHz.

y el doblador de frecuencia tiene una frecuencia de entrada fundamental de 7,5 GHz y una frecuencia de salida de 15,0 GHz.

20 Según la longitud única de una guiaonda 1 que tiene una sección transversal constante en toda su longitud, tiene un filtro de salida 2, que es un filtro convencional acoplado en iris de tres secciones que comprende cuatro irises 3 y tres tornillos de sintonía 4, sintonizado para tener una  
25 banda de paso centrada en la frecuencia de salida de 15,0 GHz, e la que las ondas progresivas se propagan a lo largo de la guiaonda.

30 La frecuencia de entrada de 7,5 GHz está por debajo de la frecuencia de corte de la guiaonda (cuyo tamaño viene determinado por el filtro de salida de propagación),

778059

5.



y el filtro de entrada es un tornillo de modo evanescente de dos secciones 5 que comprende dos tornillos capacitivos separados 6 cada uno introduciéndose en la guíaonda y ajustados para proporcionar la condición de adaptación conjugada, de tal modo que el filtro este sintonizado a la frecuencia de entrada.

Entre los filtros de entrada y salida existe un diodo varactor 7 (Fig. 2) montado en la guíaonda entre un contacto r.f. 8 formado por una malla preformada o esfera enrollada de hilo de cobre y berilio plateado o dorado, dentro de una jícara de cobre 9 soportada por una barra cruzada 10, y un terminal del diodo 11 en el ánima central de un obturador radial en circuito abierto 12 con una capa de material dieléctrico 13. El diodo 7 esta autopolarizado por una resistencia 14 a través del obturador radial 12. Existe un tornillo de sintonización del diodo 15 para sintonizar la capacitancia del diodo, y existen también los tornillos de adaptación de impedancia 16 para adaptar exactamente el diodo a cada uno de los filtros (entrada y salida).

El multiplicador de frecuencia mostrado en las Figs. 3 y 4 está construido en guíaonda de sección cuadrada (cobre), que tiene la misma frecuencia de corte y la frecuencia de funcionamiento (propagación) que la de la guíaonda rectangular de la misma anchura empleada para el doblador de frecuencia de las Figs. 1 y 2, pero su anchura y altura interiores son de 1,58 cms.

El multiplicador está constituido por dos dobladores de frecuencia de cascada, con una frecuencia de entrada de 1,9 GHz y una frecuencia de salida de 7,6 GHz, esto es, todas las frecuencias estan por debajo de la frecuencia de corte de la guíaonda. La guíaonda 20 de sección transversal constante



y una sola longitud, tiene una longitud total de 14,86 cms y contiene dos varactores (no mostrados), cada uno montado sobre una barra transversal 21 y provistos de tornillos de sintonización 22 y tornillos de adaptación de impedancia 23, en una configuración de montaje idéntica a la mostrada en la Fig. 2, estando cada diodo autopolarizado a través de un obturador radial.

Existe un filtro de entrada de modo evanescente de tres secciones 24, que comprende tres tornillos capacitivos 25, cada uno de ellos ajustado a la condición de adaptación conjugada para que el filtro tenga una banda de paso centrada sobre la frecuencia de entrada de 1,9 GHz, estando separados los tornillos 25  $d_1=2,06$  cms.,  $d_2=0,92$  cms.,  $d_3=1,44$  cms., y  $d_4=1,18$  cms.

Existe un filtro de modo evanescente como etapa intermedia de dos secciones 26, que comprende dos tornillos capacitivos 27 ajustados a la condición de adaptación conjugada para que el filtro inter etapa tenga una banda de paso centrada sobre la frecuencia de la etapa intermedia de 3,8 GHz. Siendo la separación de los tornillos 27  $d_5=1,22$  cms.,  $d_6=1,47$  cms., y  $d_7=1,15$  cms.

Existe un filtro de salida de modo evanescente de tres secciones 28 que comprende tres tornillos capacitivos 29, cada uno ajustado a la condición de adaptación conjugada para que el filtro de salida tenga una banda de paso centrada sobre la frecuencia de salida de 7,6 GHz. La separación de los tornillos 29 es  $d_8=0,99$  cms.,  $d_9=2,01$  cms.,  $d_{10}=2,01$  cms., y  $d_{11}=0,41$  cms.

La guíaonda de sección cuadrada tiene una Q no cargada más elevada que la guíaonda rectangular equivalente,

14 NOV

7.



lo que compensa la pérdida de inserción inicial que surge por el hecho de que el filtro de entrada, particularmente, esta funcionando muy por debajo de la frecuencia de corte.

Es imposible llevar a cabo la capacitancia de sintonización necesaria para el filtro de entrada con simples tornillos de sintonización. Se requieren grandes valores de capacitancia de sintonización, dado que en la frecuencia de entrada, la guiaonda se utiliza muy por debajo de su frecuencia de corte.

Como se muestra en la Fig. 4, se utilizan condensadores coaxiales, en donde los extremos de los tornillos de sintonización 25 se prolongan en el interior de jicaras (cilindros) de cobre 30 coaxiales con los mismos y, cada uno de ellos unidos conductivamente (por soldadura) a la pared de la guiaonda opuesta a aquella que contiene los tornillos 25.

Existe una pequeña separación anular 31, de unos 0,25 mm., entre cada tornillo 25 y su jicara 30. La pared interior de cada jicara debe estar recubierta de una capa 32 de material dieléctrico para variar (aumentar) la capacitancia e impedir contactos entre el tornillo y la jicara, dado que a las potencias más elevadas, existe la posibilidad de cortocircuitos.

Se sobreentiende que pueden realizarse otras formas de multiplicadores de frecuencia en guiaondas de sección transversal constante, en donde todos los filtros (entrada, salida e interetapas) esten diseñados para funcionar como filtro en modo evanescente con una longitud de guiaonda que tenga una frecuencia de corte por encima de la frecuencia de salida, o que el filtro de salida sea de propagación por ondas progresivas. Esta frecuencia de salida determina el tamaño de la guiaonda.

418059

14 NOV 1958

8.



da que debe emplearse, y todos los filtros anteriores son de modo evanescente dado que la guiaonda tiene una frecuencia de corte por encima de todas las frecuencias anteriores.

5 El medio en modo evanescente no es periódico, lo que hace una transformación de impedancias más gradual a lo largo de su longitud, haciendo así la síntesis del filtro, la integración de dispositivos activos y la compensación de temperatura, más sencillas.

10 La adaptación del o de cada diodo multiplicador se realiza controlando primeramente la distancia entre el diodo y cada filtro adyacente. El ajuste fino de la adaptación, esto es, efectuar pequeñas variaciones de los parámetros del diodo se consigue mediante los tornillos (16, 23) entre el diodo y cada filtro. De este diseño resulta una estructura del  
15 multiplicador integrada con filtros terminados perfectamente, que proporcionan la máxima supresión de frecuencias indeseadas.

Estructuras distribuidas convencionalmente proporcionan circuitos multi-resonantes que pueden permitir que el diodo genere una resistencia negativa apareciendo oscilaciones  
20 espúreas. Sin embargo, pueden diseñarse estructuras integradas en modo evanescente para obtener una respuesta monótonica inhibiendo los efectos indeseados de resistencia negativa.

Teóricamente, el único inconveniente al funcionamiento de una guiaonda en modo evanescente, es que debe utilizarse por debajo de su frecuencia de corte. De esta manera,  
25 una guiaonda de modo evanescente de un tamaño dado puede funcionar sobre un margen de frecuencias de varias octavas, haciendo posible el diseño de varios multiplicadores con el mismo tamaño de guiaonda. Sin embargo, existe limitaciones en la  
30 práctica con referencia al tamaño de la guiaonda que puede em-



9.

418059

plearse, estas son: la reducida  $Q$  no cargada del medio y la capacitancia de sintonización más elevada que se requiere.

Cuanto más por debajo de la frecuencia de corte se hace funcionar a la guíaonda, más pequeña será el área de su sección transversal y, por lo tanto, menor será la  $Q$  no cargada. Como consecuencia, aumentarán las pérdidas de inserción en la banda de paso. En la mayoría de los casos, los multiplicadores no se diseñan para anchuras de banda muy estrechas, por razones de estabilidad y en general, este aumento de pérdidas es despreciable; en cualquier caso, la naturaleza integrada del multiplicador tiende a compensar este aumento de pérdidas.

Las mayores ventajas de las técnicas del modo evanescente aplicadas a los multiplicadores, sobre las estructuras equivalentes de modo dominante, pueden resumirse en las siguientes:

- a) Volumen reducido
- b) Simplicidad mecánica (1). Un tamaño de guíaonda. (11) Estructura integrada.
- c) Mayores posibilidades en el diseño-óptima supresión de armónicos.
- d) Mayor inmunidad de oscilaciones espúreas.
- e) Mejor compensación con la temperatura.

Ha de quedar entendido que la anterior descripción de una forma determinada del invento se hace a modo de ejemplo y no debe considerarse como limitación de su alcance.

El presente invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Gran Bretaña, el día 22 de Agosto de 1972, señalada con el N<sup>o</sup> 39084/72 y se acoge por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.



----- NOTA -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

5

1.- Un multiplicador de frecuencia en guiaonda en el que el filtro de entrada, el de salida y cualquier filtro (s) intermedio del mismo están construidos con guiaonda del mismo tamaño. En donde dicha guiaonda tiene una frecuencia de corte por encima de la frecuencia de entrada fundamental del multiplicador y en donde el filtro de entrada comprende un filtro en modo evanescente sintonizado a dicha frecuencia de entrada.

10

15

2.- Un multiplicador, según la reivindicación 1, en el que la frecuencia de corte de la guiaonda está por encima de la frecuencia de salida del multiplicador; en el que el filtro de salida comprende un filtro en modo evanescente sintonizado a dicha frecuencia de salida y donde cualquier filtro (s) intermedio está o estan constituidos por un filtro en modo evanescente sintonizado a la frecuencia intermedia apropiada.

20

25

3.- Un multiplicador, según la reivindicación 1, en el que la frecuencia de corte de la guiaonda está por debajo de la frecuencia de salida del multiplicador; en el que el tamaño de la guiaonda es tal que, el filtro de salida es propagante en el modo dominante de dicha frecuencia de salida y en el que, cualquier filtro (s) intermedio está o estan constituidos por un filtro de modo evanescente sintonizado a la frecuencia de salida apropiada.

30

4.- Un multiplicador, según la reivindicación 2, en el que la guiaonda es de sección transversal cuadrada.

5.- Un multiplicador, según la reivindicación 3,



14 NOV  
11.



en el que la guiaonda es de sección transversal rectangular.

6.- Un multiplicador de frecuencia en guiaonda que comprende una longitud de guiaonda que tiene una sección transversal constante en toda su longitud y una frecuencia de corte por encima de la frecuencia de entrada fundamental del multiplicador. Existe un dispositivo de reactancia no lineal dentro de dicha longitud, entre las porciones primera y segunda, que responde a la frecuencia de entrada generando armónicos de dicha frecuencia de entrada. Existen también varios tornillos capacitivos a lo largo y prolongándose en el interior de la primera porción de su longitud entre el final de la entrada y el dispositivo, de tal modo que, cuando se aplica la frecuencia de entrada a dicho extremo de entrada, la primera porción funciona como una sección de filtro en modo evanescente para transferir la energía en dicha frecuencia de entrada a dicho dispositivo, y, en la segunda porción de dicha longitud, una frecuencia armónica que selecciona el filtro, para transferir energía en la frecuencia armónica seleccionada a través de dicha segunda porción.

7.- Un multiplicador, según la reivindicación 6, en la que cada uno de los tornillos capacitivos se extiende en el interior de la primera porción de la guiaonda, dentro de una jícara metálica coaxial con el tornillo respectivo y unida conductivamente a la pared de la guiaonda opuesta a la que contiene los tornillos.

8.- Un multiplicador, según la reivindicación 7, en el que cada jícara tiene un recubrimiento interior de material dieléctrico.

9.- Un multiplicador de frecuencia de guiaonda, según se describe y muestra en las Figs. 1 y 2 o en las 3 y 4

418059

14 NOV 1975  
12.



de los dibujos que se acompañan.

10.- Un multiplicador de frecuencia en guíaonda  
que incorpore cualquier nueva característica descrita en la  
especificación y/o ilustrada en los dibujos que se acompañan,  
5 y que no figure explícitamente en las reivindicaciones anteriores.

11.- Un multiplicador de frecuencia en guíaonda.  
Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede,  
representado en los dibujos que se acompañan y a los  
10 fines especificados.

Esta memoria consta de doce hojas escritas por una sola cara.

MADRID 14 NOV. 1975

*Eugenio Barroso*  
EUGENIO BARROSO  
Secretario General





91  
2059

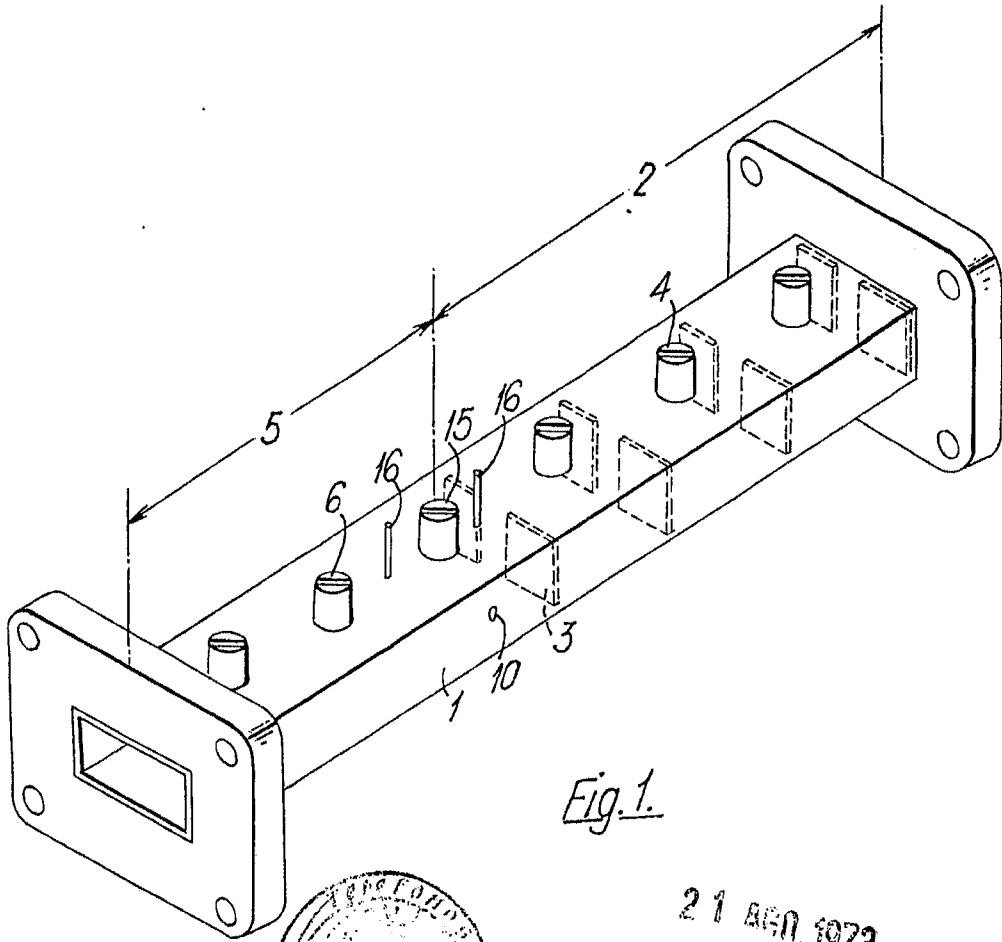


Fig. 1.

21 AGO. 1973

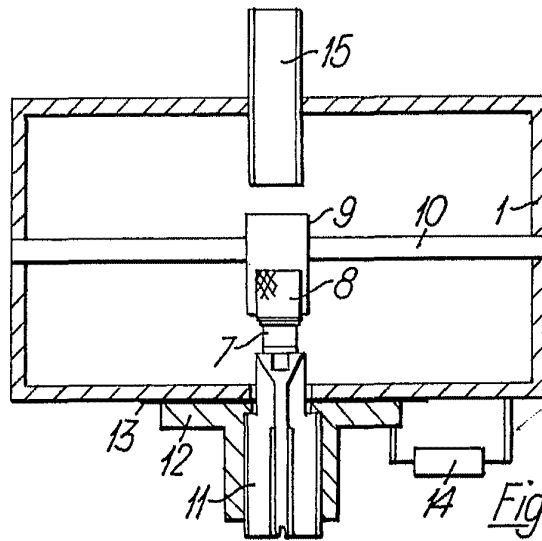
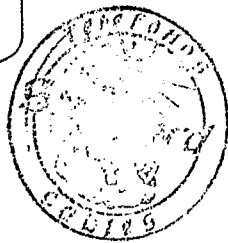


Fig. 2.

*M. G. Santanilla*  
M. G. SANTANILLA  
VIZCAINOS SECRETARIO GENERAL

VICESECRETARIO GENERAL  
M. G. SANTAMARIA

Fig. 4

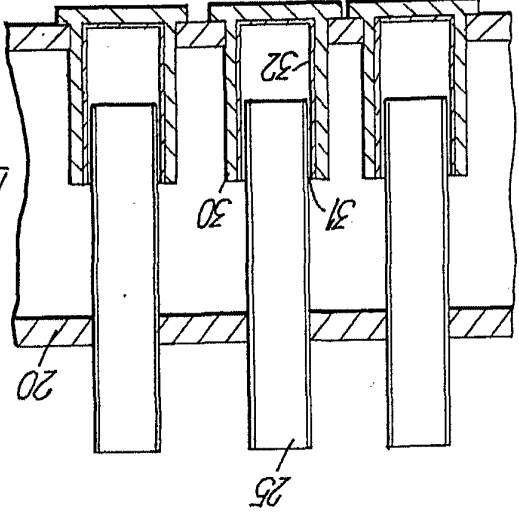
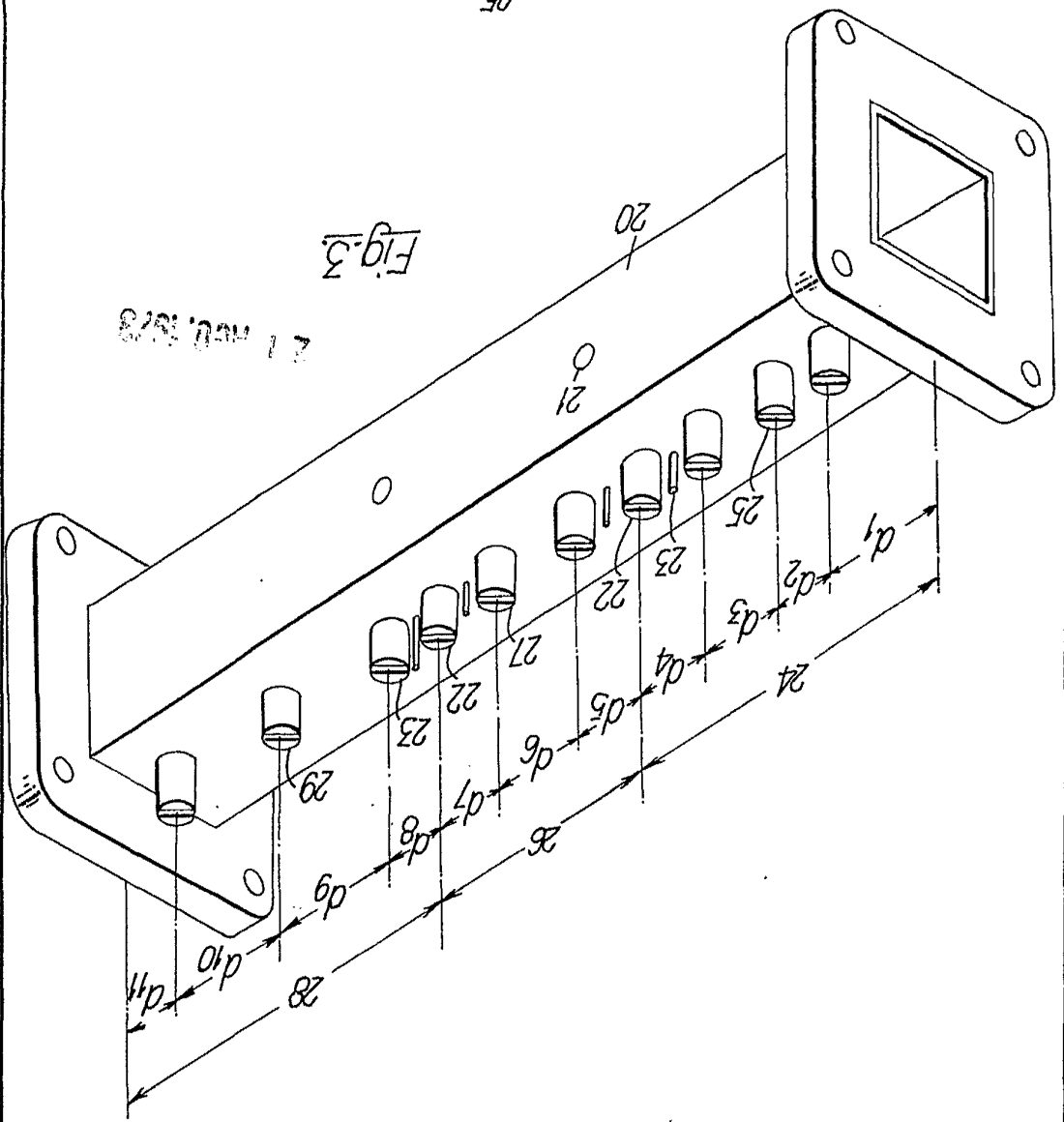


Fig. 3



21 MAR 1978

718059



ARCHED ENGINEERING CO.