

P - 36.409

PHD 795

345501

H03B 00/00

**Memoria descriptiva**



**para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años**

**a nombre de N. V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN**

**entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa**

**con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda**

**por: "UN DISPOSITIVO PARA GENERAR ALTAS FRECUENCIAS"**

**(Clase Internacional H03b).**



Este invento se refiere a un dispositivo para producir altas frecuencias que incluye un generador de tubo de modulación en velocidad autoexcitado para funcionamiento continuo, el cual está conectado a una carga y cuyo margen de funcionamiento permanece siempre, incluso con carga variable, en una región fuera de una región de inestabilidad electrónica.

La expresión "funcionamiento continuo" debe entenderse que significa funcionamiento en el cual el generador, a diferencia de lo que ocurre en el funcionamiento con impulsor periódicos, suministra sustancialmente una potencia de onda continua, es decir, que la expresión "funcionamiento continuo" incluye aquí funcionamiento intermitente con valores de onda continua y funcionamiento con tensión de funcionamiento no suavizada o tensión de funcionamiento de corriente alterna.

Los generadores de alta frecuencia usados para funcionamiento continuo en sistemas de telecomunicación, por ejemplo como transmisores o convertidores superheterodinos, se requiere generalmente que presenten propiedades tales como una constancia satisfactoria de frecuencia y amplitud, características de modulación lineal y bajo nivel de ruidos intrínsecos. En tales usos, a fin de evitar reacciones externas se han hecho esfuerzos para obtener equilibrio entre el generador y la carga o bien, si esto no puede lograrse fácilmente, para proporcionar una carga artificial en la cual sea disipada una gran parte, o incluso la mayor parte, de la potencia de salida del generador. Esto evita que una carga que fluctúe o varíe en funcionamiento cambie los valores de



funcionamiento del generador, por ejemplo su frecuencia y su potencia de salida.

5 Tales condiciones de equilibrio satisfactorias no existen en los generadores para funcionamiento continuo los cuales - generalmente con potencias relativamente altas - se usan para calentamiento de alta frecuencia de materiales de elevadas pérdidas o para otros fines, por ejemplo para la excitación de plasmas. La carga del generador puede variar en un amplio margen de acuerdo con la naturaleza, las propiedades físicas, la masa, las dimensiones y el acoplamiento de la carga; además, las propiedades del material a ser calentado, los cuales son algunos de los factores que determinan la carga (ángulo  $\phi$  de pérdida y constante dieléctrica  $\epsilon_{rel}$ ), pueden variar en mayor o menor grado durante el procedimiento de calentamiento. Así ocurre, por ejemplo, al deshelar alimentos congelados en la transición del contenido líquido desde el estado sólido al estado líquido, o en la generación de un plasma cuando el plasma se inflama o cambian la presión de gas, y similares.

10  
15  
20 Además, al calentar dispositivos y con objeto de hacer más uniforme la distribución de campo en el material que está siendo calentado, se suele usar un agitador de campo, un plato oscilante o similar que, para asegurar un efecto satisfactorio, está dispuesto junto a la entrada de energía y varía grandemente la carga impuesta sobre el generador.

25  
30 La carga, que puede estar comprendida en un amplio margen y que puede variar durante el funcionamiento, reacciona sobre los valores operantes del gene-



5      rador. Esta influencia de la carga sobre el generador puede verse en el diagrama del generador en el cual, con respecto a una admitancia de generador definida, se ha representado la relación entre la potencia de salida, la frecuencia y el coeficiente de reflexión complejo de la carga conectada al generador, mediante familias de curvas. El coeficiente de reflexión complejo es función de la admitancia de la carga compleja.

10      El diagrama de generador de los generadores de tubo de modulación en velocidad autoexcitados incluye regiones en las cuales no debe hacerse funcionar el generador. Esas regiones son las regiones de inestabilidad electrónica (región de evacuación y la región de límite térmico. En la región de inestabilidad electrónica, el modo normal de oscilación del generador cambia discontinuamente a uno o más nuevos modos de oscilación con un cambio simultáneo en frecuencia. Por consiguiente, las varias condiciones de carga dan lugar a varios puntos de funcionamiento inestable del generador, con el resultado de que no solamente es disminuído considerablemente el rendimiento de generador sino que también el generador es sobrecargado, de modo que será destruído rápidamente. Otra posibilidad en esta región de inestabilidad electrónica es un cese brusco y una reanudación igualmente brusca de la oscilación. También esto puede destruir el generador.

25      Por otra parte, el funcionamiento en la región de límite térmico durante funcionamiento prolongado puede tener como consecuencia un acortamiento de la vida o, debido al aumento de temperatura a causa del mal rendimiento

30

345501



to, una erupción de gas u otros fenómenos perturbadores  
térmicamente.

5 Todos los posibles factores de reflexión de la  
carga deben estar situados en la región entre las dos  
regiones antes mencionadas para asegurar un funcionamien-  
to estable del generador y para evitar daños. Hay casos  
de funcionamiento, por ejemplo de calentamiento homogé-  
neo y uniforme de artículos por el método de horno con-  
tínuo, en que la carga puede ser equilibrada satisfacto-  
10 riamente con el generador. En la mayoría de los casos,  
sin embargo, el dispositivo de calentamiento debe ser di-  
señado de modo que, sin modificaciones, puedan calentar-  
se artículos de forma y consistencia muy diferentes con  
absorción de la máxima parte posible de la potencia de  
15 salida del generador.

Se han adoptado muchas medidas con objeto de  
mantener el punto de funcionamiento dentro de los lími-  
tes permitidos en el diagrama de generador para funciona-  
miento en tales condiciones ampliamente divergentes. De  
20 la obra "Valvo-Berichte", volumen VII, número 1, páginas  
16 y 17, cuando se usa un magnetrón como generador, es  
conocido que el espacio de calentamiento en el cual está  
dispuesta la carga, y que frecuentemente es una cámara  
que está encerrada por paredes metálicas y cuyas dimen-  
25 siones exceden considerablemente de las de la carga, y  
que los miembros de acoplamiento y de sintonización que  
actúan como transformadores entre el generador y el espa-  
cio de calentamiento, estén diseñados de modo que con una  
carga "media" (una carga que tenga valores medios) la ad-  
30 mitancia de carga compleja que aparece en la salida del

345501

30 NOV 1967



5 generador corresponda a un punto de funcionamiento que  
está en el centro del diagrama de generador y por consi-  
guiente está espaciado aproximadamente por igual de las  
dos regiones prohibidas. No obstante, no existen reglas  
de proporción aplicables en general, sino que debe buscarse  
10 se la disposición óptima por el método de tanteo de los  
errores, y en todo caso mediante reglas experimentales.  
Debe prestarse atención especial para garantizar que en  
ninguno de los casos de carga extrema el punto de funcio-  
namiento sale de la región permitida, y concretamente que  
no entra en la región de inestabilidad electrónica.

15 De esta manera, sin embargo, no pueden prever-  
se todos los casos posibles de carga incluyendo el funcio-  
namiento sin carga, sin otra carga que no se la amortigua-  
ción natural del espacio de calentamiento. Por consiguien-  
te, para proteger al generador para todos los casos posi-  
bles se suele hacer que las pérdidas internas del espa-  
cio de calentamiento sean suficientemente grandes, o se  
proporciona una carga adicional en el espacio de calen-  
tamiento que disipe una cierta parte de la energía de que  
20 se dispone, o se acopla el espacio de calentamiento al  
generador mediante una conexión unidireccional en la cual  
parte al menos de la energía reflejada al generador, de-  
bido a falta de equilibrio, sea absorbida (véase la pági-  
na 30 de la obra antes mencionada "VALVO-Berichte").

25 Otras medidas protectoras para el generador son,  
por ejemplo, la provisión de un interruptor sensible a  
la temperatura en la región de límite térmico y la produ-  
cción de una tensión sensible al factor de reflexión com-  
pleja o al modo de oscilación, en la región de límite  
30

345501



electrónico.

5 La medida usual de la desviación máxima respecto al equilibrio ideal no es el factor de reflexión sino la relación máxima permisible de tensión a amplitud de onda estacionaria S en la unión con el generador; esa cantidad es una propiedad del tipo de generador usado y depende de su construcción y de su modo de funcionamiento. En el diagrama de generador se han representado valores crecientes de la relación de tensión a amplitud de onda estacionaria, mediante círculos de radio creciente alrededor del centro del diagrama.

10

Aunque las fases descritas pueden garantizar en cierto modo que no se produce punto de funcionamiento alguno no permisible, tienen una limitación en cuanto, por ejemplo, con la carga adicional ha de ser disipada su parte relativamente grande de la potencia de salida del generador en esa carga adicional, mientras que en el caso de disposiciones protectoras puede ser interrumpido el funcionamiento. Además, la posible salida no puede ser plenamente utilizada. Ello es debido al hecho de que, como muestra el diagrama de generador, la potencia de salida aumenta debido al aumento de rendimiento en una dirección hacia la región de inestabilidad electrónica, y disminuye debido a la disminución de rendimiento en la dirección hacia la región de límite térmico, mientras que con una carga media se requiere que el punto de funcionamiento esté situado aproximadamente a mitad de recorrido entre esas dos regiones y en particular no debe aproximarse demasiado a la región de inestabilidad electrónica, la cual forma una parte estrecha más o menos de

15

20

25

30

345501



5 forma de sector fuera de ese círculo en el diagrama del  
generador, la cual está determinada por la relación má-  
xima permisible de tensión a amplitud de onda estaciona-  
ria ( $s_{\text{máx}}$ ). Por consiguiente, precisamente las regiones  
de condiciones de gran potencia y funcionamiento esta-  
ble fuera de la región de inestabilidad electrónica no  
pueden alcanzarse como regiones de funcionamiento si se  
requiere, que todas las posibles condiciones de funcio-  
namiento estén situado dentro del círculo de la relación  
20 máxima permisible de tensión a amplitud de onda estacio-  
naria ( $s_{\text{máx}}$ ).

De la Patente para los EE. UU. Número 3.106.629  
es conocido usar medios de acoplamiento entre un genera-  
dor y un espacio de calentamiento para materiales de ele-  
vadas pérdidas. Estas disposiciones, sin embargo, se re-  
quieren para transmitir la energía con distribución sa-  
tisfactoria al espacio de calentamiento. Otro circuito  
intermedio figura descrito en "Telefunken-Röhrenmittei-  
lungen für die Industrie", Número 25. No obstante, ese  
20 circuito intermedio solamente se requiere para aumentar  
la estabilidad de frecuencia de una magnetrón en el caso  
de fluctuaciones de tensión y de cambios en la carga ex-  
terna.

Esas disposiciones intermedias no pueden ser  
25 usadas de modo que se llegue a obtener un margen de alta  
potencia de generador.

El invento evita las desventajas e inconvenien-  
tes conocidos y proporciona medios que permiten una carga  
de generador en que el punto de funcionamiento en el caso  
30 de una carga media está situado sensiblemente más lejos

345501



en la región de potencia de generador relativamente alta, sin cambios de carga que den lugar al riesgo de que el punto de funcionamiento entre en las regiones de inestabilidad electrónicas.

5 De acuerdo con el invento, en un dispositivo para generar altas frecuencias del tipo descrito en el preámbulo, ello queda garantizado por cuanto, en el caso de potencias relativamente altas, a fin de salvar la región de inestabilidad electrónica hay conectada una  
10 red entre el generador de tubo de modulación en velocidad y el espacio de calentamiento que contiene la carga, cuya red comprende una red, de inversión de impedancia y un circuito resonante que tiene una frecuencia de resonancia que es aproximadamente igual a la frecuencia media del  
15 generador del tubo de modulación en velocidad.

La expresión "frecuencia media de las oscilaciones del generador" debe entenderse que significa la frecuencia que se produce cuando el generador es cargado por una carga puramente resistiva.

20 En otra realización del invento, la red puede estar dispuesta de modo que la red de inversión de impedancia está acoplada al generador de tubo de modulación en velocidad, el circuito resonante que tiene una frecuencia de resonancia aproximadamente igual a la frecuencia  
25 media del generador de modulación en velocidad está acoplado a esa red, y la carga está acoplada a ese circuito. Ese orden de sucesión en la disposición es ventajoso cuando el citado circuito es un circuito resonante en paralelo cuyo coeficiente  $Q$  exterior, multiplicado  
30 por el cuadrado de una resistencia de carga óhmica normalizada en el margen de frecuencias del generador, es

345501



mayor que el coeficiente Q exterior del generador. Además, la red de inversión de impedancia puede invertir la admitancia compleja de la carga y el circuito acoplado a ella al plano de acoplamiento del generador. La red de inversión de impedancia puede consistir alternativa-

5 mente en un guiaoondas que tiene una impedancia característica  $Z_0$  igual a aquella mediante la cual es hecha cesar la salida del generador, y una longitud igual a  $(2n-1)$

$\lambda_w/4$ , donde  $n$  es un entero positivo.

10 Además, de acuerdo con el invento, la red puede ser una longitud de guiaoondas de la cual la primera parte, la contigua al plano de acoplamiento y que forma la red de inversión de impedancia está cargada a una distancia  $\lambda_w/4$  del generador a través de un acoplamiento

15 variable mediante la carga estando la parte siguiente, que forma el circuito resonante, que está cortocircuitado en el extremo alejado del generador, sintonizada a resonancia para  $\lambda_w/4$  y acoplada a la parte que forma la red de inversión de impedancia mediante un acoplamiento

20 variable.

La red de inversión de impedancia puede comprender alternativamente una parte de longitud  $\lambda_w/4$  de una línea coaxial, al extremo de la cual alejado del generador está acoplada la carga y a la cual está acoplada una

25 parte de una línea coaxial, la cual está cortocircuitada en el extremo exterior y está sintonizada a resonancia en  $\lambda_w/4$ , como un circuito resonante a través de un acoplamiento variable.

En otra realización del invento, el circuito puede ser un circuito resonante en serie el cual está

30 sintonizado al menos aproximadamente a la frecuencia me-

345501

30 NOV 1967

5 día del generador y está acoplado a la carga, y cuyo coeficiente Q exterior multiplicado por el cuadrado del recíproco de la resistencia de carga normalizada es mayor que el coeficiente Q exterior del generador. En esta realización puede prescindirse de una red de inversión de impedancia especial dado que la incorporación del circuito resonante en serie incluye ya la red de inversión de impedancia.

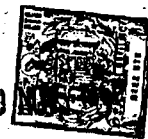
10 De acuerdo con el invento, la carga formada por el aparato de calentamiento puede ser elegida o acoplada a la red que comprende ya sea la combinación de una red de inversión de impedancia y de un circuito resonante en paralelo o de un circuito resonante en serie, de tal modo que el generador opere sustancialmente en la  
15 región de alto rendimiento.

El término "guiaondas" se usa aquí para significar cualquier clase de conductor adecuado para conducir energía electromagnética de alta frecuencia con bajas pérdidas y sin que se produzca radiación. Son conductores  
20 adecuados las líneas coaxiales, los guiaondas de varias secciones transversales, etc. La longitud de onda eléctrica de la oscilación del generador en el guiaondas a la frecuencia media del generador, la cual puede diferir de la correspondiente longitud de onda  $\lambda_0$  en el espacio libre, se ha representado por  $\lambda_w$ .

25 A continuación se describirán más detalladamente tres realizaciones del invento, con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:

30 La Fig. 1 es un diagrama de circuito que ilustra los elementos básicos de un dispositivo para generar

345501



altas frecuencias, que incluye una red de inversión de impedancia y un circuito resonante en paralelo.

5 La Fig. 2 es una vista en perspectiva de una realización del dispositivo para generar altas frecuencias como la ilustrada en la Fig. 1 y que incluye partes de guiaondas.

La fig. 3 ilustra una realización del dispositivo de la Fig. 1 que incluye partes de líneas coaxiales.

10 La Fig. 4 ilustra la relación entre las susceptancias de la carga y del generador con respecto al generador y la frecuencia del generador como cantidades escalares.

15 La Fig. 5 ilustra el diagrama de la Fig. 4 en la representación conocida como diagrama de generador.

La Fig. 6 ilustra el diagrama de circuito de los elementos básicos de un dispositivo para generar altas frecuencias, que incorpora un circuito resonante en serie.

20 La Fig. 7 ilustra una realización del dispositivo de la Fig. 6 que incluye un resonador de guiaondas de longitud  $\lambda_w/2$ .

25 Refiriéndonos ahora a la Fig. 1, hay conectados a terminales de salida 1 y 2 de un generador Gen en el plano 3 de acoplamiento una red de inversión de impedancia  $L_t$  la cual comprende un guiaondas de longitud  $\lambda_w/4$  que tiene una impedancia característica  $Z_0$  igual a la impedancia de la salida del generador. En el plano 4 hay acoplado variablemente al otro extremo de la red  $L_t$ ,  
30 un circuito resonante en paralelo  $S_k$  - representado es-

345501



quemáticamente mediante elementos de circuito concentra-  
dos - el cual está cargado en un plano de carga 5 median-  
te una carga  $V$  acoplada asimismo variablemente, de admi-  
tancia compleja,

5

10

15

20

En el dispositivo para generar altas frecuencias  
representado en la Fig. 2, la red de inversión de impe-  
dancia  $L_t$  y el circuito resonante en paralelo  $S_k$  están  
constituídos por una longitud continua de guiaondas  $H_1$  el  
cual, a una distancia  $\lambda_w/4$  del plano de acoplamiento 3  
del generador  $Gen$  está acoplado a través de una ranura  
6, de tamaño y forma variables, al espacio de calenta-  
miento 7 que contiene el material  $G$  de pérdidas en alta  
frecuencia, a ser calentado. El tamaño y las propiedades  
físicas del material  $G$ , el tamaño y la forma del espacio  
de calentamiento 7 y el tamaño y la forma de la ranura 6  
y de cualesquiera otros miembros de equilibrado y sinto-  
nización influyen en la admitancia de la carga  $Y_V = G_V$   
 $+ j B_V$  que aparece en la ranura de acoplamiento 6 (la  
cual corresponde a los planos 4 y 5 de la Fig. 1, los  
cuales coinciden en esta disposición). Así, la red  $L_t$  es-  
tá cargada en el plano 4 por la admitancia de carga  $Y_V$   
que aparece en la ranura 6.

25

El circuito resonante en paralelo  $S_k$  comprende  
una parte del guiaondas  $H_1$  alejada del generador  $Gen$ . A  
través de una ranura 8 de tamaño y forma variables está  
acoplado en forma variable a la carga  $V$  (en forma de la  
ranura 6 cargada por el material  $G$ ) y desde allí a la  
red  $L_t$ .

30

El circuito resonante en paralelo  $S_k$  puede ser  
sintonizado a resonancia para  $\lambda_w/4$  mediante un pulsador

345501



9 adaptado para moverse en la dirección del eje geométrico del guíaondas, permitiendo eliminar por sintonización cualquier susceptancia acoplada por el espacio de calentamiento 7.

5 En el dispositivo ilustrado en la Fig. 3, la red Lt y el circuito resonante en paralelo Sk del dispositivo representado en la Fig. 2 están sustituidos por partes análogas de líneas coaxiales. El circuito resonante en paralelo Sk, en forma de una línea ramificada está acoplado en forma variable a la red de inversión de impedancia Lt a través de un disco 10 cuyo espaciado desde el conductor central de esa red es variable. La carga V se ha representado esquemáticamente como un elemento de absorción en la línea coaxial, el cual tiene una admitancia compleja variable y carga a la red Lt, Sk en un plano ll (el cual corresponde a los planos 4 y 5 de la Fig. 1).

15 A continuación se describirán las funciones de los dispositivos representados en las Figs. 2 y 3, con referencia a una computación y al circuito equivalente de la Fig. 1 y a los diagramas de las Figs. 4 y 5.

20 Un generador de tubo de modulación en velocidad Gen es un oscilador que cerca de su frecuencia de resonancia puede ser considerado como un circuito IRC en disposición en paralelo (véase la Fig. 1:  $L_{Gen}$  y  $C_{Gen}$ ). Ese generador actúa sobre una carga compleja. Ello da por resultado una frecuencia  $\omega_{Gen}$  del generador, tal que la suma de las partes imaginarias de la admitancia del generador y de la admitancia de la carga que aparece en la salida del generador es igual a cero.

345501



$$B_{\text{Gen}} + B_L = 0 \quad (1.1.)$$

$$B_{\text{Gen}} = - B_L \quad (1.2)$$

5

A continuación se considerará la admitancia del generador, siendo transformadas todas las cantidades a la impedancia característica  $Z_0$  de la salida del egenerador.

Se usarán los siguientes símbolos:

10

$L_{\text{Gen}}$ ,  $C_{\text{Gen}}$  La inductancia y la capacitancia del circuito resonante del generador transformadas a la salida del generador;

15

$R_{\text{Gen}} = \frac{-1}{G_{\text{Gen}}}$  La resistencia de pérdidas o atenuación del circuito resonante del generador transformada a la salida del generador;

$Z_0 = \frac{1}{Y_0}$  La impedancia características mediante la cual se hace que cese la salida del generador.

20

Para la admitancia del generador tenemos la ecuación:

$$Y_{\text{Gen}} = G_{\text{Gen}} + Y_0 + j \left( \omega_{\text{Gen}} G_{\text{Gen}} - \frac{1}{\omega_{\text{Gen}} L_{\text{Gen}}} \right) \quad (2.1.)$$

25

Por sustitución de la frecuencia angular resonante:

$$\omega_{0 \text{ Gen}} = \frac{1}{\sqrt{L_{\text{Gen}} G_{\text{Gen}}}} \quad (2.2.)$$

30

tenemos:

345501



$$Y_{Gen} = G_{Gen} + j C_{Gen} \left( \omega_{Gen} - \frac{\omega_0^2 Gen}{\omega_{Gen}} \right) \quad (2.3.)$$

$$Y_{Gen} = G_{Gen} + Y_0 + j \omega_0 C_{Gen} \left( \frac{\omega_{Gen}}{\omega_0 Gen} - \frac{\omega_0 Gen}{\omega_{Gen}} \right) \quad (2.4.)$$

5

Cuando, como es usual, el coeficiente  $Q$  externo está definido como:

$$Q_{E Gen} = \frac{\omega_0 C_{Gen}}{G_{Gen}} \quad (2.5.)$$

se tiene que:

$$Y_{Gen} = G_{Gen} + Y_0 \left[ 1 + j Q_{E Gen} \left( \frac{\omega_{Gen}}{\omega_0 Gen} - \frac{\omega_0 Gen}{\omega_{Gen}} \right) \right] \quad (2.6.)$$

15

Por consiguiente la parte imaginaria de la admitancia del generador es:

$$B_{Gen} = Q_{E Gen} Y_0 \left( \frac{\omega_{Gen}}{\omega_0 Gen} - \frac{\omega_0 Gen}{\omega_{Gen}} \right) \quad (2.7.)$$

20

25

30

En la figura 4 se ha representado gráficamente esa parte imaginaria en función de la frecuencia normalizada para obtener la curva II. Cuando el generador está cargado mediante un circuito resonante en paralelo  $S_k$ , que no solamente tiene pérdidas internas sino que está además provisto de una carga externa  $V$ , cuyas cantidades pueden considerarse juntamente para obtener  $R_V$ , se produce para el circuito resonante  $S_k$  una curva que tiene la misma variación fundamental. Cuando la carga externa es



una admitancia compleja, cambia la frecuencia resonante del circuito. Puesto que para la carga de acuerdo con la ecuación (1.2.) debe ser representada gráficamente la parte imaginaria - B<sub>L</sub>, esa curva es una imagen simétrica de la curva II de la Fig. 4 con respecto al eje de abscisas (para conseguir mayor claridad no se ha representado esa curva en la figura). Independientemente de la posición de  $\omega_{0 \text{ Gen}}$  del generador y de  $\omega_{0 \text{ Sk}}$  del circuito resonante y de la pendiente de las dos curvas, éstas se cortan solamente en un punto, el cual representa el punto de funcionamiento del generador. No obstante, ese punto de funcionamiento puede estar situado en la región de inestabilidad electrónica del generador. En el diagrama de la Fig. 4, para la igualdad de esas frecuencias ( $\omega_{0 \text{ Gen}} = \omega_{0 \text{ Sk}}$ ), el punto de intersección está en el origen de coordenadas; las frecuencias desiguales darán por resultado un desplazamiento de las dos curvas entre sí en abscisas.

No obstante, si como ocurre en el caso de la realización del invento representada en las Figs. 1 a 3, una red Lt en forma de un guíaondas que tiene la impedancia característica Z de la salida del generador y una longitud igual a  $\lambda_{\omega} / 4$  ó un múltiplo impar de la misma, está conectada entre el generador y la carga, la situación cambia por completo. La red Lt de longitud  $\lambda_{\omega} / 4$  transforma la admitancia de carga Y<sub>V</sub> a la salida del generador de modo que la admitancia de carga es:

$$Y_L = \frac{Y_V^2}{Y_0}$$

345501



o sustituyendo el valor de  $Y_V$ :

5

$$Y_L = \frac{Y_0^2}{\frac{G}{V} + j \omega_0 \frac{C}{S_k} \left( \frac{\omega \text{ Gen}}{\omega_0 S_k} - \frac{\omega_0 S_k}{\omega \text{ Gen}} \right)} \quad (3.2.)$$

o con otros símbolos:

10

$$Y_L = \frac{1}{\left[ \frac{Z_0}{R_V} + j \frac{Q}{E V} \left( \frac{\omega \text{ Gen}}{\omega_0 S_k} - \frac{\omega_0 S_k}{\omega \text{ Gen}} \right) \right]} \quad (3.3.)$$

donde :  $Q_{E V} = \omega_0 \frac{C}{S_k} \frac{Z_0}{S_k}$  (3.4.)

15 La parte imaginaria  $B_L$  de la admitancia de carga  $Y_L$  es pues:

$$-Q_{E V} \left( \frac{\omega \text{ Gen}}{\omega_0 S_k} - \frac{\omega_0 S_k}{\omega \text{ Gen}} \right)$$

20

$$B_L = \frac{1}{\left[ \frac{Z_0^2}{R_V} + \frac{Q_E^2}{V} \left( \frac{\omega \text{ Gen}}{\omega_0 S_k} - \frac{\omega_0 S_k}{\omega \text{ Gen}} \right) \right]} \quad (3.5.)$$

25 y por consiguiente tiene en principio la forma representada mediante las curvas  $I_1, I_2, \dots$  como función de la frecuencia normalizada.

En lo que antecede se ha tomado en consideración el hecho de que  $-B_L$  debe ser representada gráficamente, ya que de acuerdo con la ecuación (1.2.) para la oscilación  $\omega \text{ Gen}$  producida, la susceptancia  $jB_{\text{Gen}}$  debe ser igual a - 1 veces la susceptancia  $B_L$ , es decir debe ser igual a

345501



30 N

- B. En la Fig. 4, la frecuencia de resonancia  $\omega_{L0}$  Sk del circuito resonante en paralelo Sk es igual a la frecuencia de resonancia  $\omega_{0}$  Gen (la frecuencia media) del generador.

5 El parámetro de las curvas características I a I es el cociente  $R/Z$  es decir la relación entre la parte real de la resistencia de carga V y la impedancia característica Z del guionadas L, el cual forma la red de inversión de impedancia. Al aumentar la relación entre esas dos cantidades, aumentarán tanto el valor máximo de la parte reactiva como la pendiente de la característica en el punto de inflexión, cuyo punto de inflexión, en el caso de la igualdad de frecuencia, coincide con el origen de coordenadas.

10 La pendiente de la curva II depende a su vez de los datos del generador y es una constante del generador de que se trate.

15 Se dispone de un punto de funcionamiento estable en los puntos de intersección de las curvas I y II, donde el cociente diferencial de las curvas I a I de la parte imaginaria de la admitancia es igual o menor que el cociente diferencial de la curva II de la parte imaginaria de la admitancia de generador. Tal ocurre en los puntos 12 y 13 de la curva I y en los puntos 14 y 15 de la curva I, pero no ocurre en aquellos puntos de intersección de estas curvas que estén en el origen de coordenadas.

20 La anterior condición para un punto de funcionamiento estable queda satisfecha para las curvas I a I en el punto de intersección de los ejes.



Si, momentáneamente, debido a una variación de los valores de la carga, se alcanzase en la rama en pendiente de la curva correspondiente a la parte imaginaria de la admitancia de la carga, cuya rama pasa por el origen de coordenadas, el punto situado entre la curva II, para la parte imaginaria de la admitancia del generador, y el eje de ordenadas, el punto de funcionamiento salva el punto medio de intersección situado en el origen de coordenadas de modo que se alcanza el punto de funcionamiento estable en el cuadrante opuesto; no puede ser alcanzado un punto de funcionamiento estable en la región de inestabilidad electrónica.

El límite en el cual el punto de funcionamiento no salta se ha representado mediante la curva I<sub>3</sub>, la pendiente de la cual en el punto de inflexión es igual a la pendiente de la curva II. En ese punto de inflexión el cual para la igualdad de frecuencias  $\omega_{0\text{ Gen}} = \omega_{0\text{ Sk}}$  coincide con el punto de inflexión de la curva II, coinciden las tangentes de esas dos curvas. Por consiguiente, ese es el único punto posible y al mismo tiempo estable de intersección de las dos curvas. Las curvas I<sub>4</sub>, I<sub>5</sub> e I<sub>6</sub> de las cuales el valor del parámetro  $R/V_0$  es menor que el de la curva límite I<sub>3</sub>, tienen también cada una solamente un punto único estable de intersección situado fuera de la región de inestabilidad electrónica.

Quando el circuito resonante en paralelo Sk está cargado mediante una carga compleja, o el circuito resonante no está exactamente sintonizado a la frecuencia angular de resonancia  $\omega_{0\text{ Gen}}$  del generador, se producirá un desplazamiento paralelo de las curvas, pero ello

345501



no dá lugar a cambio alguno fundamental en su comportamiento.

La pendiente de la curva de la susceptancia  $B_{Gen}$  se obtiene diferenciando la ecuación (2.7) con respecto a la frecuencia:

5

$$\frac{d(B_{Gen})}{d(\frac{\omega_{Gen}}{\omega_0})} = \frac{Q_E \text{ Gen}}{E_0} \left[ 1 + \left( \frac{\omega_0 C \text{ Gen}}{\omega_{Gen}} \right)^2 \right] \quad (4.1.)$$

10

en el punto  $\omega_{0 \text{ Gen}} = \omega_{Gen}$  la pendiente de esa curva es

15

$$\frac{d(B_{Gen})}{d(\frac{\omega_{Gen}}{\omega_0})} \bigg|_{\omega_0 \text{ Gen} = \omega_{Gen}} = \frac{2 Q_E \text{ Gen}}{Z_0} \quad (4.2.)$$

20

La pendiente de la curva de la susceptancia  $-B_L$  de la carga se obtiene diferenciando la ecuación (3.5.) con respecto a la frecuencia.

25

$$\frac{Z_0^2}{2} - \frac{Q_E^2}{V} \left( \frac{\omega_{Gen}}{\omega_0 S_k} - \frac{\omega_0 S_k}{\omega_{Gen}} \right)^2 \frac{Q_E}{V} \left[ 1 + \left( \frac{\omega_0 S_k}{\omega_{Gen}} \right)^2 \right]$$

(5.1.)

30

$$\frac{d(=B_L)}{d(\frac{\omega_{Gen}}{\omega_0 S_k})} = \frac{RV}{Z_0 \left[ \frac{Z_0^2}{R} + \frac{Q_E^2}{V} \left( \frac{\omega_{Gen}}{\omega_0 S_k} - \frac{\omega_0 S_k}{\omega_{Gen}} \right)^2 \right]^2}$$

345501



siendo entonces la pendiente en el punto  $\omega_{osK} = \omega_{Gen}$ :

5

$$\frac{d(-B_L)}{d(\frac{\omega_{Gen}}{\omega_{osK}})} \omega_{osK} = \omega_{Gen} = \frac{2 Q_E V^R V^2}{Z_0^3} \quad (5.2.)$$

10 Por consiguiente la condición para salvar la región de inestabilidad electrónica en los dispositivos como los ilustrados en las Figs. 1 a 4 es:

15

$$\frac{2 Q_E Gen}{Z_0} < \frac{2 Q_E V^R V^2}{Z_0^3} \quad (6.1.)$$

20

$$Q_E Gen < Q_E V \left(\frac{R}{Z_0}\right)^2 \quad (6.2.)$$

o por sustitución según las definiciones de las ecuaciones (2.5.) y (3.4.) para  $\omega_{o Gen} = \omega_{o Sk}$ :

25

$$\omega_{o Gen}^C Z_0 < \omega_{o Gen}^C SK Z_0 \left(\frac{R}{Z_0}\right)^2; \quad (6.3.)$$

30

$$\omega_{o Gen}^C < \omega_{o SK}^C \left(\frac{R}{Z_0}\right)^2 \quad (6.4.)$$

345501

30 NOV



5 En el diagrama de generador de la Fig. 5, la familia de círculos I<sub>1</sub> a I<sub>5</sub> tiene los mismos valores de parámetro que la familia de curvas I<sub>1</sub> a I<sub>5</sub> de la Fig. 4; los círculos son los lugares geométricos para condiciones de funcionamiento con el mismo valor de  $R/Z_0^V$  (para mayor claridad se ha omitido el círculo para  $R/Z_0^V = 0,5$ ). Las líneas  $\Omega_0$  a  $\Omega_9$  y  $1/\Omega_9$  son respectivamente los lugares geométricos de los puntos con la misma frecuencia  $\omega_{Gen}$ ; en la Fig. 4 se han representado con los valores asociados de las abscisas. Puesto que el diagrama de generador está relacionado con el plano de acoplamiento 3 y representa admitancias, los círculos I<sub>1</sub> a I<sub>5</sub> tienen realmente el parámetro  $Z/R_0^L$ . No obstante, si como se ha representado en la Fig. 1 la carga V y la  $\lambda_W/4$  de la red LT están acopladas al circuito resonante en paralelo  $\Omega_k$  con el mismo grado de ajuste, la resistencia de carga normalizada  $R/Z_0^V$  no es transformada desde el plano 5 al plano 4 y  $R/Z_0^V$  aparece en el plano de acoplamiento 3, invertida a través de la  $\lambda_W/4$  de la red Lt, como la admitancia de carga  $Z/R_0^L$ . Por consiguiente, en la citada condición,  $R/Z_0^V$  puede ser igualada a  $Z/R_0^L$  en el diagrama de la Fig. 5.

20 Los puntos en los cuales la curva característica II de la Fig. 1 corta a las curvas I se han representado en la Fig. 5 como una curva II que encierra una región de forma de gota la cual essalvada por el punto de funcionamiento y en la cual está la región de inestabilidad electrónica III del generador Gen.

30 Los puntos 12 a 15 son idénticos a los de la Fig. 4 y representan los puntos de funcionamiento estable de esa figura.

345501

30 NOV.



Las características  $P_1$  a  $P_6$  en líneas de puntos y trazos son los lugares geométricos de los puntos de la misma potencia  $P_1$  está asociada a una baja potencia,  $P_6$  está asociada a una alta potencia.

5 El diagrama de la Fig. 5 ilustra que los puntos de funcionamiento medios pueden estar situados en la región de alta potencia de generador sin el riesgo de que se produzca un punto de funcionamiento estable en la región de inestabilidad electrónica (como se ha expuesto en el preámbulo, pues tal condición de funcionamiento conduciría rápidamente a la destrucción del generador).

10 Con respecto al plano de acoplamiento 3 de las Figs. 1 a 5, se refiere al plano de acoplamiento "resistivo" del generador y no a una realización incidental del acoplamiento, que en la mayoría de los casos está espaciado del plano de acoplamiento del generador resistivo con interposición de una longitud de línea o de guías, por razones mecánicas. Si en los  
15 datos técnicos de un generador, como ocurre usualmente, el diagrama de generador se refiere al plano de conexión mecánica, mediante una interposición adecuada de una línea o guía que tiene una impedancia característica  $Z_0$  igual a la de la salida del generador, el plano de  
20 acoplamiento resistivo debe ser transformado a través de una distancia  $\lambda/2$  ó un múltiplo par de la misma. Como resultado, la curva de frecuencia  $\omega$ , y por consiguiente la región de inestabilidad electrónica, es  
25 rotada en el diagrama de generador en la dirección del eje real del diagrama, dando por resultado la condi-

25.11.67

345501



ción representada en la Fig. 5.

Los valores numéricos de las Figs. 4 y 5 se refieren a una realización práctica del dispositivo para generar altas frecuencias de acuerdo con el invento, en que el generador de tubo de modulación en velocidad es un magnetrón de onda continua que tiene una frecuencia  $\omega_{o \text{ Gen}}$  de 2450 Mc/s, una potencia media de 2 kilovatios y una relación máxima permisible de tensión a amplitud de onda estacionaria,  $s_{\text{max}}$ , de 2,75, hacia la región de inestabilidad electrónica. Estos valores quedan a una distancia de seguridad de la región de inestabilidad electrónica, la cual comienza solamente en  $S = 3,5$ . La impedancia característica de la conexión coaxial del generador es de  $50 \Omega$  y el acoplamiento (con independencia de sus influencias externas) entre el magnetrón y esa conexión está fijo de modo que el coeficiente Q externo  $Q_E$  es igual a 380.

Como se ha indicado en lo que antecede, la parte imaginaria  $B_{\text{Gen}}$  de la admitancia  $Y_{\text{Gen}}$  del generador está representada mediante la curva II. Las curvas I<sub>1</sub> a I<sub>6</sub> corresponden a diferentes resistencias de carga  $R_V$ . Puesto que ahora, en el eje real del diagrama de generador, en la dirección en la cual está situada la región de inestabilidad electrónica la razón  $s$  de tensión a amplitud de onda estacionaria es idéntica al valor del parámetro  $R_V/Z_0$ , el circuito resonante en paralelo Sk debe estar acoplado a la carga V y a la red Lt de tal manera que se obtenga  $R_V/Z_0 = s_{\text{máx}} = 2,75$  como valor del parámetro de la curva límite I<sub>3</sub>. De acuerdo con la ecuación (6.2).

30 NOV



$$Q_{E V} > Q_{E \text{ Gen}} : \left( \frac{R}{Z_0} \right)^2 ;$$

$$Q_{E V} > \frac{380}{2.75} \approx 50$$

14

10

Mediante esta elección  $Q_{E V}$ , que puede ser determinada por medida, se asegura, para cualquier caso que pueda producirse en funcionamiento, que el punto de funcionamiento salva la región electrónicamente inestable.

15

20

25

30

Si el punto de funcionamiento medio está situado en la región de alta potencia, el lugar geométrico de sustancialmente todos los puntos de funcionamiento está en esa región y ese lugar geométrico no se extiende penetrando en la región de menor potencia. No obstante, como se ilustra en el diagrama, ello implica una gran variación de frecuencias. Esto es muy ventajoso en un horno de microondas de diseño conocido en que el material a ser calentado es tratado en un espacio de calentamiento cuyas dimensiones son grandes en comparación con la longitud de onda, pues en tal espacio de calentamiento la cantidad de modos de oscilación aumenta al aumentar el margen de frecuencias de funcionamiento. Si hay solamente uno o unos pocos modos de oscilación, es probable que se produzca una trama o cuadrícula de energía en el material tratado, lo cual da lugar a calentamiento no uniforme. Esa trama es diferente espacialmente para los diversos modos de oscilación. Por consiguiente si la variación de frecuencia continúa en un amplio mar-

25.11.67

-26-

345501



gen hace que se produzcan gran número de modos de oscilación, la situación de la trama o cuadrícula de energía en el material cambia continuamente, de modo que la distribución de energía se hace más uniforme.

5                    Ese efecto puede ser estimulado alimentado al generador con corriente de funcionamiento no suavizada, la cual, en la manera conocida, dá lugar a una modulación de frecuencia adicional.

10                    El circuito equivalente de la Fig. 6 incluye como red un circuito resonante en serie RK el cual está conectado en serie con la carga V y forma la disposición de circuito doble de un circuito resonante en paralelo Sk con una sección de inversión precedente Lt. Como ilustra la Fig. 6, el circuito resonante en serie Rk puede ser conectado o bien directamente al plano de acoplamiento 3 del generador Gen, o bien a una distancia de  $n \lambda_W / 2$  en el plano 4. (Como es sabido, no hay inversión de impedancia mediante una longitud de guiaondas de  $n \lambda_W / 2$ ). También puede proveerse un guiaondas de longitud  $n \lambda_W / 2$  entre el plano de carga 5 y la carga V. Un cálculo análogo al calculado para la combinación Lt - Sk nos dá la siguiente condición para salvar la región de inestabilidad electrónica:

25

$$Q_{E Rk} \left( \frac{Z_0}{R_V} \right) = \frac{1}{\omega_{O Rk} C_{Rk} Z_0} \cdot \left( \frac{Z_0}{R_V} \right)^2 \Bigg) Q_{E Gen} =$$

$$\omega_{O Gen} C_{Gen} Z_0$$

30

345501



o bien, dicho con otras palabras, la resistencia de carga  $V$  debe ser elegida o acoplada al circuito resonante en serie  $R_k$  de tal modo que el coeficiente  $Q$  externo

5  $Q$  de ese circuito multiplicado por el cuadrado  $\frac{E R_k}{(Z/R)^2}$  del recíproco de la resistencia de carga normalizada sea mayor que el coeficiente  $Q$  externo  $R$   $\frac{E \text{ Gen del}}$

generador.

10 La Fig. 7 ilustra una realización del dispositivo para generar altas frecuencias que corresponde a la Fig. 6. La energía del egnerador Gen está acoplada a través de una sonda a un guiaondas 12, el cual, en el extremo alejado de un espacio de calentamiento 7, termina conductivamente a una distancia de  $\lambda_W/4$ . Un guiaondas de longitud  $\lambda_W/2$ , el cual forma el circuito resonante en serie  $R_k$ , está acoplado al guiaondas 12 a través de una ranura 13 en una superficie mayor de ese guiaondas a una distancia  $\lambda_W/2$  del plano de acoplamiento 3 del generador. El coeficiente de acoplamiento está determinado por la forma y el tamaño de la ranura.

20 El espacio de calentamiento 7 cargado por material G está acoplado como una carga al guiaondas 12 a través de una ranura 14 de forma y tamaño variable a una distancia  $\lambda_W/2$  del plano 4.

25 Se ha elegido el acoplamiento del circuito resonante en serie  $R_k$  a través del guiaondas de longitud  $\lambda_W/2$ , el cual no invierte la impedancia, para evitar que el espacio de calentamiento y el circuito resonante en serie ejerzan influencias perturbadoras entre sí a través de los campos que no son homogéneos en las áreas de acoplamiento.

30

345501



5 Esta solicitud que corresponde a la presenta-  
da en la República Federal Alemana, el 29 de Septiembre  
de 1966 Nº P 40.461 IXd/21d<sup>2</sup>, se acoge a los beneficios  
del artº 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Indus-  
trial.

10 N O T A

15 Los puntos de invención propia y nueva que se  
presentan para que sean objeto de esta solicitud de paten-  
te de invención en España por VEINTE años son los siguien-  
tes:

20 1.- Un dispositivo para generar altas frecuen-  
cias que incluye un generador de tubo de modulación en  
velocidad de onda continua, autoexcitado, el cual está  
acoplado a una carga y cuyo margen de funcionamiento per-  
manece siempre en una región exterior a la región de ines-  
tabilidad electrónica, incluso con variación en la carga,  
25 caracterizado por que con objeto de asegurar que a poten-  
cias relativamente altas el punto de funcionamiento salva  
la región de inestabilidad electrónica, hay conectada en-  
tre el generador de tubo de modulación en velocidad y la  
carga una red que comprende una red de inversión de impe-  
dancia y un circuito resonante que tiene una frecuencia  
de resonancia que es aproximadamente igual a la frecuencia  
30 media del generador de tubo de modulación en velocidad.

30 2.- Un dispositivo para generar altas frecuencias

7 6 NOV. 19



5

según la reivindicación 1, caracterizado porque la red de inversión de impedancia está acoplada con el generador de tubo de modulación en velocidad, el circuito resonante que tiene una frecuencia de resonancia aproximadamente igual a la frecuencia media del generador de tubo de modulación en velocidad está acoplado con esa red y la carga está acoplada con ese circuito resonante.

10

3.- Un dispositivo para generar altas frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque el circuito resonante comprende un circuito resonante en paralelo, cuyo coeficiente  $Q$  externo multiplicado por el cuadrado de una resistencia de carga normalizada es mayor que el coeficiente  $Q$  externo del generador en el margen de frecuencias del generador.

15

4.- Un dispositivo para generar altas frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la red de inversión de impedancia invierte la admitancia compleja de la carga y del circuito resonante acoplado con ella al plano de acoplamiento del generador.

20

5.- Un dispositivo para generar altas frecuencias, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la red de inversión de impedancia es un guíaondas que tiene una impedancia característica igual a aquella mediante la cual es hecha cesar la salida del generador y una longitud de  $(2n - 1) \lambda / 4$  (donde  $n$  es un entero positivo).

25

30

6.- Un dispositivo para generar altas frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la red es una longitud de guíaondas

25.11.67

-30-

345501



5 del cual la primera parte, que está contigua al plano de acoplamiento y forma la red de inversión de impedancia, está cargada a una distancia  $\lambda_W/4$  del generador a través de un acoplamiento variable mediante la carga, estando la parte siguiente que forma el circuito resonante, que está cortocircuitado en el extremo alejado del generador, sintonizada a resonancia para  $\lambda_W/4$  y acoplada con la parte que forma la red de inversión de impedancia, a través de un acoplamiento variable.

10 7.- Un dispositivo para generar altas frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la red de inversión de impedancia está formada por una línea coaxial de longitud  $\lambda_W/4$ , que en el extremo alejado del generador está acoplada con la carga y que está acoplada a través de un acoplamiento variable con una línea coaxial, la cual está cortocircuitada en el extremo exterior y sintonizada para resonancia a  $\lambda_W/4$  y que sirve como circuito resonante.

20 8.- Un dispositivo para generar altas frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el circuito resonante comprende un circuito resonante en serie que está sintonizado al menos aproximadamente a la frecuencia media del generador y que está acoplado a la carga, siendo el coeficiente Q externo de ese circuito, multiplicado por el cuadrado del recíproco de la resistencia normalizada de la carga, mayor que el coeficiente Q externo del generador.

30 9.- Un dispositivo para generar altas frecuencias



cias según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la carga está elegida o acoplada con la red de tal manera que el generador opera sustancialmente en la región de alto rendimiento.

5

10.-Un dispositivo para generar altas frecuencias.

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.

10

Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 28 de Mayo de 1964

P.A.

Alberto de Elzabur  
For. Pcia.

25.11.67

JMS/.

-32-

345501

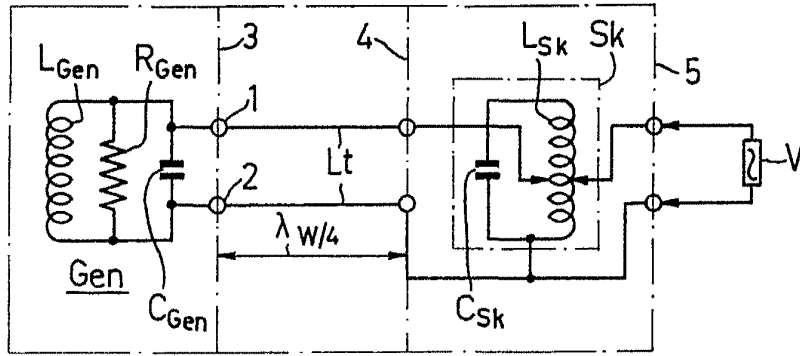


FIG.1

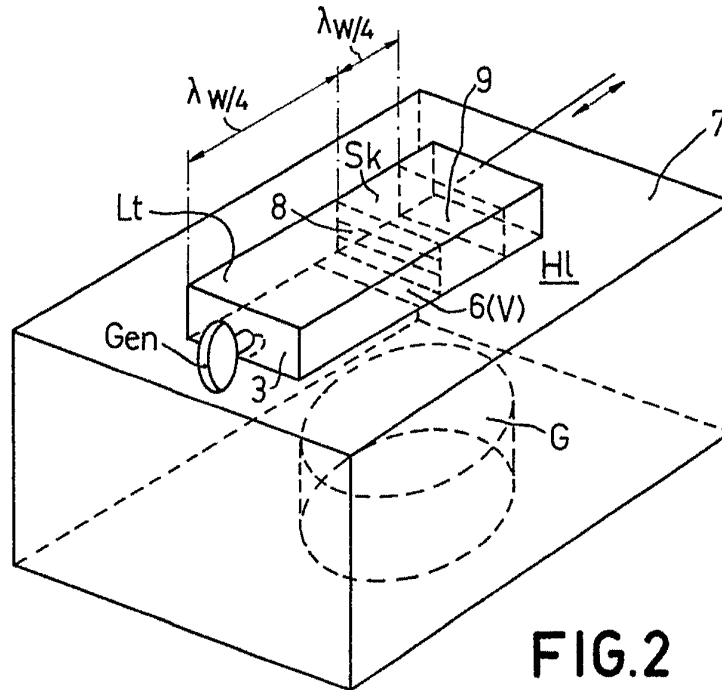


FIG.2

345501

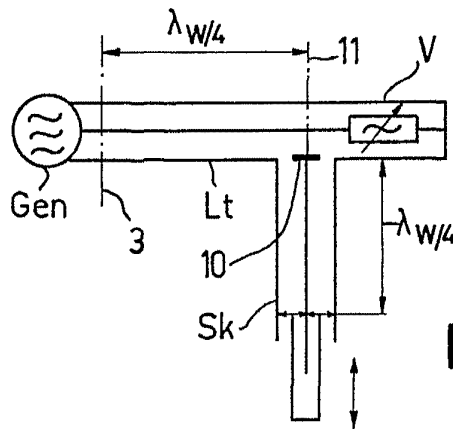


FIG.3

*Handwritten signature or initials.*

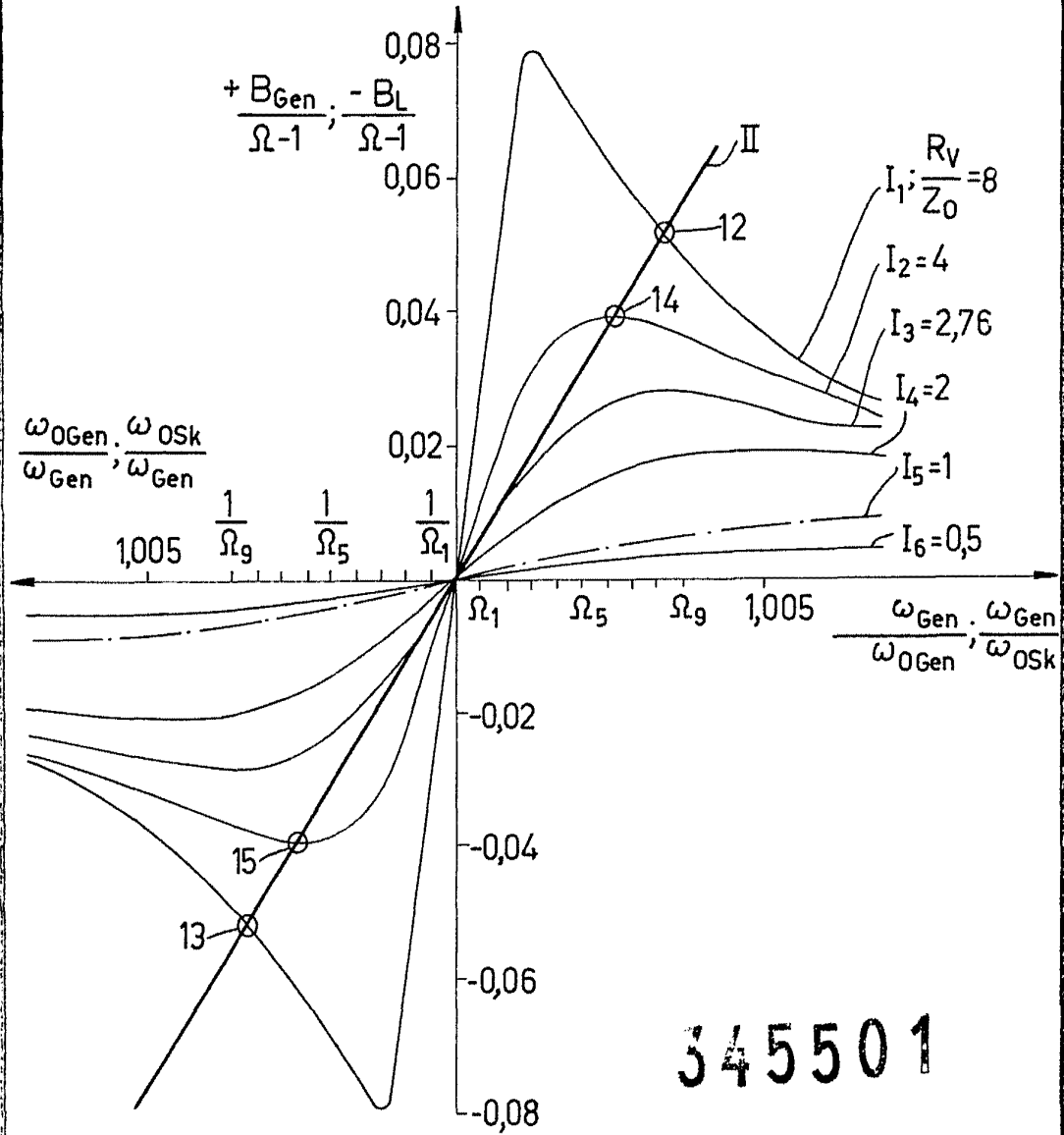


FIG.4

*Winters*

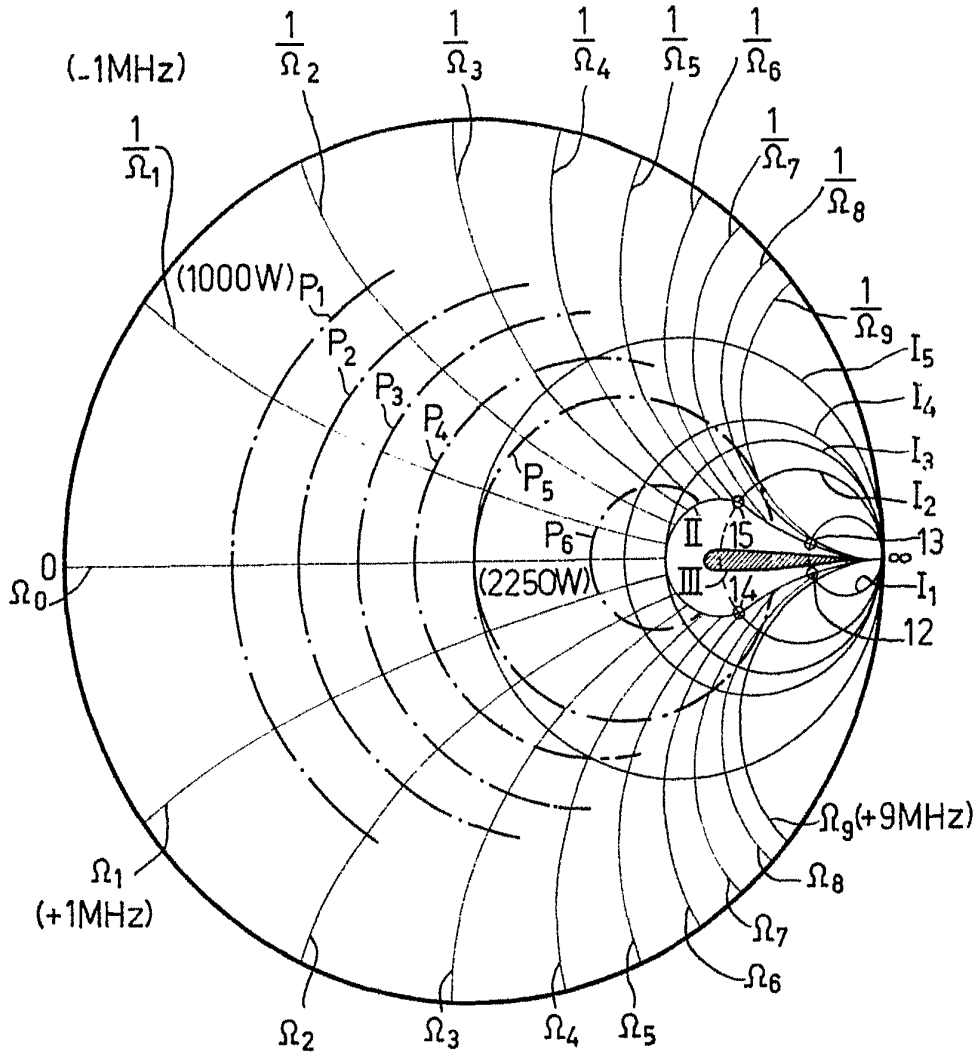


FIG.5

345501

*Handwritten signature or initials.*

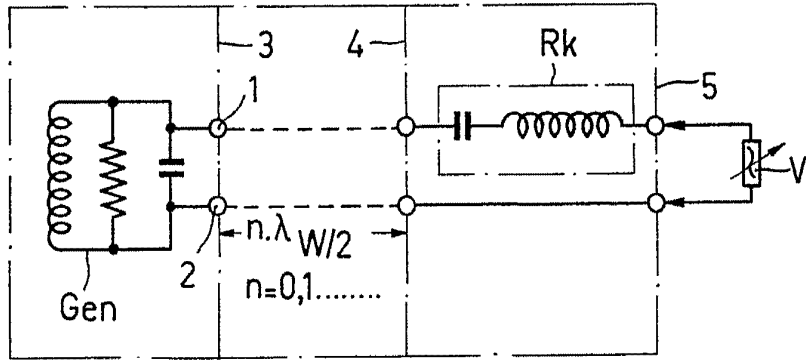
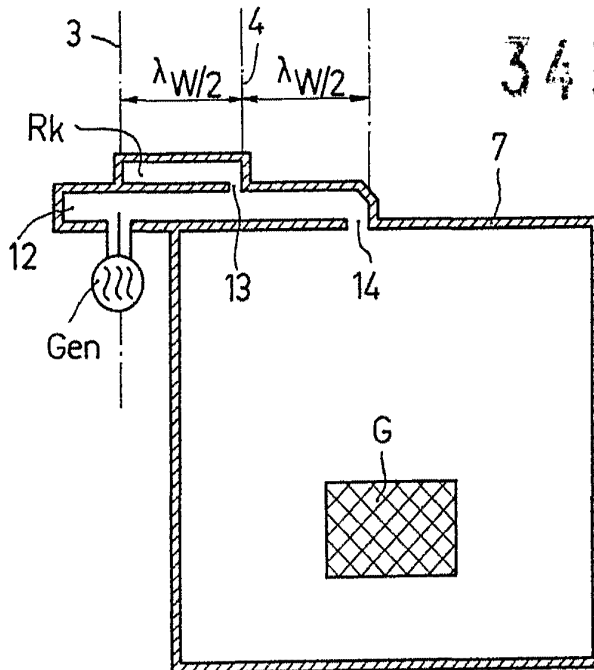


FIG. 6



345501

FIG. 7

*Handwritten signature or initials.*