

22 ENE 1965

306701

P.- 28.080

CSF 1.919



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 3 de diciembre de 1.964, con el nº 306.701

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de C.S.F. COMPAGNIE GENERALE DE TELEGRAPHIE SANS
FIL, sociedad anónima francesa, establecida en 79, Boule-
vard Haussmann, París, Francia, por:

"UN APARATO EMISOR DE MODULACION DE AMPLITUD"

=====

El presente invento tiene por objeto un perfecciona-
miento en los emisores de modulación de amplitud que uti-
lizan un klystron con cavidades múltiples, permitiendo
dicho perfeccionamiento, gracias a una doble modulación
que no origina dificultades en lo que concierne a las re-
laciones de fase a observar, en evitar a la vez el poco
rendimiento del klystron utilizado como amplificador con
haz de intensidad constante, y los inconvenientes inheren-
tes a su empleo como amplificador-modulador de una oscila-
ción sinusoidal pura.



Según el presente invento, un emisor con modulación de amplitud que incluye: una entrada general en la cual son aplicadas las señales que traducen la información a transmitir, un amplificador lineal cuya entrada está unida a dicha entrada general, un oscilador a la frecuencia de emisión, un dispositivo de modulación en amplitud cuya entrada de portadora y la entrada de modulación están acopladas respectivamente a la salida del oscilador y a la salida del amplificador lineal; y un klystron con cavidades múltiples cuya entrada de alta frecuencia está acoplada a la salida del dispositivo de modulación en amplitud, se caracteriza por que dicha fuente de señales alimenta igualmente un segundo amplificador, que no amplifica más que las crestas, que rebasan un nivel predeterminado de su señal de entrada, estando unida la salida del segundo amplificador al ánodo de modulación del haz del klystron, y por que una vía de contrarreacción de envolvente une la salida del klystron con la entrada de un paso del amplificador lineal.

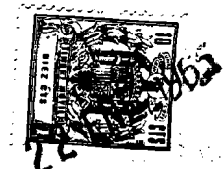
El invento y sus ventajas serán mejor comprendidos, y otras características se pondrán de manifiesto con ayuda de la descripción siguiente y de los dibujos que a ella se refieren, en los cuales:

La figura 1 es el esquema de un montaje de modulación en amplitud de un klystron con cavidades múltiples por modulación de la intensidad del haz.

Las figuras 2 y 3 son curvas características que ilustran el funcionamiento del esquema de la figura 1.

La figura 4 es el esquema de un modo de realización de un emisor ultraalta frecuencia con klystron de cavida-

306701



des múltiples con una modulación de corriente del klystron superpuesta a la modulación de la señal ultraalta frecuencia de entrada.

5 Las figuras 5 y 6 son curvas características que explican el funcionamiento del emisor de la figura 4.

Se describirá a título preliminar, con ayuda de la figura 1, un dispositivo de modulación en amplitud de un klystron con cavidades múltiples, que recibe por lo demás una señal de alta frecuencia constituida por una oscilación sinusoidal pura.

10 En la figura 1, se ha representado esquemáticamente en 20 un klystron con cavidades múltiples, a título de ejemplo del tipo F 2008. No se han representado más que los elementos necesarios para la comprensión del invento, haciendo abstracción, por ejemplo, de la envolvente que mantiene el dispositivo bajo un vacío elevado.

En 19 está representado el cátodo. Este es calentado por medio del filamento 7 alimentado por el dispositivo de alimentación 1.

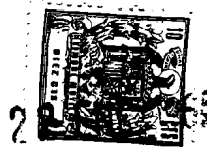
20 En 8 está representado el wehnelt, y en 9 un electrodo, comunmente denominado ánodo de modulación.

El recorrido del haz incluye luego un conducto A-A' que atraviesa cuatro cavidades sucesivas 11 a 14 de las cuales las tres primeras pueden incluir dispositivos de amortiguación 15 a 17.

25 La primera cavidad 11 incluye además una entrada en la cual es aplicada la señal de entrada de alta frecuencia del klystron.

30 La última cavidad 14 incluye, una salida 28 que es la salida del klystron.

306701



En 6 está representado el colector.

Una fuente de alimentación 3, unida por un polo negativo al cátodo 19 y por un polo positivo a la salida del conducto A A' y al colector 6, constituye la alimentación de alta tensión del klystron.

Una fuente auxiliar 2, unida por un polo positivo al polo negativo de la fuente 3 y por su polo negativo al wehnelt 8, asegura la polarización negativa de este en relación al cátodo 19.

Una fuente de polarización 5 está unida por su polo positivo al colector 6 y al polo positivo de la fuente 3, y por su polo negativo a un modulador 4, representado esquemáticamente por el bloque 4, cuya salida está unida al ánodo 9.

Abstracción hecha de la alimentación del ánodo de modulación, este montaje corresponde a la utilización clásica del klystron como amplificador de una señal de alta frecuencia modulada en amplitud.

En este último caso, el ánodo de modulación está unido al polo positivo de la fuente 3 por medio de una simple resistencia, y sirve de dispositivo de protección contra un eventual flash (brusca intensificación de la corriente electrónica debida a una ionización).

La señal de alta frecuencia previamente modulada en amplitud se aplica entonces en la entrada 10, y la señal amplificada se recoge en la salida 18.

Para explicar el mal rendimiento energético del funcionamiento del klystron como amplificador puro y simple, y la mejora conseguida a este respecto por su utilización como amplificador modulado, nos colocaremos, por ejemplo,

306701



en el caso de un emisor de sonido modulado en amplitud con un índice máximo de modulación de 100%.

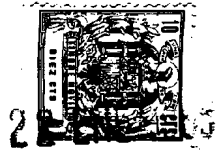
Si el klystron se utiliza como amplificador lineal, funciona a la manera de un amplificador "clase A" con una corriente de colector I_c constante, cualquiera que sea el nivel de la señal de entrada. Designando por V_c la tensión de la fuente Σ , la potencia de alimentación aplicada al klystron es $V_c \cdot I_c$, y el rendimiento potencia alta frecuencia de salida/potencia aplicada al haz, si es por ejemplo de 40% para la potencia cresta de salida, cae a 10% para el funcionamiento como potencia portadora. Como se valora en 30% el índice de modulación estadística media, la potencia media emitida no difiere apenas de la potencia portadora y el rendimiento es muy mediocre.

La utilización del klystron como amplificador modulado, siendo aplicada la modulación sobre el ánodo de modulación con objeto de hacer variar la intensidad del haz en función de la señal modulante de baja frecuencia, permite hacer variar la potencia de alimentación proporcionada en función del nivel de la señal modulante transmitida y, por consiguiente, mejorar el rendimiento.

Según el esquema de principio de la figura 1, se aplica entonces en Σ una señal de alta frecuencia constituida por una oscilación sinusoidal pura cuya amplitud se elige de manera que la saturación de la potencia de salida sea alcanzada para las crestas de la señal aplicada sobre el ánodo de modulación.

En esas condiciones, la característica de modulación del tubo presenta el aspecto indicado en la figura 2, don-

306701



de se ha llevado a las abscisas la relación V_a/V_c , y a las ordenadas la relación U_s/U_{so} , donde V_c es la tensión de la fuente 3, V_a la diferencia de potencial entre el ánodo de modulación 9 y el cátodo 19 ($V_a = V_c - V_p + V_m$, donde V_m es la tensión proporcionada por el elemento 4, y V_c y V_p , los valores absolutos de las tensiones proporcionadas por las fuentes 3 y 5 respectivamente), U_s la amplitud de salida y U_{so} la amplitud de salida de cresta.

La amplitud en potencia portadora, en el ejemplo considerado, corresponde a $U_s/U_{so} = 0.5$.

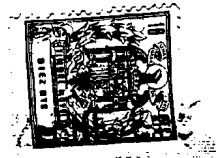
La tensión de ánodo de modulación V_a que corresponde a la portadora es de aproximadamente 0,5 veces la tensión V_c . Para esta tensión, la corriente del haz I_c es aproximadamente igual a 0,35 veces la corriente máxima, como se puede comprobar en la curva de la figura 3, donde se ha llevado a las abscisas la relación V_a/V_c y a las ordenadas la relación I_c/I_{co} , donde I_{co} es la corriente de colector obtenida para $V_a/V_c = 1$. Esta curva corresponde aproximadamente a la función.

$$\frac{I_c}{I_{co}} = \frac{V_a^3}{V_c^3}$$

Se ha reducido, pues, el consumo en más de la mitad, siendo despreciable la corriente de ánodo de modulación.

Pero como se ve en la figura 2, la característica de modulación no es lineal; es posible, en principio, remediar este defecto por una vía de contrarreacción global de envolvente, no representada, que acopla la salida 18 del klystron con la entrada del circuito 4.

La dificultad viene de que la tensión de modulación



$V_m = V_a + V_p - V_c$ debe ser proporcionada a un nivel muy elevado. En efecto, V_a debe variar de 0 a V_c , y V_m debe variar por consiguiente de $V_p - V_c$ a V_p , por lo tanto en un intervalo de V_c , que es del orden de 15 a 20 KV. Esto plantea el problema de la obtención de la tensión de modulación requerida sin rotación de fase importante que complica así la aplicación de la contrarreacción global. La impedancia de carga es, en efecto, elevada, siendo la corriente de ánodo de modulación muy débil (del orden de un miliamperio) y el efecto de las capacidades parásitas importante (a menos de cargar el modulador 4 sobre una resistencia de poco valor, lo que conduce a una potencia de baja frecuencia importante que reduce otro tanto el rendimiento global). Esta solución no es, pues, satisfactoria.

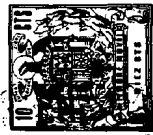
15 La figura 4 es el esquema de un emisor con klystron según el invento.

En esta figura se ha representado en 20 el klystron de la figura 1, en 10 su entrada de alta frecuencia y en 9 su entrada de ánodo de modulación. La salida del klystron 20 está unida a una antena 21.

En 28 está representado el circuito que proporciona la señal de baja frecuencia a transmitir, alimentando éste en paralelo dos amplificadores 27 y 31, siendo el primero un amplificador de clase A y el segundo un amplificador de clase B. La salida del amplificador 31 está unida al ánodo de modulación 9 del klystron, polarizado por lo demás por una fuente no representada, así como tampoco las otras fuentes de alimentación continuas del klystron, para las cuales se hará referencia a la figura 1.

30 En 29 está representado un oscilador de alta frecuen-

306701



cia cuya salida está unida a una de las entradas de un amplificador modulado clásico 30 (de modulación por la rejilla, por el cátodo o por el ánodo) cuya entrada de modulación está unida a la salida del amplificador 27.

5 La salida del amplificador modulado 30 está unida a la entrada de alta frecuencia 10 del klystron 20.

La oscilación proporcionada por el oscilador 29 es, pues, modulada en amplitud por la totalidad de la señal de baja frecuencia en el amplificador modulado 30, y luego aplicada en la entrada ultraalta frecuencia del klystron.

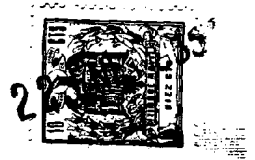
10 El amplificador 31 no pasa más que las partes positivas de la señal; la tensión de reposo del ánodo de modulación es regulada de manera que permita la obtención de la potencia portadora. El consumo será, pues, reducido en la mitad aproximadamente, como en el caso de la figura 1.

15 Por el hecho de que no se aplican en el ánodo de modulación más que las partes positivas de la señal, la tensión de modulación no tiene ya que variar más que en un intervalo del orden de $V_c/2$. Esto facilita la construcción del modulador 31 y, por otra parte, no presenta inconvenientes suplementarios para la linealidad.

20 En efecto, en ausencia de modulación en el ánodo 9, el klystron presenta una respuesta en amplitud relativamente lineal para una amplitud limitada de su señal de entrada de alta frecuencia, como se ve en la figura 5, donde se ha representado en las abscisas la amplitud U_e de la señal de entrada ultralta frecuencia y en las ordenadas la relación U_s/U_e anteriormente definida. Por el contrario, en las crestas el klystron tiende a apliastar la modulación.

30 Como la modulación se aplica simultáneamente sobre dos pasos

306701



en las crestas, se produce una cierta compensación. La característica global de modulación presenta, en efecto, la forma de la figura 6, donde se ha representado en las abscisas la señal de baja frecuencia S proporcionada por el circuito 28, y en las ordenadas la relación U_s/U_o .

Este perfeccionamiento permite, pues, esencialmente, reducir la tensión de modulación del klystron sin pérdida ni en el rendimiento ni en la linealidad.

Sin embargo, una contrarreacción de envolvente es siempre indispensable para obtener las condiciones de calidad deseables, y se encuentran todavía dificultades a causa de la fuerte impedancia de carga del modulador del klystron.

Se utiliza entonces el perfeccionamiento mencionado antes, que consiste en no aplicar la contrarreacción más que sobre la cadena de modulación del excitador de alta frecuencia 29, el cual dará así una señal de alta frecuencia que tenga en cuenta los defectos de linealidad del klystron, puesto que la señal detectada aplicada a contrarreacción en la entrada del amplificador de baja frecuencia 27 contiene las distorsiones introducidas por el klystron y su modulación.

Se ha representado en la figura 4 esta vía de contrarreacción que parte de la sonda 22, insertada en el cable coaxial o la guía de salida del klystron 20 (cable coaxial o guía representado esquemáticamente por un hilo). Esta guía de contrarreacción está unida a la entrada del amplificador 27 por medio de un detector 23 y de un condensador 24, deteniendo este último la componente continua.

No estando ya el amplificador 31 de modulación del

306701



klystron en el bucle de contrarreacción, no existe ya riesgo de oscilación a consecuencia de las rotaciones de fase.

5 La misión del amplificador 31 es solamente intensificar el haz del klystron en momento oportuno para permitir la transmisión de la modulación en las crestas. Es necesario, por consiguiente, respetar en la banda de baja frecuencia a transmitir, una fase conveniente entre la señal de modulación del klystron y la modulación del paso excitador.

10 Fuera de la banda de baja frecuencia a transmitir, por el contrario, no se impone ninguna condición de fase. al amplificador 31 contrariamente a lo que ocurre para el amplificador inserto en el bucle de contrarreacción.

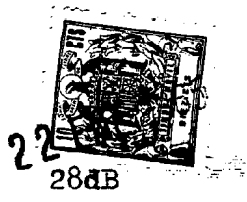
15 Esto facilita la realización de este amplificador y permite introducir allí sin dificultad un transformador que permite, por ejemplo, el aislamiento entre los pequeños pasos de baja frecuencia y el paso final que puede ser llevado para comodidades de realización, a la tensión cátodo del klystron (por ejemplo -17 kV).

20 Un perfeccionamiento complementario consiste en aplicar una contrarreacción en corriente continua, con objeto de compensar las variaciones del nivel de portadora en función de la modulación, así como las debidas a las inestabilidades diversas del material.

25 Este efecto, la señal de salida del detector 23, tomada entre éste y el condensador 24, se aplica al amplificador 27, por ejemplo sobre la polarización de rejilla del último paso de este amplificador.

30 Se han recogido, en un emisor así concebido, los resultados siguientes:

306701



Índice de contrarreacción

Distorsión armónica

para 94% de modulación:

40 Hz	0.8%
1.000	0.6
2.500	1.0
5.000	0.8

5

para 50% de modulación:

10.000 Hz	1.4%
-----------	------

Modulación residual

69dB (no psométrica)

10

Variación de la portadora

≤ 2%...

Banda pasante :

± 0.5dB de 30 a 10.000 Hz

atenuación, ≤ 2dB a:

15.000 Hz.

15

Nos encontramos colocados en el caso de un emisor de sonido. Esta aplicación no es, naturalmente limitativa.

En el caso de un emisor de televisión que utiliza una modulación de amplitud negativa para la señal de video, el dispositivo de la figura 4 será ventajosamente modificado de la manera siguiente:

20

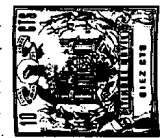
1.- La modulación de video completa (sincronización + señal de visión) se aplica como habitualmente sobre el paso de excitación de alta frecuencia de poca potencia.

25

2.- La corriente de haz del klystron se reduce, gracias al electrodo de modulación, a un valor que le permite solamente proporcionar la potencia correspondiente al nivel de supresión, o sea 0.56 de la potencia de cresta. El consumo es reducido de esta manera a aproximadamente 0.7 veces el consumo normal.

30

306701



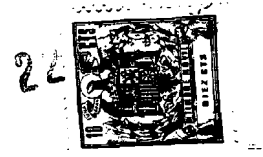
3.- Los impulsos de sincronización se aplican con una amplitud conveniente (aproximadamente 0.2 veces V_c) al electrodo de modulación con objeto de abrir suficientemente el haz del klystron en el momento del impulso de sincronización para permitir la obtención de la potencia de cresta.

El rendimiento anódico medio estadístico del klystron que es para imagen normalmente de 15% aproximadamente cuando el klystron se utiliza como amplificador puede alcanzar así el 20% aproximadamente.

Hay que señalar que la modulación en impulsos de sincronización es posible en el klystron por que la banda pasante necesaria es solamente del orden de 1.5 MHz y la tensión solamente de 3 a 4 kV. Por el contrario, la modulación sobre el ánodo del klystron por una señal de video completa tropezaría con dificultades de anchura de banda (6 a 10 MHz) habida cuenta de la tensión necesaria (V_c) e igualmente con dificultades de modulación de fase parásita y de variación de banda pasante en función del nivel medio de la modulación de video.

Naturalmente, el invento no está limitado al modo de realización descrito y representado.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Francia con fecha 4 de diciembre de 1.963, y bajo el número P.V. 956.015 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



- N O T A -

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

10 1º. - Un aparato emisor de modulación de amplitud que tiene una entrada general a la cual son aplicadas las señales que traducen la información a transmitir, un amplificador lineal cuya entrada está unida a dicha entrada general, un oscilador a la frecuencia de emisión, un dispositivo de modulación de amplitud cuya entrada de portadora y la entrada de modulación están acopladas respectivamente a la salida del oscilador y a la salida del amplificador lineal, y un klystron de cavidades múltiples cuya entrada de alta frecuencia está acoplada a la salida del dispositivo de modulación en amplitud, caracterizado porque dicha fuente de señales alimenta igualmente
15 un segundo amplificador, que no amplifica más que las crestas que sobrepasan un nivel predeterminado, de su señal de entrada, estando unida la salida del segundo amplificador al ánodo de modulación del haz de klystron y porque una vía de contrarreacción de envolvente une la salida del klystron a la entrada de un paso del amplificador lineal.
20
25

30 2º. - Un aparato emisor según la reivindicación 1, caracterizado porque siendo dicho emisor un emisor de sonido con un índice de modulación máximo igual a 100%, dicho segundo amplificador es un amplificador que no trasmite

306701



te al ánodo de modulación del klystron más que las partes
positivas de las señales que traducen la información, y
porque la tensión de reposo del ánodo de modulación se
fija en un nivel para el cual la potencia máxima de sali-
5 da del klystron es del orden de la potencia portadora.

3º. - Un aparato emisor según la reivindicación 1,
caracterizado, porque, siendo dicho emisor un emisor de
imágenes de televisión, que utiliza una modulación nega-
tiva para transmisión de las señales en video frecuencia
10 que traduce la información a transmitir, dicho segundo em-
plificador es un amplificador que no transmite al ánodo
de modulación del klystron más que las crestas de la señal
en video frecuencia que corresponden a los impulsos de
sincronización, y porque la tensión de reposo del ánodo
15 de modulación se fija en un nivel para el cual la poten-
cia máxima de la salida del klystron es del orden de la
que corresponde a la transmisión del nivel de supresión.

4º. - Un aparato emisor según una cualquiera de las
reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una
20 segunda vía de contrarreacción, de corriente continua,
une la salida del klystron a un paso de salida de dicho
amplificador lineal.

5º. - Un aparato emisor de modulación de amplitud.
Tal y como se ha descrito en la memoria que ante-
cede, representado en los dibujos que se acompañan y con
25 los fines que se han especificado.

306701



Esta memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

P.A. 22 ENE 1969

[Handwritten signature]



306701

306701

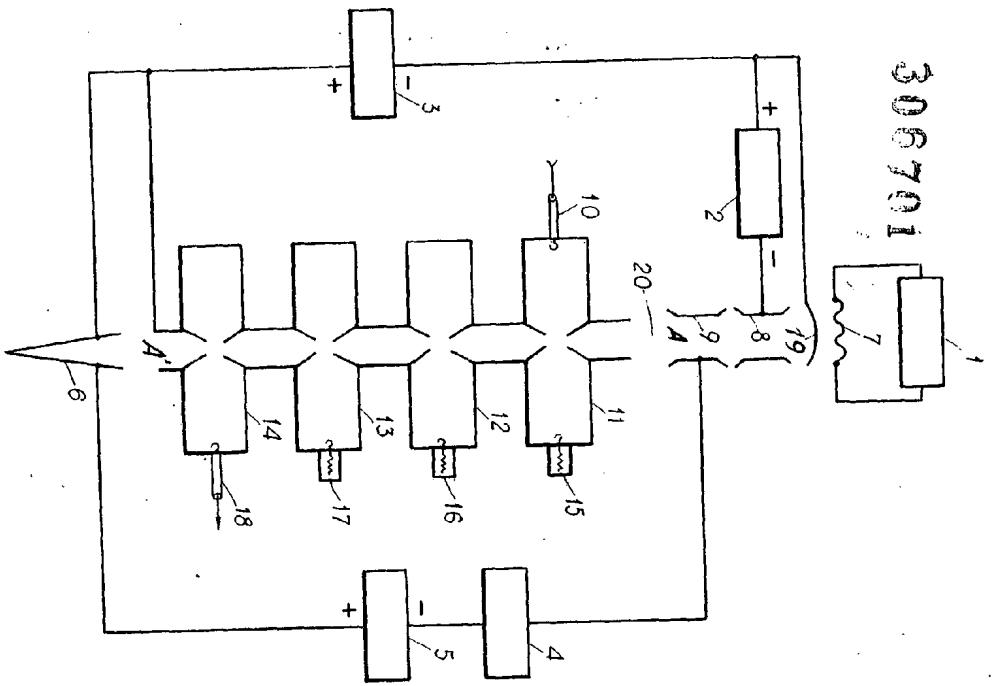


FIG. 1

306701

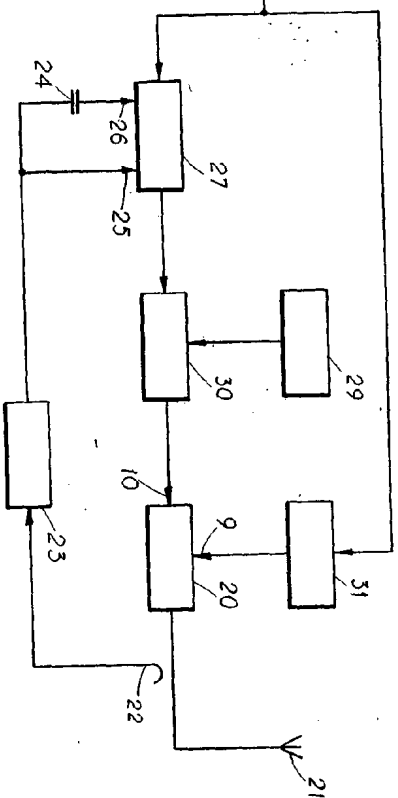


FIG. 4

Approved for Eschschlöder
 Prof. Fodor, C.T.





306701

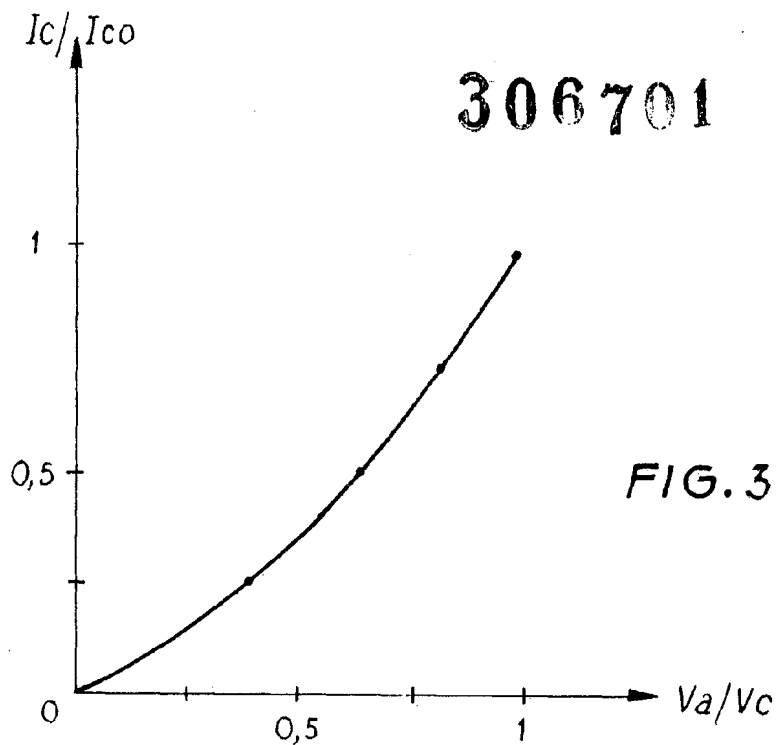


FIG. 3

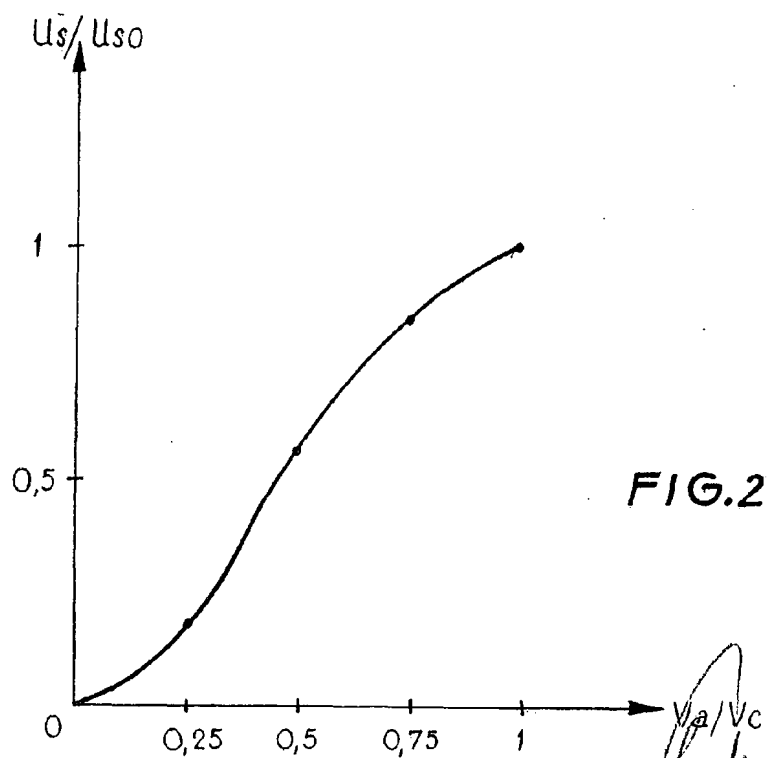


FIG. 2

[Handwritten signature]
Avis de la Compagnie
Par Poste.

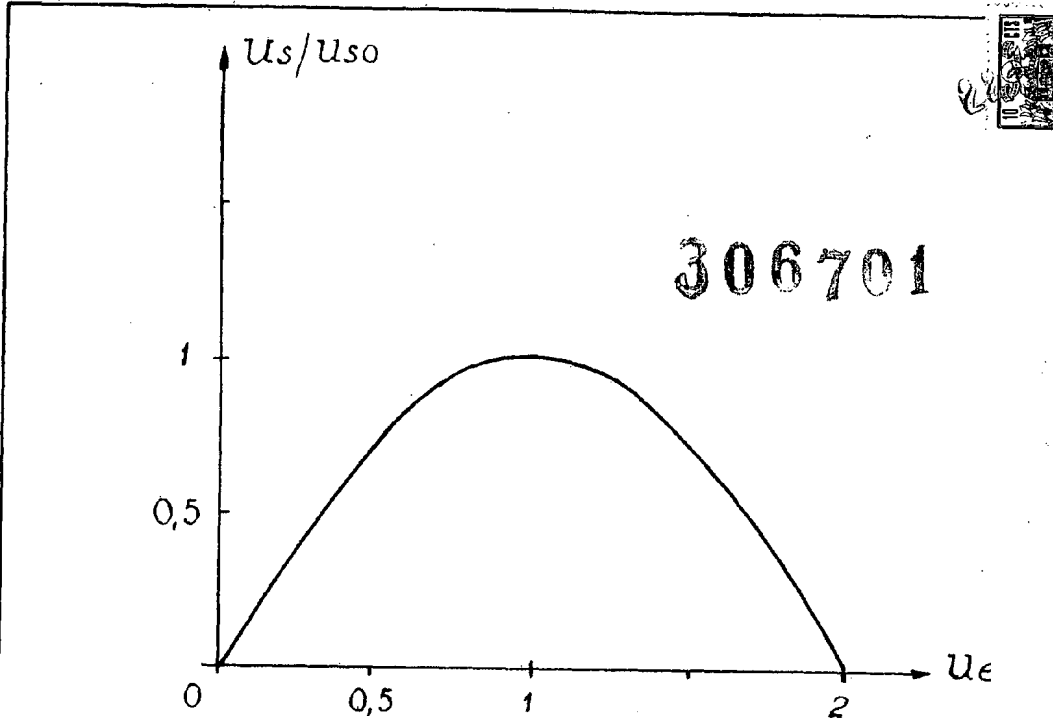


FIG. 5

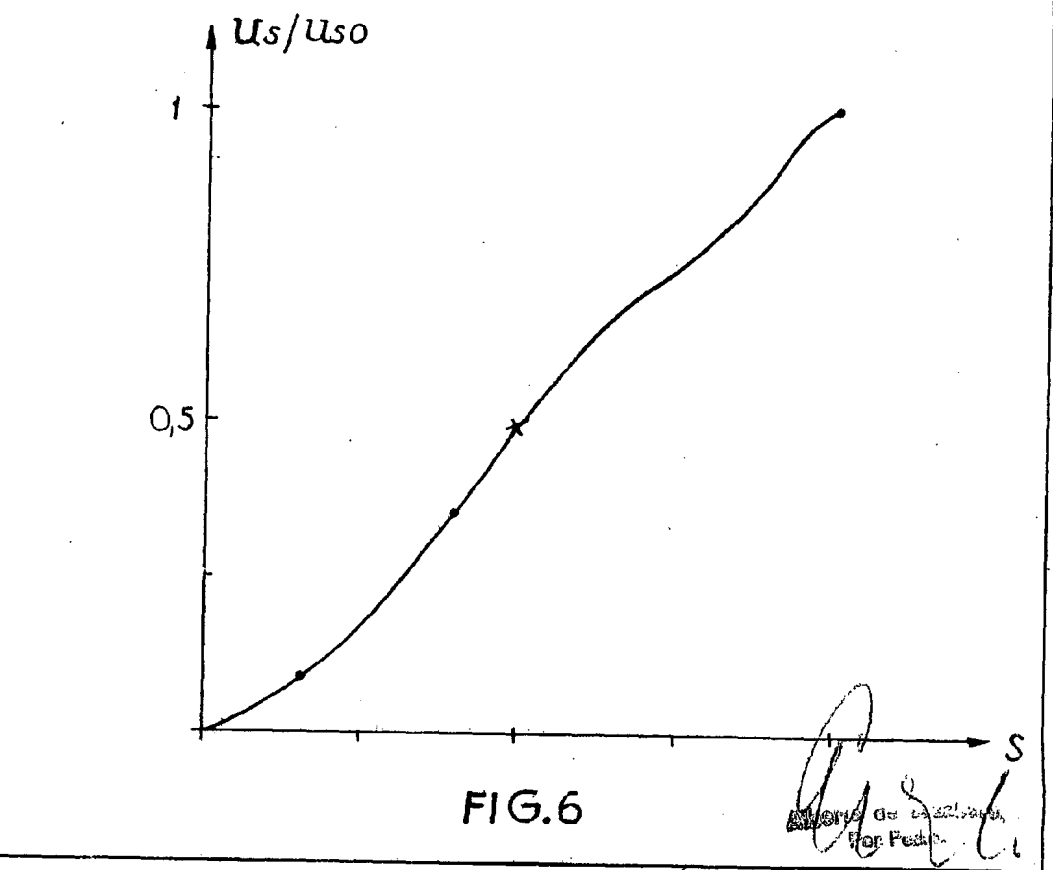


FIG. 6