



ESPAÑA

PATENTE DE INVENCION

P.- 63.470  
PHD 75-101

ES	11	NUMERO	A 1
	21	449.495	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		2-7-1976	

90 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 25 29 874.2	4-7-75	R.F.A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H 02 P	
64 TITULO DE LA INVENCION		
"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN ALTERNADOR QUE TIENE UN ROTOR CILINDRICO DE IMAN PERMANENTE"		
71 SOLICITANTE (S)		
N.V. PHILIPS 'GLOEILAMPENFABRIEKEN		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda		
72 INVENTOR (ES)		
Richard Thees		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		

1                   Este invento se refiere a un alternador del tipo  
que tiene un rotor de imán permanente cilíndrico, el cual  
está provisto de p pares de polos, y que está dividido axial-  
mente en al menos dos secciones, las cuales cooperan con los  
5                   mismos polos del estator.

                  Se ha propuesto anteriormente proporcionar un motor  
síncrono con un rotor de imán permanente, el cual está divi-  
dido axialmente en al menos dos secciones que cooperan con  
las mismas bobinas del estator; cada uno de los polos de las  
10                  secciones del rotor está desplazado en una cantidad fija de  
90°. En tal motor el par de reluctancia del estator está sus  
tancialmente reducido. A este respecto, ha de entenderse que  
el par de reluctancia del estator significa el par que es  
también producido por el imán del rotor y los polos del es-  
15                  tator cuando la bobina del estator no está excitada y que ha  
ce siempre girar al rotor a una posición de reposo estable  
bien definida.

                  Los generadores con excitación magnética permanen-  
te, por ejemplo las dinamos para bicicletas, tienen la des-  
20                  ventaja de que la excitación del generador no es ajustable.  
Por consiguiente, al aumentar la velocidad del rotor aumen-  
ta también el voltaje generado, y ello hace que se corra el  
riesgo de que se quemen las lámparas.

                  Un objeto del invento es proporcionar un alterna-  
25                  dor con un rotor magnético permanente en el cual la excita-  
ción es ajustable.

                  En un alternador del tipo mencionado en lo que an-  
tecede, de acuerdo con el invento, una de las secciones de  
rotor magnético está conectada rígidamente al eje del rotor,  
30                  mientras que otra sección del rotor magnético está dispuesta

1 sobre el eje del rotor de modo que puede ser desplazada angu-  
larmente de modo variable a través de un máximo de dos pasos  
polares.

5 Dividiendo el rotor en dos secciones, siendo una  
de tales secciones del rotor desplazable angularmente de mo-  
do variable alrededor del eje del rotor, se proporciona una  
posibilidad de ajuste por medio de la cual se puede ajustar  
el voltaje del dispositivo consumidor según se desee, entre  
10 cero y su valor máximo, independientemente de todas las de-  
más condiciones de diseño y funcionamiento.

En el caso de un imán de rotor no dividido, el cual  
produce un flujo magnético en la bobina del generador, el vol-  
taje  $E$  generado a la velocidad angular  $\omega$  puede representarse  
por:

$$15 \quad E = \omega \phi$$

Si el imán está dividido en dos secciones idénticas, cada  
una de las cuales produce un flujo  $\phi/2$ , en el cual una sec-  
ción está formando un ángulo eléctrico  $\mathcal{E}$  con respecto a la  
otra sección, el voltaje generado puede entonces representar-  
20 se por:

$$E = \omega \phi \cos. \left( \frac{\mathcal{E}}{2} \right)$$

Si se hace variar el ángulo  $\mathcal{E}$  desde cero hasta 180 grados  
eléctricos, el voltaje del generador, a velocidad constante,  
25 varía entre su valor máximo y cero.

Si se hace variar el ángulo  $\mathcal{E}$  desde  $-180^\circ$  hasta  
180 grados eléctricos, el voltaje del generador a velocidad  
constante varía desde cero, pasando por el máximo, hasta ce-  
ro de nuevo.

30 El desplazamiento angular relativo de las secciones

1 del rotor se puede efectuar de diferentes maneras. Por ejem-  
plo, es posible proporcionar una instalación de rotación me-  
cánica externa, por medio de la cual se controla o ajusta el  
ángulo de desplazamiento. Así, por ejemplo, si se acciona el  
5 alterador a una velocidad constante, es posible variar el  
voltaje de salida. No obstante, se puede obtener una disposi-  
ción más cómoda y flexible si se acoplan entre sí las dos sec-  
ciones del rotor por medio de un acoplamiento elástico. En  
el caso de que varíen la velocidad y/o la carga, por ejem-  
10 plo, puede entonces mantenerse la variación del voltaje den-  
tro de límites estrechos. Así, cuando se aplica el invento a  
un alternador para una bicicleta o para un vehículo de motor,  
se reduce el aumento de voltaje de salida al aumentar la velo-  
15 cidad del rotor debido a que la sección del rotor que es des-  
plazable giratoriamente alrededor del eje del rotor es des-  
plazada angularmente con relación a la sección de imán conec-  
tada rígidamente, al aumentar la velocidad o la potencia de  
salida, y por tanto se reduce la excitación. Se puede con-  
20 trolar la estabilización del voltaje o la salida de potencia  
de una manera sencilla con ayuda de un resorte de torsión. Se  
determina entonces el parámetro deseado del acoplamiento elás-  
tico mediante la rigidez del resorte. Así, las dos secciones  
del rotor pueden ajustarse para un ángulo específico de des-  
25 plazamiento relativo a una velocidad específica. No es nece-  
sario que el resorte de torsión sea de un tipo mecánico; es  
alternativamente posible usar una conexión elástica magnéti-  
ca.

30 A continuación se describirán realizaciones del in-  
vento, a modo de ejemplos, con referencia a las realizaciones  
ilustradas en los dibujos esquemáticos que se acompañan, en  
los cuales:

1 La Fig. 1 ilustra un conjunto de rotor;  
La Fig. 1a es un diagrama vectorial;  
Las Figs. 2, 3, 4 y 5 ilustran características de  
voltaje-velocidad;

5 La Fig. 6 ilustra un ejemplo de un acoplamiento  
magnético;

Las Figs. 7 y 8 ilustran el paso polar de uno de  
los imanes del rotor de acoplamiento similar al ilustrado en  
la Fig. 6; y

10 La Fig. 9 ilustra una curva de par.

Con referencia a la Fig. 1, una sección A de rotor  
cilíndrico magnético permanente está montada rígidamente so-  
bre un eje 1 del rotor. Una sección B de rotor idéntica está  
montada giratoriamente sobre el eje 1, y las dos secciones  
de rotor A y B están acopladas entre sí por medio de un re-  
sorte de torsión 3. Las dos secciones A y B de rotor magné-  
tico permanente están magnetizadas para formar un número  $p$   
de pares de polos.

20 Las longitudes axiales  $a$  y  $b$  de las secciones de  
rotor A y B se seleccionarán en general iguales, aunque no  
tienen por qué serlo necesariamente. Como se ha ilustrado en  
la Fig. 1a, los flujos magnéticos de las secciones de rotor  
A y B tienen direcciones que difieren lo correspondiente a  
un ángulo  $\epsilon$ , al cual se hará referencia como ángulo de des-  
plazamiento.

25 El ángulo de desplazamiento  $\epsilon$  es aquél para el cual  
hay equilibrio entre el par  $M_m$  que actúa sobre la sección de  
imán giratoria de acuerdo con la carga del generador y el par  
antagonista  $M_f$  producido por el resorte de acuerdo con el  
30 ángulo  $\epsilon$  de desplazamiento. Si la característica del resor-

1 te es  $M_1 = K \mathcal{E}$ , se obtiene entonces que:

$$\mathcal{E} = - \frac{M_m}{K}$$

5 Cuando se toma el par a la velocidad nominal y a la carga nominal y se define la nueva constante  $K_m$ , se obtiene entonces:

$$\mathcal{E} = - 2 K_m \frac{M_{mm}}{m}$$

10 y para el ángulo  $\mathcal{E}_s$  a la velocidad nominal:

$$\mathcal{E}_s = - 2 K_m$$

En estas expresiones:

$M_{mm}$  es el par producido por la sección B de imán giratoria normalizado con relación al par a velocidad nominal y carga nominal;

15 El subíndice  $m$ : significa asociado a la sección de imán giratoria;

El subíndice  $n$ : significa normalizado con relación a la velocidad nominal o al par nominal, según sea el caso.

20 El subíndice  $s$ : significa valor absoluto a la velocidad nominal.

$K_m$  incluye la constante K de resorte y es, por tanto, un parámetro que puede seleccionarse libremente.

25 Se supone ahora que  $\mathcal{E} = 0$  para  $\omega = 0$  y además se supone que la impedancia de la fuente del alternador es despreciable con relación a la resistencia efectiva. En la Fig. 2 se ilustran las correspondientes características de voltaje-velocidad para diferentes constantes de resorte, de acuerdo  
30 con las ecuaciones:

$$U_{\underline{n}} = \omega_{\underline{n}} \cos(K_{\underline{m}} M_{\underline{mn}}) / \cos(K_{\underline{m}})$$

$$\omega_{\underline{n}} = \frac{M_{\underline{mn}} \cos^2(K_{\underline{m}})}{\cos^2(K_{\underline{m}} M_{\underline{mn}})}$$

En estas fórmulas,  $U_{\underline{n}}$  es el voltaje en el dispositivo consumidor, normalizado con relación al voltaje nominal  $U_{\underline{e}}$ , a la velocidad nominal;

En la Fig. 2 se ilustran las características de voltaje-velocidad para diferentes constantes de resorte. El voltaje

$$U_{\underline{n}} = \omega_{\underline{n}} \cos(\xi/2) / \cos(\xi_{\underline{e}}/2)$$

y la velocidad angular  $\omega_{\underline{n}}$  puede determinarse como sigue:

$$\omega_{\underline{n}} = \frac{M_{\underline{mn}} \cos^2(\xi_{\underline{e}}/2)}{\cos^2(\xi/2)}.$$

Cuando la sección B del rotor está conectada rígidamente al eje y cuando el ángulo de desplazamiento  $\xi$  es cero, se obtiene la curva 1 de la Fig. 2, una característica lineal, la cual será introducida en todos los diagramas subsiguientes para comparación. Esta característica lineal limita la familia de características de voltaje-velocidad de modo que se obtiene la envolvente (curva 2), lo cual se deduce del hecho de que siempre

$$U_{\underline{n}} < \sqrt{\omega_{\underline{n}}} \text{ para } \omega_{\underline{n}} < 1$$

$$\text{y } U_{\underline{n}} > \sqrt{\omega_{\underline{n}}} \text{ para } \omega_{\underline{n}} > 1.$$

Entre estas dos líneas de límite, las cuales se cortan en el punto ( $U_{\underline{n}}=1, \omega_{\underline{n}}=1$ ), están situadas las características del generador.

A modo de ejemplo se dan las características para

1  $K_m = 45^\circ$  (curva 3) y  $K_m = 63^\circ$  (curva 4).

Se supone a continuación que  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0$  para  $\omega = 0$ . Cuando para un rotor estacionario el ángulo positivo  $\mathcal{E}_0$  es tal que  $-\mathcal{E}_0$  es igual al ángulo  $\mathcal{E}_s$ , en el caso de que  $\mathcal{E} = 0$  para  $\omega = 0$ ,  
 5 el ángulo  $\mathcal{E}$  será entonces igual a cero a la velocidad nominal. Pueden determinarse entonces el voltaje usado normal  $U_n$  y la velocidad angular normalizada  $\omega_n$  como sigue:

$$U_n = \omega_n \left\{ K_m (1 - M_{mm}) \right\}$$

$$10 \quad \omega_n = M_{mm} / \cos^2 \left\{ K_m (1 - M_{mm}) \right\}$$

como se ha ilustrado en la Fig. 3 para el parámetro  $K_m = 60^\circ$  (línea 1) y  $K_m = 70^\circ$  (línea 2).

El aumento de voltaje con la velocidad es inicialmente lineal, puesto que el ángulo dado  $\mathcal{E}_0$  ha reducido la excitación, pero subsiguientemente aumenta más pronunciadamente, puesto que el ángulo  $\mathcal{E}_0 + \mathcal{E}$  se hace menor y aumenta por tanto la excitación. En el paso por cero del ángulo  $\mathcal{E}_0 + \mathcal{E}$ , el cual estará situado en la velocidad nominal,  $\mathcal{E}_0 + \mathcal{E}$  aumenta de nuevo, de modo que se reduce la excitación y se hace menos pronunciado el aumento de voltaje con la velocidad.  
 15  
 20

Al dimensionar el alternador se ha de poner cuidado en que no se haga  $K_m$  demasiado grande, si se quiere que la característica no sea ambigua. No obstante, puede desearse una característica con una fuerte histéresis, en cuyo caso puede ser adecuada la característica ilustrada en la Fig. 4, en la cual se ilustra una característica con  $K_m > 80^\circ$ . La parte en línea de trazos de la característica, la cual es la característica teórica, no se hace entonces pasar debido a que para valores crecientes de  $\omega_n$  la característica pasa ver  
 25  
 30

1 ticalmente hacia arriba desde la parte de curva inferior ha-  
 5 cia la otra parte de curva para un valor de  $\omega_n$  mayor que la  
 10 unidad y para valores decrecientes vuelve verticalmente ha-  
 15 cia abajo para un valor de  $\omega_n$  menor que la unidad desde la  
 20 parte de curva superior hacia la parte de curva inferior, co-  
 25 mo se ha indicado mediante las flechas en líneas de trazo lle-  
 30 no.

Además, se ha supuesto que la reactancia del gene-  
 10 rador es pequeña con relación a su resistencia interna y pe-  
 15 queña con relación a la resistencia de carga. El parámetro

$$X = \omega_s L/R$$

15 está definido como la relación de la reactancia  $\omega_s L$  del ge-  
 20 nerador para la velocidad nominal  $\omega_s$  a la resistencia efecti-  
 25 va  $R$ . En la Fig. 5 se ilustran tales características de vol-  
 30 taje-velocidad de acuerdo con las ecuaciones

$$U_n = \omega_n \sqrt{\frac{1+X^2}{1+X^2\omega^2}} \cos \left\{ K_m (1-M_{mn}) \right\}$$

$$20 \quad \omega_n = \frac{1+X^2}{2X^2} \frac{\cos^2 \left\{ K_m (1-M_{mn}) \right\}}{M_{mn}}$$

$$25 \quad \left\{ 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4X^2}{(1+X^2)^2} \frac{M_{mn}^2}{\cos^4 \left\{ K_m (1-M_{mn}) \right\}}} \right\}$$

para los parámetros  $X = 1$ ,  $K_m = 50^\circ$ ,  $K_m = 65^\circ$  y  $X = 2$ ,  $K_m = 40^\circ$ .

30 Dependiendo de la característica deseada del alter-  
 35 nador, la característica del resorte puede hacerse lineal  
 (K = constante), degresiva (K disminuye al aumentar  $\mathcal{E}$ ) o par-  
 cialmente sinusoidal. La característica sinusoidal degresiva

1 tiene además la ventaja de que, por ejemplo, por encima de  
una velocidad nominal dada el ángulo  $\varepsilon$  aumenta con la veloci-  
dad a un régimen más alto inhibiendo así los aumentos brus-  
cos de voltaje. No obstante, es alternativamente posible di-  
5 señar el resorte de modo que se disponga de dos márgenes con  
diferentes constantes K de resorte. La rigidez del resorte  
será entonces alta para ángulos  $\varepsilon$  pequeños y pequeña para  
ángulos  $\varepsilon$  grandes, haciéndose eficaz aquella parte de la ca-  
racterística del resorte para la cual es válida la constante  
10 K de resorte más pequeña cuando se excede de la potencia no-  
minal.

Si se desea, la disposición puede ser tal que el  
ángulo de desplazamiento entre las dos secciones del rotor  
se haga cero para la potencia nominal.

15 En la Fig. 6 se ilustra un acoplamiento elástico mag-  
nético entre la sección A del rotor y la sección B del rotor.  
En el eje 1 del rotor o en la sección A del rotor que está  
conectada rígidamente a dicho eje hay dispuesto un miembro  
5 ferromagnético, el cual encierra a un rotor 7 magnético per-  
manente conectado rígidamente a la sección B del rotor. El  
20 miembro 5 de estator y el rotor 7 de la conexión magnética  
elástica tienden a permanecer en una posición estable y pro-  
ducen un par de torsión de restitución cuando son desplazados  
relativamente desde tal posición estable.

25 Si el número  $P_p$  de pares de polos del imán del aco-  
plamiento elástico es igual a 2 ( $p_p = 2$ ), el par de restitución  
es simétrico para media revolución del rotor con rela-  
ción al miembro 5, véase la Fig. 9, pero solamente puede usar-  
se la parte de trazo lleno de característica representada  
30 en la Fig. 9 y el margen del desplazamiento relativo deberá  
quedar limitado a un octavo de revolución, por ejemplo por

1 medios mecánicos.

Si cada sección A y B del rotor tiene un solo par de polos,  $\varepsilon$  puede ser como máximo una cuarta parte del paso polar. Si el número de pares de polos del imán giratorio es  $P_m = 4$ , la Fig. 7 ilustra que el recorrido utilizable del acoplamiento cubre entonces un paso polar completo  $\tilde{\varepsilon}$  de las secciones A - B del rotor. Para  $P_m = 8$ , Fig. 8, se cubren dos pasos polares de las secciones del rotor, lo cual puede ser necesario, por ejemplo, en el caso de que  $\varepsilon = \varepsilon_0$  para  $\omega = 0$ , siendo  $\varepsilon_0$  tal que  $\varepsilon = 0$  para  $\omega = \omega_B$  (velocidad nominal).

10 Si el ángulo  $\varepsilon$  ha de ser como máximo de un paso polar, es evidente de las Figs. 7, 8 y 9 que el acoplamiento magnético para  $P_m = 4$  tiene una característica parcialmente sinusoidal y para  $P_m = 8$  una característica sustancialmente lineal.

15 Si la rotación hubiese de ser como máximo de dos pasos polares, es necesario que

$$P_m \geq 16$$

20 para una característica sustancialmente lineal, y

$$P_m \geq 8$$

para una característica parcialmente sinusoidal.

Será por supuesto evidente que el número de pares polares  $P_f$  no queda limitado a dos.

25 La característica del acoplamiento magnético puede cambiarse por medio de la magnetización y el diseño o el magnetismo de los resortes y por el diseño del arco polar 5 del estator del acoplamiento magnético y el entrehierro entre el imán 7 de resorte y el estator (5) del acoplamiento magnético.

30

1           Puede ser aconsejable apantallar magnéticamente las  
dos secciones del rotor magnético permanente, axialmente ca-  
da una con respecto a la otra a fin de evitar interacciones.

5           Será por supuesto evidente que se pueden prever más  
de dos secciones A y B de rotor, de modo que haya dos o más  
secciones movibles, cada una de ellas desplazable angularmen-  
te con relación a una sección fija al eje del rotor.

10

#### REIVINDICACIONES

15

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-  
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de  
Invención en España, por VEINTE años son los que se recogen  
en las reivindicaciones siguientes:

20

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un alter-  
nador que tiene un rotor cilíndrico de imán permanente pro-  
visto de p pares polares y dividido axialmente en por lo me-  
nos dos secciones, las cuales cooperan con los mismos polos  
del estator, caracterizados porque una primera sección del  
rotor magnético está conectada rígidamente al eje del rotor,  
mientras que otra sección del rotor está dispuesta sobre el  
eje del rotor de modo que puede ser desplazada angularmente  
con relación a la primera sección a través de un máximo de  
dos pasos polares.

30



1                    2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª,  
caracterizados porque la sección de rotor desplazable está  
conectada a la primera sección de rotor por un acoplamiento  
elástico.

5                    3ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª,  
caracterizados porque el acoplamiento elástico es un resorte  
de torsión.

                    4ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª,  
caracterizados porque el acoplamiento elástico es magnético.

10                   5ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las rei  
vindicações precedentes, caracterizados porque cuando el  
generador es estacionario el ángulo de desplazamiento entre  
las dos secciones de rotor tiene un valor distinto de cero.

15                   6ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5ª,  
caracterizados porque cuando el generador es estacionario el  
ángulo de desplazamiento es menor que un paso polar y porque  
su signo es el opuesto al signo del ángulo de desplazamiento  
que se produce cuando es accionado el rotor.

20                   7ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª,  
caracterizados porque el acoplamiento elástico tiene una de  
pendencia lineal del ángulo de desplazamiento.

                    8ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª,  
caracterizados porque el acoplamiento elástico tiene una de  
pendencia degresiva del ángulo de desplazamiento.

25                   9ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª,  
caracterizados porque el acoplamiento elástico tiene una de  
pendencia sinusoidal del ángulo de desplazamiento.

30                   10ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª,  
caracterizados porque la característica del resorte consiste  
en dos márgenes con diferentes constantes de resorte, siendo

1 la rigidez del resorte alta para ángulos pequeños y baja para ángulos grandes, y porque la parte de la característica del resorte para la cual se obtiene la baja rigidez se hace efectiva cuando se excede de la potencia nominal.

5 11ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4ª, caracterizados porque el acoplamiento magnético comprende un imán cilíndrico, el cual está conectado a la sección de rotor desplazable angularmente y que tiene  $p/2q$  pares de polos, siendo  $q$  un número entero positivo, en su envuelta o superficie frontal, y un estator que está conectado rígidamente al eje y que tiene al menos un polo saliente con una anchura de, como máximo, un paso polar, el cual da frente a los polos del imán cilíndrico.

10 12ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1ª a 9ª, caracterizados porque las secciones de rotor magnético permanente están apantalladas magnéticamente en sentido axial cada una con respecto a la otra.

15 13ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5ª, caracterizados porque la característica del resorte y el ángulo de rotación están dimensionados de tal modo que el ángulo de rotación entre las dos secciones del rotor alcanza el valor cero para la carga nominal.

20 14ª.- Perfeccionamientos introducidos en un alternador que tiene un rotor cilíndrico de iman permanente.

25 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.

Esta Memoria consta de QUINCE hojas escritas a má-

30



1 quina por una sola cara.

Madrid, 21. SET. 1976

P.A.

5

Alberto de Elzaburu  
Por Poder, *Alvarez*

10

15

20

25

30

VAL.-

*Alvarez*

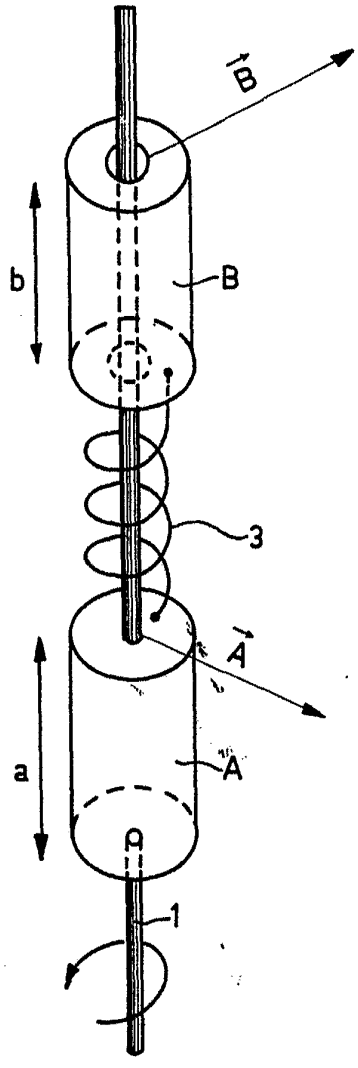


Fig. 1

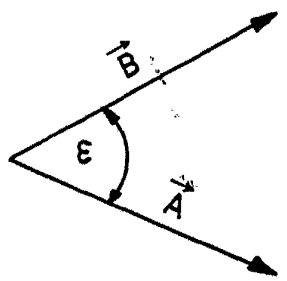


Fig. 1a

Alberto de Elzabury  
Per Podér.

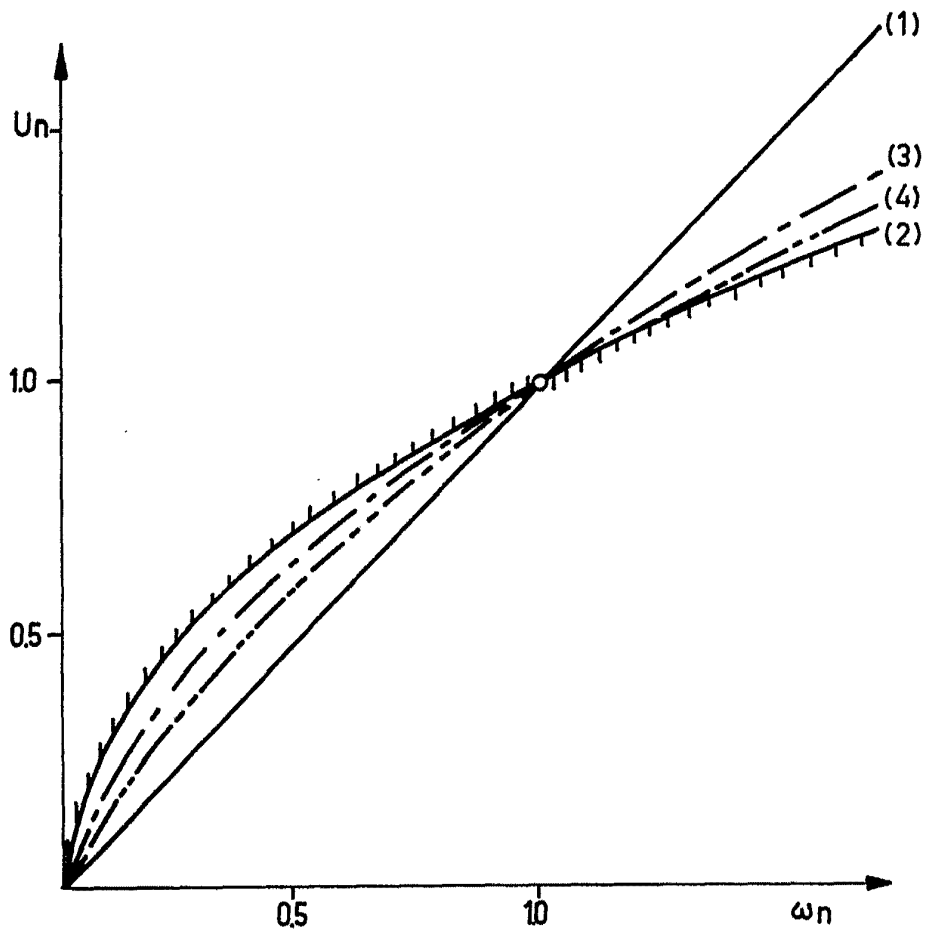


Fig. 2

Alfons de Elstburg  
Philips

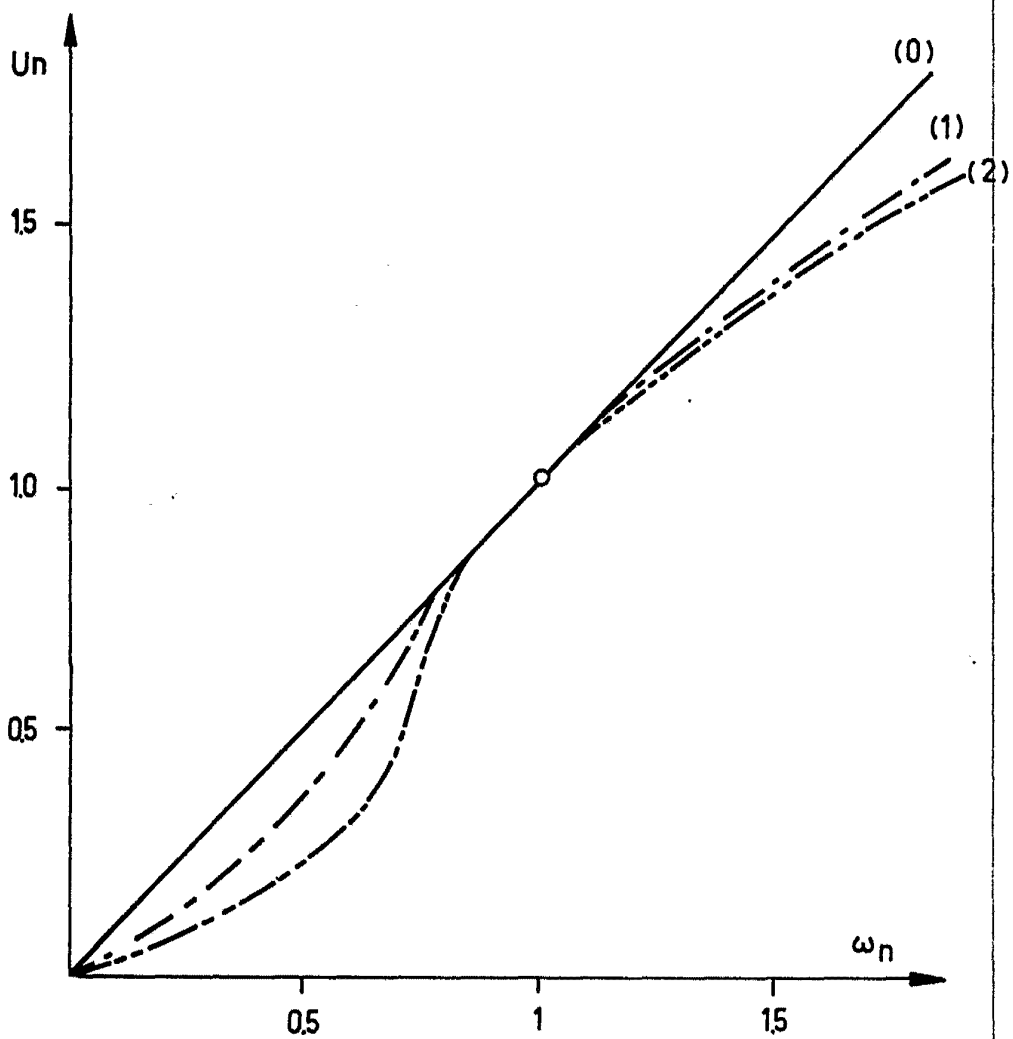


Fig. 3

Alberto de Elzoburu  
Per Poder

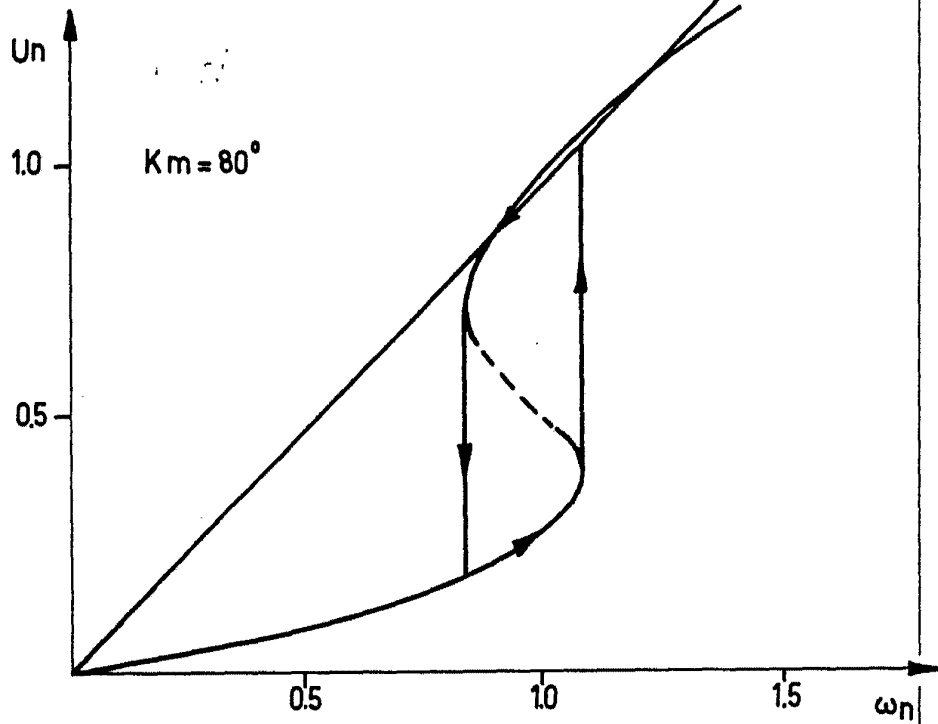


Fig.4

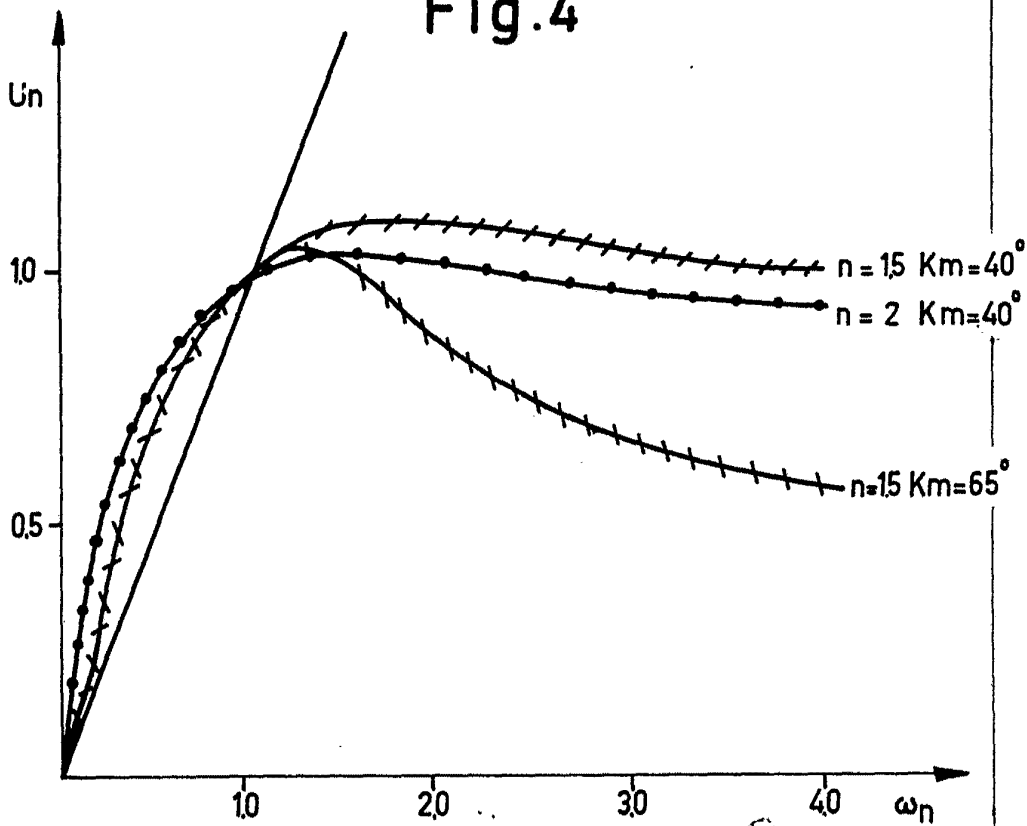


Fig.5

Alberto de Elzaburu

*Carth*

FLUORESCENT LAMP

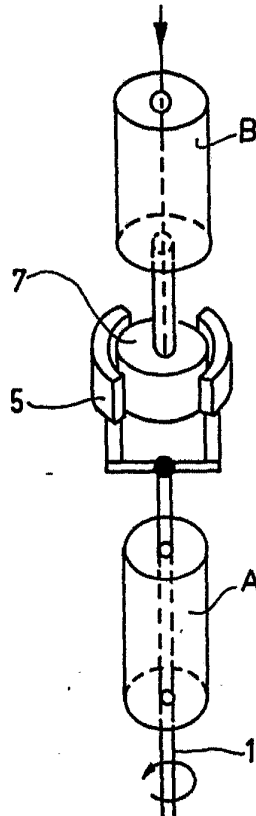


Fig.6

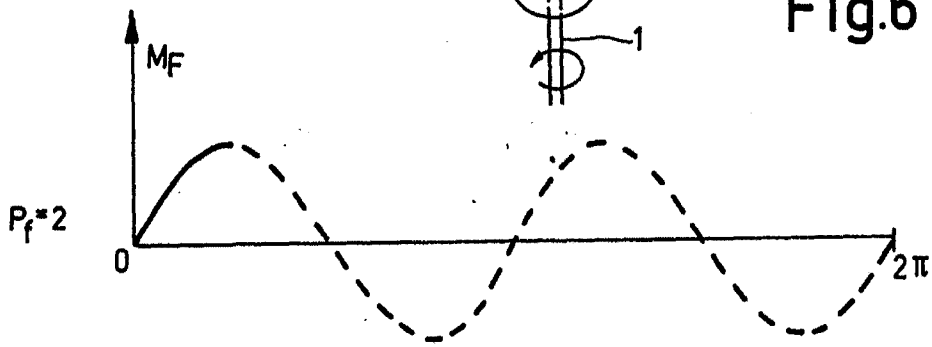


Fig.9

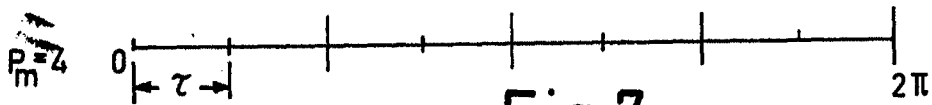


Fig.7

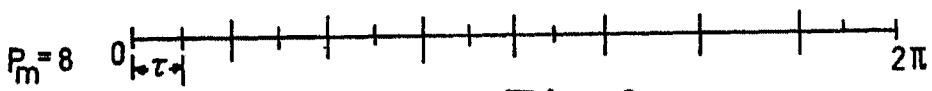


Fig.8

Alberto de Elzaburo  
Per Pedar,