

30



402,744

Int. Cl.:	H02K	PATENTE DE INVENCION

402744

SECCION TECNICA	
CLASIFICACION I. P. C	
CLASE	_____
SUBCLASE	_____

# Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN CONVERTIDORES DE INDUCCION LINEALES.

*Solicitante*

CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACION DE OBRAS PUBLICAS,  
Organismo Autónomo del Ministerio de Obras Públicas,  
con sede en C/ Alfonso XII nº 3, MADRID.

La presente invención es un perfeccionamiento en las máquinas asíncronas lineales también denominadas convertidores de inducción lineales.

Las máquinas asíncronas lineales están actualmente en pleno período de investigación, pudiendo pre-

5.

402744



- 2

decirse que con su desarrollo tendrá lugar un importante avance tecnológico.

5. Dichas máquinas están esencialmente constituidas por dos núcleos magnéticos paralelepípedicos, dispuestos uno paralelamente al otro dejando entre ambos un entrehierro reducido.

10. En las caras de los núcleos que delimitan el entrehierro se disponen sendos devanados trifásicos idénticos alojados en ranuras conformadas en dichas caras, de forma totalmente análoga a la de las máquinas rotatorias convencionales.

15. Al conectar a la red trifásica estos devanados, se produce en el entrehierro un campo magnético, con la forma de una onda senoidal que avanza a la velocidad de sincronismo:

$f \equiv$  frecuencia de la corriente

$$v_s = f \cdot \lambda$$

$\lambda \equiv$  longitud de onda del devanado

20. Si en el entrehierro se coloca un elemento conductor móvil respecto a los núcleos magnéticos, se inducen corrientes en él, que son la causa de una trans

402744



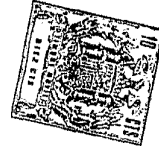
- 3

ferencia de energía entre éste y los devanados.

5. Si la velocidad del conductor es inferior a  $V_g$ , la energía pasa de los devanados al conductor (funcionamiento como motor); mientras que si es superior la transferencia tienen lugar en sentido inverso (funcionamiento como generador).

En la práctica, las aplicaciones de esta máquina corresponden principalmente a dos casos diferentes:

10. a) Motor lineal para tracción eléctrica, por ejemplo, en FFCC.
- El conductor situado en el entrehierro puede ser en este caso, una lámina metálica delgada situada en el centro de la vía, mientras que los núcleos magnéticos con los devanados, serían solidarios de la locomotora.
15. b) Generador magnetohidrodinámico de inducción.
- El conductor es un metal líquido (Litio, Sodio, mezcla eutéctica Sodio-Potasio, etc.) que circula a través de un tubo rectangular, a una velocidad superior a  $V_g$ , entregando una parte de su energía a los devanados.
- 20.



Naturalmente en ambos casos existe la posibilidad de funcionamiento inverso (generador y bomba, respectivamente), simplemente cambiando el signo de la velocidad relativa del conductor respecto del campo.

5.

El inconveniente de la máquina asíncrona lineal, reside en que en sus extremos el campo eléctrico no es nulo, dando lugar a corrientes exteriores al cuerpo de la máquina, que además de producir las consiguientes pérdidas por efecto Joule, retornan por el interior de la misma, perturbando su funcionamiento.

10.

Para evitar este fuerte descenso en el rendimiento, así como el desequilibrio de las corrientes en las fases, se propone utilizar dos devanados de longitudes de onda diferentes:

15.

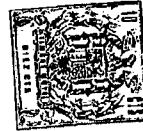
$$\lambda_m = \frac{2L}{m} ; \lambda_n = \frac{2L}{n} ; m \neq n$$

donde  $2L$ , es la longitud total del convertidor, y  $m$  y  $n$  son números enteros cualesquiera.

Como ambos devanados no se inducen mutuamente f.e.m., el conjunto funciona como dos máquinas asíncronas ideales conectadas en paralelo.

20.

402744



- 5

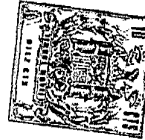
5. Los devanados se disponen y se conectan de tal forma que las dos ondas de campo eléctrico que producen, moviéndose a diferentes velocidades, estén siempre en fase en el centro de la máquina y en oposición de fase en los extremos, en los que tendremos en todo instante un campo eléctrico nulo; en este caso las pérdidas en los extremos no tienen lugar, y el rendimiento se eleva considerablemente.

10. Las ventajas y detalles de la presente invención se apreciarán con mayor claridad en la descripción detallada que de un ejemplo de realización se hace con referencia al plano adjunto en el cual muestran:

15. La figura 1, una vista esquemática de una máquina asíncrona lineal y

La figura 2, un esquema en el que se representa, la distribución de las ondas del campo eléctrico de los dos devanados.

20. Con referencia a dichas figuras la máquina asíncrona lineal objeto de la invención comprende, al igual que las de su tipo, dos núcleos magnéticos paralelepípedicos 1, dispuestos una paralelamente al otro, delimitando entre ambos un entrehierro reducido 2, de longitud, 2a.



5. En las caras de los núcleos que delimitan el entrehierro 2, se disponen, los devanados trifásicos alojados en ranuras 3, conformadas en dichas caras en forma totalmente análoga a la de las máquinas rotatorias convencionales.

En el entrehierro se dispone un conductor 4, que puede ser, bien una lámina delgada, o bien un conducto de sección rectangular por el que ha de circular un metal líquido.

10. En la figura 2, la curva continua corresponde a  $m = 3$ , y la de trazos a  $n = 4$ .

Prescindiendo de los armónicos, el número de conductores por unidad de longitud en cada fase de los devanados es, en general:

15. 
$$N_m^{(1)} = N_{om} \cos \left( \frac{m \pi}{L} z + \alpha_m \right)$$

Devanado 
$$N_m^{(2)} = N_{om} \cos \left( \frac{m \pi}{L} z + \frac{4 \pi}{3} + \alpha_m \right)$$

$$N_m^{(3)} = N_{om} \cos \left( \frac{m \pi}{L} z + \frac{2 \pi}{3} + \alpha_m \right)$$

402744



- 7

$$N_n^{(1)} = N_{on} \cos \left( \frac{n\pi}{L} z + \alpha_n \right)$$

$$\text{Devanado } N_n^{(2)} = N_{on} \cos \left( \frac{n\pi}{L} z + \frac{4\pi}{3} + \alpha_n \right)$$

$$N_n^{(3)} = N_{on} \cos \left( \frac{n\pi}{L} z + \frac{2\pi}{3} + \alpha_n \right)$$

5.

donde  $N_{om}$  y  $N_{on}$ , son los valores máximos del número de conductores por unidad de longitud, en cada devanado, y  $\alpha_m$  y  $\alpha_n$  los ángulos de fase con los que están colocados cada uno de ellos, con respecto al centro del convertidor.

El campo eléctrico resulta ser:

10.

$$E = E_m e^{-j \frac{m\pi}{L} z} + E_n e^{-j \frac{n\pi}{L} z}$$

donde  $E_m$  y  $E_n$  son las amplitudes complejas de las ondas de campo eléctrico, correspondientes a cada devanado.

15.

La f.e.m. inducida en la fase (1) de cada devanado, es proporcional a  $N_{om} E_m e^{j\alpha_m}$  y a  $N_{on} E_n e^{j\alpha_n}$ , respectivamente, (en las otras dos fases, los resultados son análogos).

402744

Consideremos el caso de que ambos, se conecten en paralelo y estén dispuestos de forma que:

$$N_{om} = N_{on}; \quad \alpha_m = \alpha_n$$

5. En estas condiciones si n-m es impar las dos ondas de campo eléctrico que se mueven a las velocidades:

$$v_{sm} = f \cdot \lambda_m$$

$$v_{sn} = f \cdot \lambda_n$$

10. están siempre en fase en el centro de la máquina ( $Z=0$ ) y en oposición de fase en los extremos ( $Z = \pm L$ ) en los que tendremos en todo instante un campo eléctrico nulo.

Si m-n es par, basta hacer la conexión en paralelo, con la polaridad de un devanado invertida.

15. En realidad, con la conexión en paralelo de ambos devanados no se consigue exactamente la igualdad de las f.e.m. (y por tanto de las amplitudes  $E_m$  y  $E_n$  de las ondas de campo eléctrico) sino de las tensiones en sus terminales, que difieren de aquellas en las caídas de tensión en los devanados.

402744



La caída de tensión por resistencia, es muy pequeña, y la debida a la reactancia es muy fácil de compensar, introduciendo las oportunas reactancias, que no producen consumo adicional de energía.

NOTA

5.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones o mejoras de realización en cuanto no alteren su principio fundamental. Siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita una Patente de Invención por 20 años, sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN CONVERTIDORES DE INDUCCION LINEALES; caracterizándose por lo siguiente:

10.

15.

1.- Perfeccionamientos en convertidores de inducción lineales, del tipo de los constituidos por dos núcleos magnéticos paralelepípedicos dispuesto paralelamente entre sí dejando entre ambos un entrehierro reducido en el que se aloja un elemento conductor caracterizados por que se provee a dichos núcleos de dos devanados polifásicos tales que el número de longitudes de onda de cada devanado, comprendidas en la longitud total de la máquina es un entero, diferente para cada devanado de forma que las dos ondas de campo eléctrico que se mueven a diferentes veloci-

20.

m/e

402744



- 10

dades estén siempre en fase en el centro de la máquina y en oposición de fase en los extremos.

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los dos devanados se conectan en paralelo, pudiéndose conectar reactancias en uno de ellos o en ambos para compensar la caída de tensión correspondiente.

10. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque ambos devanados tienen igual densidad de conductores, es decir, la misma amplitud de las ondas fundamentales del desarrollo en serie de Fourier correspondiente.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los ángulos de fase de cada devanado con respecto al centro del convertidor, son iguales.

15. 5.- Perfeccionamientos en convertidores de inducción lineales, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en el dibujo adjunto.

Esta Memoria consta de 10 hojas escritas a máquina por una sola cara.

30 ABR. 1973

Madrid,

CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACION  
DE OBRAS PUBLICAS.

MCE

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO  
S. F. Elmadari L. Gascó Ferrández

402744

402744

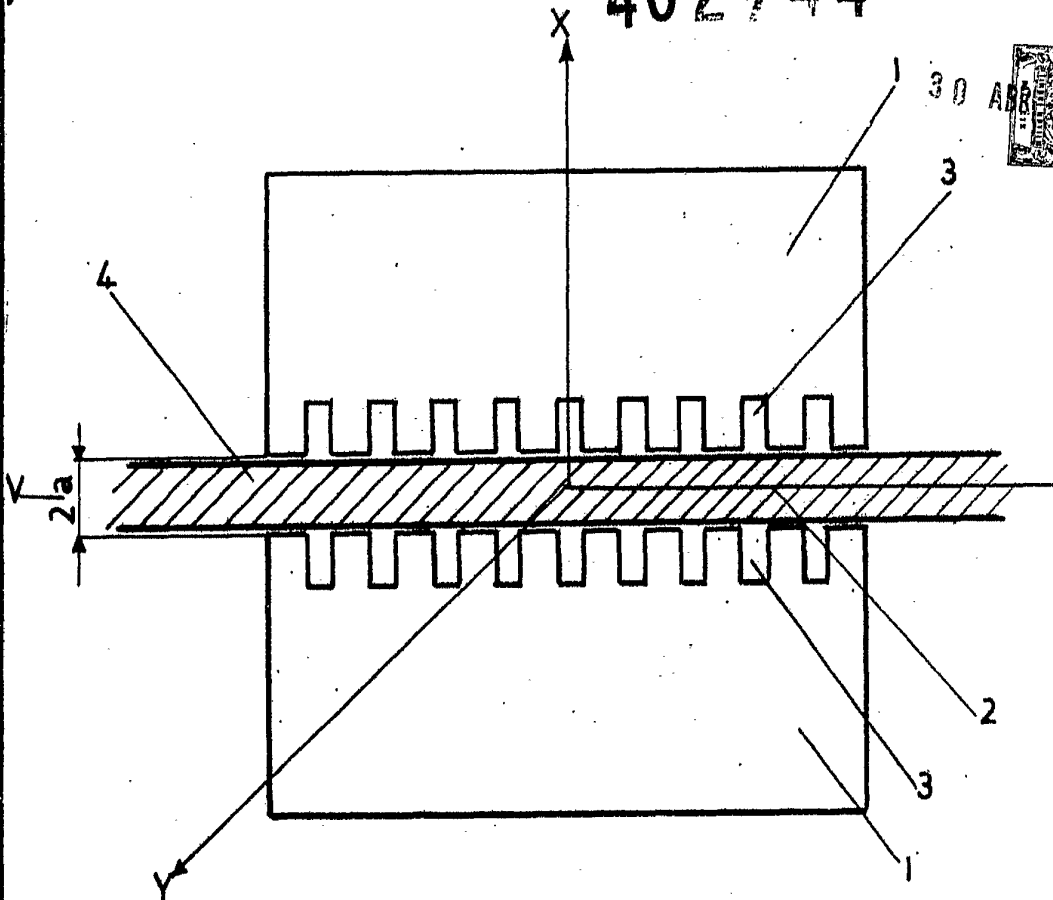
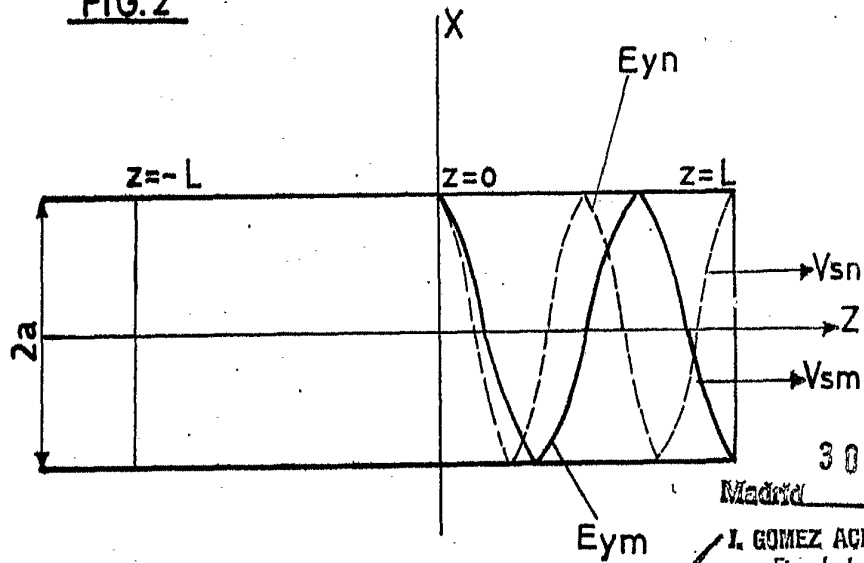


FIG. 1

ESCALA VARIABLE

FIG. 2



30 ABR. 1978

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y NIÑEZ  
Ingenieros de OBRAS PUBLICAS