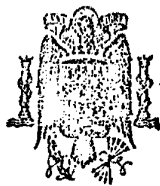


MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10 ES	11 NUMERO 437.815	10 A 1
22	FECHA DE PRESENTACION 20 mayo 1.975	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 471.743	32 FECHA 20.5.74	33 PAIS estadounidense
---	---------------------	---------------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H02K	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION MOTOR DE INDUCCION

71 SOLICITANTE (S) GENERAL ELECTRIC COMPANY.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1 River Road, SCHENECTADY, New York 12305, Estados Unidos.

72 INVENTOR (ES) CLOVIS EMANUEL LINKOUS DE nacionalidad estadounidense. El cual cedió sus derechos a la Compañía Solicitante.
--

73 TITULAR (ES) El mismo solicitante.
--

74 REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.
--

1

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

5

10

15

20

25

Se describen motores de inducción de potencia inferior a un caballo que tienen un número fijo de polos (y por tanto una sola velocidad de sincronismo en ausencia de carga) que están particularmente bien adaptados para funcionamiento a varias velocidades cuando accionan una carga constituida por un ventilador, mediante el cambio de la intensidad de campo del devanado principal. Los motores de inducción dotados de N polos fundamentales tienen un rotor de jaula de araña provisto de una pluralidad de barras conductoras y de aros de extremidad inter-relacionados que están dispuestos de tal manera que unos conjuntos múltiples de barras del rotor establezcan un número predeterminado de grupos de jaulas identificables separadamente para que el campo de estator a la frecuencia fundamental se acople con el rotor y para que el tercer armónico del campo del estator no se acople con el rotor. El número total de ranuras del rotor y el número total de grupos de jaulas separadamente identificables se eligen de tal manera que se obtenga una configuración de conjuntos de jaula que incluye las dos terceras partes de un paso de polo fundamental. Además, el número de aros de extremidad de jaulas de rotor en una extremidad multiplicado por el número de aros de extremidad de jaulas de rotor en la otra extremidad es superior o igual al número de los diferentes tipos de jaulas.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

30

El invento está relacionado con máquinas dinamoeléctricas y más particularmente con motores de inducción que tienen una configuración polar fija (es decir, un número fijo de polos principales o de funcionamiento y por tanto que tienen

1 solamente una velocidad de sincronismo sin carga), que están
particularmente bien adaptados para funcionar en conjunto con
un dispositivo arrastrado tal como un ventilador, y en los
5 cuales se obtienen diferentes velocidades de funcionamiento
de un dispositivo de carga arrastrado mediante el cambio se-
lectivo de la intensidad del campo (por ejemplo cambiando el
número de amperios-vuelta eficaces, o cambiando la tensión
aplicada) sin alterar el número de polos.

10 Cada año se vende un gran número de motores monofási-
cos de potencia inferior a un caballo en la gama de 1/20 a 3/4
caballos, para aplicaciones de ventilador de desplazamiento
de aire, y en muchas de estas aplicaciones el ventilador está
arrastrado directamente por el motor. Como consecuencia de
este accionamiento directo, y de las características de ve-
15 locidad-par del ventilador, estas aplicaciones exigen nor-
malmente un par de arranque relativamente pequeño. Por este
motivo, se utilizan ampliamente motores de inducción con de-
vanado en cortocircuito y motores de inducción con fase auxi-
liar alimentada a través de un condensador de manera permanen-
20 te (que tienen un reducido par de arranque). Esta utilización
relativamente generalizada se debe a la relativa sencillez de
diseño y de fabricación de dichos motores. Esta sencillez
(por lo menos en parte) resulta del hecho de que estos tipos
de motores no necesitan separar el devanado de arranque del
25 circuito de accionamiento del motor a las velocidades de fun-
cionamiento.

Los motores con devanados en cortocircuito convenciona-
les presentan generalmente el inconveniente de la limitación
de enfriamiento resultante de los bajos rendimientos asociados
30 con dichos motores. Por otra parte, los motores de fase auxi-

1 liar alimentada permanentemente a través de un condensador
presentan el inconveniente del coste asociado con los devana-
dos de arranque que incluyen usualmente un gran número de es-
piras de alambre fino y un condensador para servicio continuo.

5 El rendimiento relativamente bajo de los motores con
devanado en cortocircuito se debe, entre otras cosas, a las
pérdidas relativamente elevadas en el rotor y en las bobinas
en cortocircuito, manifestándose desde luego estas pérdidas
bajo la forma de calor. Cuando la cantidad de calor generada
10 por un motor aumenta, resulta más difícil asegurar una refri-
geración adecuada del motor. Si se pudiera reducir las pér-
didas en el rotor y/o en la bobina en cortocircuito de un
motor con devanado en cortocircuito, sería posible obtener
otras ventajosas reducciones de coste proporcionando sin em-
15 bargo motores de la misma eficacia.

Ya que el mercado de los ventiladores accionados direc-
tamente está interesado principalmente con la elevación de
temperatura de los motores, en aquellos casos en los cuales
la elevación de temperatura en un motor actualmente existen-
20 te es aceptable, una reducción de las pérdidas en el rotor
permitiría autorizar pérdidas más importantes en el devanado
principal y en el núcleo de estator asociado. Esto significa
que sería posible aumentar las densidades de corriente en el
devanado principal con las reducciones consiguientes de ma-
25 terial y los ahorros de coste de fabricación, tanto para los
motores con devanado en cortocircuito como para los motores
con fase auxiliar alimentada a través de un condensador.

En aquellos casos en los cuales no se utilizan actual-
mente motores con devanado en cortocircuito en razón de exce-
30 sivo aumento de temperatura de los motores actualmente dispo-

1 nibles, un motor con devanado en cortocircuito de diseño nuevo
con una reducción de las pérdidas en el rotor (sin incremento
de las pérdidas en el devanado principal y en el núcleo) per-
mitiría utilizar un motor con devanado en cortocircuito de
5 éste tipo. Los motores con devanado en cortocircuito menos
costosos podrían entonces sustituirse por los motores con fase
auxiliar alimentada a través de un condensador más costosos
en numerosas circunstancias.

 Se entenderá que es muy conveniente una innovación
10 capaz de facilitar estas variantes ventajosas. Naturalmente,
será interesante reducir las pérdidas en el rotor de todos
los tipos de motores que tienen un contenido de armónico de
orden relativamente elevado en el campo magnético del esta-
tor, por ejemplo en motores que tienen solamente un número re-
15 ducido (por ejemplo 1 o 2) de bobinas concéntricas por grupo
de bobinas (o polo). Este caso es usualmente el de los motores
con fase auxiliar alimentada de manera permanente por un con-
densador de tamaño relativamente pequeño (por ejemplo de un
diámetro igual o inferior a 15,24 cm - seis pulgadas), que
20 tienen un número de polos relativamente importante (por ejem-
plo de cuatro, seis o más polos) y en los motores con devanado
en cortocircuito.

 Para aplicaciones de accionamiento directo de ventila-
dores o sopladores, los motores con devanado en cortocircuito
25 o con fase auxiliar alimentada permanentemente con un conden-
sador, se diseñan normalmente con un número de polos fijo. Se
elige el número de polos de modo que la velocidad de sincro-
nismo del motor sin carga sea algo superior a la velocidad de
funcionamiento deseada más alta del ventilador que ha de ser
30 accionado por el motor. Por ejemplo, si la velocidad deseada

1 más elevada del ventilador que está en la proximidad de los
1000 rpm, se eligirá probablemente un motor de seis polos
alimentado con una fuente de tensión a 60 HZ (se entiende que
la velocidad de sincronismo de un motor de inducción de seis
5 polos energizado por una fuente a 60 HZ o a 50 HZ es aproxima-
damente de 1200 rpm o 1000 rpm respectivamente).

Los motores elegidos para accionamiento de ventiladores
a velocidades múltiples se trate de motores con devanado en
cortocircuito o motores con fase auxiliar alimentada por con-
10 densador, se diseñan usualmente con tomas intermedias en los
devanados principales. En este caso se obtienen velocidades
diferentes (bajo carga) haciendo variar el deslizamiento me-
diante alteración de la intensidad del campo. Naturalmente,
se cambia la intensidad del campo mediante energización selec-
15 tiva de las diferentes tomas o terminales del devanado. La
velocidad más alta deseada se producirá cuando se conecta con
la línea de alimentación el número de vueltas más reducido.
Por otra parte, cuando todas las espiras están energizadas
por la tensión de alimentación, la intensidad del campo, y
20 por tanto la velocidad bajo una carga dada, será mínima. Se
insiste de nuevo sobre el hecho de que el funcionamiento a
velocidades múltiples de los motores de devanado en cortocir-
cuito o de los motores con fase auxiliar alimentada permanen-
temente por un condensador que se describen aquí, se obtiene
25 alterando la intensidad del campo (cambiando el número de
espiras del devanado en servicio o cambiando la tensión apli-
cada) en lugar de cambiar el número de polos energizados.
Durante mucho tiempo se ha admitido que este tipo de motores
tenía un funcionamiento inestable a baja velocidad. En lo que
30 sigue se describirá más detalladamente lo que se entiende por

1 "velocidad baja inestable", pero se observará ahora que la ve-
locidad baja de dichos motores es relativamente sensible a los
cambios de la tensión aplicada, a las restricciones en los
orificios de entrada y de salida del ventilador o del sopla-
5 dor, etc.

La tensión de la red en una vivienda puede ser más alta
o más baja que la tensión nominal (dando lugar así a inesta-
bilidad perjudicial de la baja velocidad del motor) como re-
sultado de las caídas de tensión en la línea de transmisión
10 de energía, de los valores de cresta de carga de la instala-
ción generadora, o como resultado de lo que se llama corrien-
temente "pérdida de tensión". Por estos motivos así como por
otros, los fabricantes de los equipos originales que compran
motores de velocidades múltiples con intensidad de campo va-
riable (llamados en lo que sigue simplemente "motores de ve-
15 locidades múltiples") para accionar directamente ventiladores
o sopladores se interesan generalmente en la relación veloci-
dad/par de dichos motores no solamente a la tensión nominal
sino también a tensiones diferentes de la tensión nominal
20 (por ejemplo con una variación de más o menos 10%).

Hasta la fecha, los fabricantes y compradores de mo-
tores a velocidades múltiples debían realizar un compromiso
entre un diseño de motor dotado de un rendimiento relativa-
mente elevado a gran velocidad con una estabilidad a baja ve-
25 locidad mediocre, o un motor diseñado para tener una buena
estabilidad a baja velocidad y un mediocre rendimiento a gran
velocidad. Generalmente, la solución de compromiso consistía
en elegir un motor de un diseño tal que la estabilidad a baja
velocidad sea relativamente mediocre con un rendimiento infe-
rior al rendimiento máximo.
30

1 Se entenderá por tanto que es particularmente conve-
niente proporcionar motores de inducción de tipo nuevo y me-
jorado con un rendimiento más alto; y, en función de la aplica-
ción prevista para el motor, será particularmente ventajoso
5 que estos motores tengan una mejor estabilidad a velocidad
baja cuando están previstos para aplicaciones de velocidades
múltiples.

Resumen del Invento

10 Por consiguiente, un objeto del invento consiste en
proporcionar motores de inducción mejorados dotados de un
rendimiento más elevado.

15 Otro objeto del invento consiste en proporcionar moto-
res de inducción dinamoeléctricos mejorados, particularmente
bien adaptados para presentar una mayor estabilidad a velo-
cidad lenta en aplicaciones de velocidades múltiples.

20 Otro objeto más del invento consiste en proporcionar
motores en los cuales el campo magnético del estator tiene
un contenido de armónicos relativamente reducido y en los
cuales sin embargo las pérdidas del rotor son de magnitud
comparativamente reducida, y se refiere también a métodos para
realizar estos motores.

25 Para llevar a la práctica los objetos que anteceden
así como otros objetos del invento, en una forma de realiza-
ción del mismo, se proporcionan motores de inducción de po-
tencia inferior a un caballo dotado de un número fijo de polos
"y por tanto una velocidad única de sincronismo sin carga",
que están particularmente bien adaptados para el funcionamien-
to a velocidades múltiples cuando arrastran una carga consti-
tuida por un ventilador, mediante el cambio de la intensidad
30 del campo del devanado principal. En los modos de realización

1 preferidos del invento, se proporciona un rotor del tipo de
 jaula de ardilla que tiene una pluralidad de barras conducto-
 ras y de aros de extremidad interrelacionados y que están dis-
5 puestos de tal manera que unos grupos múltiples de barras de
 rotor establezcan un número impar de grupos de jaulas separa-
 damente identificables para que el campo estatórico a la fre-
 cuencia fundamental se acople con el rotor y de tal manera
 que el tercer armónico del campo estatórico no esté acoplado
 con el rotor. El número de ranuras del rotor y el número total
10 de grupos de jaulas separadamente identificables se eligen de
 tal manera que se obtenga una configuración de grupo de jaulas
 que tiene las dos terceras partes de un paso de polo fundamenta
 Además, el número de aros de extremidad de jaula de rotor en
 una extremidad multiplicado por el número de aros de extremi-
15 dad de jaulas de rotor en la otra extremidad es igual o supe-
 rior al número de los diferentes tipos de jaulas.

 El objeto relacionado con el invento se resalta y se
 reivindica particular y distintamente en la conclusión de
 esta memoria. Sin embargo, el invento en sí tanto por lo que
20 a su organización como a su modo de funcionamiento se refiere,
 conjuntamente con otros objetos y ventajas del mismo, podrá
 ser entendido más claramente refiriéndose a la descripción
 que sigue tomada conjuntamente con los dibujos que la acompa-
 ñan.

25 Breve Descripción de los Dibujos.

 La figura 1 es un gráfico de unas curvas representa-
 tivas de la velocidad en función del par de un tipo de motor
 conocido en la técnica anterior con una curva de carga de
 ventilador dada superpuesta a las curvas de velocidad/par
30 del motor;

1 La figura 2 es similar a la figura 1 con la excepción de que las curvas de velocidad/par del motor son las que corresponden a un segundo tipo de motor de la técnica anterior;

5 La figura 3 es similar a las figuras 1 y 2 con la excepción de que las curvas de velocidad/par del motor son aquellas que corresponden a un tercer tipo de motor de la técnica anterior.

10 La figura 4 es un gráfico de curvas de velocidad/par de un motor que incorpora el invento en una forma de realización preferida, con la misma curva de carga de ventilador superpuesta en ella como en las curvas de las figuras 1, 2 y 3;

La figura 5 es una representación esquemática de una jaula de rotor útil para constituir las bases del entendimiento inicial del descubrimiento según el invento;

15 La figura 6 es una representación esquemática de jaulas de rotor útiles para la misma aplicación que la figura 5;

La figura 7 es otra representación esquemática de jaulas de rotor que tienen la misma utilidad que las figuras 5 y 6;

20 La figura 8 es una representación de una construcción que incorpora algunas características del invento;

25 La figura 9 es una representación esquemática de jaulas de rotor en el interior de una jaula de ardilla que puede ser empleada en la práctica del invento en una forma de realización preferida del mismo.

La figura 10 es una vista en perspectiva de despiece de un motor que incorpora el invento y en el cual se emplea un rotor dotado de un número de grupos de jaulas substancialmente idéntico al que se ilustra en la figura 9.

30 La figura 11 es una vista en alzado en la cual se han

1. retirado algunas piezas y se han abierto otras piezas del rotor ilustrado en la figura 10;

5 La figura 12 es una vista de las chapas de rotor utilizadas para la fabricación del rotor de la figura 11;

La figura 13 es una vista de una chapa de extremidad empleada para la fabricación del rotor ilustrado en la figura 11;

10 La figura 14 es una vista algo esquemática, con unas partes abiertas, (y unas partes retiradas) de una porción del rotor ilustrado en la figura 11;

15 La figura 15 es una vista de un rotor construido para que tenga una configuración de jaulas de rotor del tipo ilustrado esquemáticamente en la figura 16, y que puede ser utilizado en lugar del rotor ilustrado en la figura 11, como parte del motor de la figura 10;

La figura 16 es una representación esquemática de la configuración de jaulas de rotor del rotor de la figura 15;

20 La figura 17 es una vista mirando en la dirección de las flechas 17-17 de la figura 15, con unas partes retiradas y unas partes abiertas;

25 La figura 18 es una vista mirando en la dirección de las flechas 18-18 de la figura 15, con unas partes retiradas y unas partes abiertas;

La figura 19 es una vista tomada sustancialmente en la misma dirección que la vista de la figura 18, pero en la cual se han retirado menos partes en comparación con la figura 18; y

30 La figura 20 es un gráfico de las curvas que ilustrar

1 las relaciones velocidad/par de un motor, habiéndolo sido ele-
gidas las curvas para explicar la relación entre los pares
asociados con la fuerza magneto motriz a la frecuencia funda-
mental y la fuerza magneto motriz del tercer armónico.

5 Descripción de los Modos de Realización
Preferidos.

Haciendo referencia en primer lugar a las figuras 1-3
de los dibujos en conjunto, se observará que estas figuras
se presentan con el objeto de facilitar un entendimiento bási-
co de las características de los requisitos de aplicación re-
10 lacionados con motores de la técnica anterior. Las curvas de
velocidad/par de las figuras 1-3 son curvas que han sido ob-
tenidas en pruebas de motores reales de la técnica anterior
a la presente solicitud de patente. Se cree que las curvas
15 de las figura.1-3 representan de manera general las curvas
de velocidad/par de motores disponibles hasta la fecha en la
industria de motores de potencia inferior a un caballo. La
única diferencia entre los motores utilizados para obtener
las curvas ilustradas en las figura 1-3 es que se ha utiliza-
do un rotor de alta resistencia para obtener las característi-
20 cas de la figura 1; un rotor de baja resistencia para obtener
las características de la figura 2; y un rotor de resistencia
media para obtener las características de la figura 3. Los
estatores empleados para obtener las características de las
25 figuras 1-4 incluían núcleos de estator substancialmente idé-
nticos (misma altura de apilamiento y misma geometría de chapas)
que los que se utilizan en la fabricación comercial normal
del concesionario de esta solicitud, aunque cada uno de ellos
esté provisto de un enrollamiento realizado diferentemente
30 para obtener los puntos de funcionamiento deseados. Se obser-

1. vará también que se ha superpuesto a cada una de las figuras 1-4 una curva de carga típica 27 de velocidad/par que corresponde a un ventilador accionado directamente.

5. Haciendo ahora referencia a la figura 1, la curva 21 se obtiene cuando todas las espiras del devanado principal se energizan con la fuente de tensión nominal. La curva 22 se ha obtenido aplicando 110% de la tensión nominal (tensión elevada) a todas las espiras del devanado principal. Por otra parte, la curva 23 representa las características de velocidad/par del motor (conectado para funcionamiento a velocidad reducida estando energizadas todas las espiras del devanado principal) en condiciones de baja tensión, definiéndose la baja tensión como una tensión igual al 90% de la tensión nominal.

10. La curva 24 representa el funcionamiento del motor a gran velocidad que se obtiene cuando se energiza solamente una parte de las espiras del devanado principal (conectadas en serie con la tensión de alimentación) a la misma tensión nominal que la que se utilizó para obtener la curva 21. Las curvas 26, 25 representan las características de funcionamiento del mismo motor conectado para funcionamiento a gran velocidad cuando la tensión que se le aplica es igual al 90% y al 110% de la tensión nominal respectivamente. La curva de carga 27 del ventilador (indicándose esta misma curva por los mismos números de referencia en las figuras 1-4) ha sido trazada para representar la relación velocidad/par de un ventilador o soplador típico accionado directamente.

15. Haciendo todavía referencia a la figura 1, se supondrá que un usuario de un primer motor que se representa por la figura 1 ha especificado que el ventilador debe funcionar en un aparato (por ejemplo un acondicionador de aire en un local)

1 a dos velocidades que pueden ser elegidas a voluntad. Además,
se supone que el punto de funcionamiento a gran velocidad del
ventilador (en condiciones de tensión nominales) debe ser de
1080 rpm mientras que el punto de funcionamiento deseado a
5 baja velocidad (en condiciones de tensión nominal) debe ser
de 750 rpm. Se observará que las curvas 21 y 24 indican que
el primer motor satisface estas condiciones. Sin embargo, el
rendimiento de este primer motor era solamente de 28,3% en
el punto de funcionamiento a alta velocidad 28, aunque la
10 estabilidad a baja velocidad de este primer motor era rela-
tivamente buena. Esta buena estabilidad está ilustrada por
el hecho de que la velocidad del ventilador varia solamente
de 190 rpm cuando la tensión aplicada varia entre 90 y 110%
de la tensión nominal. Naturalmente, esta variación de velo-
15 cidad es la diferencia entre las velocidades que corresponden
a los puntos 32 y 33 donde la curva 27 del ventilador corta
las curvas 22 y 23, respectivamente, del motor. Desde luego,
los puntos 29, 30 representan los puntos de funcionamiento a
gran velocidad en condiciones de tensión baja y alta, respec-
20 tivamente, mientras que el ventilador accionado funcionará a
la velocidad baja deseada de 750 rpm a la tensión nominal
según se indica por el punto 31.

Haciendo de nuevo referencia a la diferencia de velo-
cidades entre los puntos 32 y 33, esta diferencia es una indi-
25 cación de lo que en la técnica se llama "estabilidad" de un
motor en condiciones de funcionamiento a baja velocidad. Por
tanto, un motor previsto para una aplicación dada será menos
estable si esta gama de velocidades es relativamente amplia,
mientras que otro motor previsto para la misma aplicación po-
30 drá ser considerado como "estable" si esta gama de veloci-

1 dades es relativamente pequeña.

 Se recordará ahora que para numerosas aplicaciones
(recordando de nuevo que el acondicionamiento del aire ambien-
te constituye solamente un ejemplo) es a menudo conveniente
5 ajustar el ventilador para que funcione a baja velocidad. Este
 reglaje se utilizará cuando se desea la cantidad mínima de
 ruido asociada con la circulación del aire. Por ejemplo, un
 usuario puede preferir que su acondicionador de aire ambiente
 funcione de la manera más silenciosa posible durante las horas
10 de sueño o cuando no se requiere el efecto de refrigeración
 máximo.

 Los factores relacionados con los niveles de ruido re-
lativos y con el efecto de enfriamiento relativo son dos fac-
tores que conducen a especificar que un ventilador dado deba
15 tener un punto de funcionamiento particular tal como el que
 se indica por el punto 31 en la figura 1. Se entenderá que
 cualquier variación de velocidad a partir del punto 31 repre-
 senta una variación respecto a la norma deseada. Por ejemplo,
 si el punto de funcionamiento del ventilador accionado coinci-
20 de con el punto 32, el efecto de refrigeración será mayor pero
 estará acompañado con niveles de ruido relativamente más fuer-
 tes. Por otra parte, el funcionamiento del ventilador a una
 velocidad que corresponde al punto 33 proporcionará un modo
 de funcionamiento más silencioso pero el efecto de refrigera-
25 ción a esta velocidad disminuirá en razón de la reducción del
 volumen de aire en circulación. Además, si la velocidad en el
 punto 33 es demasiado baja, puede producirse una refrigeración
 insuficiente del motor con el resultado final desafortunado
 que consiste en un sobrecalentamiento y en la producción de
30 desperfectos permanentes en el motor. Se observará de nuevo

1. que el rendimiento a gran velocidad del primer motor descrito más arriba era solamente de 28,3%.

5 Examinando ahora la figura 2, la explicación y la descripción de las curvas 41-46 corresponde a la descripción que se dá más arriba de las curvas 21-26. La descripción de los puntos 48-53 es idéntica a la discusión y a la descripción, respectivamente, de los puntos 28-33 de la figura 1. Sin embargo, se recalcará de nuevo el hecho de que las curvas 41-46 han sido obtenidas empleando un rotor con una resistencia relativamente baja en comparación con la del rotor utilizado para obtener las curvas 21-26. Aunque este "segundo" motor (es decir el motor a partir del cual se han obtenido los datos de la figura 2) tenga un rendimiento a gran velocidad de 37,6% en el punto de funcionamiento 48, este motor presenta una estabilidad mediocre a baja velocidad.

10

15

Más precisamente cuando está conectado para funcionar a baja velocidad, el segundo motor de la técnica anterior presenta una variación de velocidad de 500 rpm según la tensión que se le aplica.

20 Una solución de compromiso entre el "segundo" motor con estabilidad baja y alto rendimiento, y el "primer" motor de elevada estabilidad y bajo rendimiento, consistiría en un "tercer" motor de la técnica anterior dotado del mismo núcleo de estator que los "primero" y "segundo" motores, pero dotado de un rotor de resistencia media. La figura 3 representa las relaciones velocidad/par de un "tercer" motor de este tipo.

25

Naturalmente, este motor debería proporcionar el par especificado (a la tensión nominal) a las velocidades de 750 y 1080 rpm.

30 Una descripción de las curvas 61-66 sería idéntica a la

1 descripción que antecede de las curvas 21-26; y una explica-
ción de los puntos 68-73 sería idéntica a la explicación de
los puntos 28-33 de la figura 1. Sin embargo, el rendimiento
del tercer motor en el punto de funcionamiento a alta velocidad
5 70 es de 33%, mientras que la diferencia de velocidad entre
los puntos 72 y 73 es de 320 rpm. Se observará que el rendi-
miento a gran velocidad de 33% es inferior al rendimiento del
"segundo" motor de la técnica anterior relacionado con la
figura 2. Además, la estabilidad del "tercer" motor no es tan
10 favorable como la estabilidad del "primer" motor. Sin embargo,
el "tercer" motor presenta las características de rendimiento
de los motores que necesariamente, han sido utilizado hasta
la fecha.

La figura 4 es una representación gráfica de datos
15 tomados a partir de un motor que incorpora el presente inven-
to en una forma de realización. Una descripción y una explica-
ción de las curvas 81-86 respectivamente, sería idéntica a la
descripción y a la explicación de las curvas 21-26 de la fi-
gura 1. Además, una explicación de los puntos 88-93 sería idé-
20 ntica a la explicación de los puntos 28-33, respectivamente, de
la figura 1.

Examinando la figura 3 se observarán en particular
tres elementos. En primer lugar se observa que la gama de ve-
locidades entre los dos puntos 92 y 93 es solamente de 280 rpm
25 por minuto, aproximadamente, lo que constituye una mejora en
comparación con la gama de 320 rpm que ha sido indicada con re-
lación a la figura 3. De este modo, la figura 4 representa
un motor más estable que el motor de la solución de "compromiso
anterior. En segundo lugar, y lo que es todavía más importante,
30 el rendimiento del motor que incorpora el invento (en el punto

1 de funcionamiento 88) es de 39,4%. Este valor es notablemente
mejor que el del rendimiento de cualquiera de los motores des-
critos con relación a las figuras 1-3. Se observará también
que las curvas de velocidad/par 81-86 no presentan una inflexión:
5 apreciable o notable en la proximidad de 450 rpm, aunque en
realidad dicha depresión se produce en todas las curvas ilus-
tradas en las figuras 1-3.

La razón de la ausencia de dicha inflexión en la curva
de velocidad/par (aproximadamente en $1/3$ de la velocidad de
10 sincronismo) del motor que incorpora el invento, consiste en
que no existe substancialmente ningún acoplamiento entre el
tercer armónico y el rotor.

Tomando como ejemplo de descripción los motores con
devanado en cortocircuito, el devanado principal de estos
15 motores produce una onda cuadrada de fuerza magnetomotriz tal
que los armónicos impares tengan amplitudes iguales respecti-
vamente a $1/3$, $1/5$, $1/7$ etc. de la amplitud de la frecuencia
fundamental. En aplicaciones normales, estos motores tienen
una velocidad de funcionamiento que es dos a tres veces la
20 velocidad de sincronismo del tercer armónico. Los rotores de
jaula de ardilla conocidos tienen usualmente de 5 a 6 ranuras
por polo. Dicho devanado del rotor (sin espiral) tiene un buen
acoplamiento magnético con los tercer, quinto y séptimo armó-
nicos. Por tanto, el tercer armónico y los armónicos más eleva-
dos actúan como freno electromagnético sobre el motor a la ve-
25 locidad de funcionamiento. El efecto de freno del tercer armó-
nico produce una depresión aproximadamente a la tercera parte
de la velocidad de sincronismo como se vé claramente por ejem-
plo en las figuras 1-3.

30 Las pérdidas asociadas con el tercer armónico y los

1. armónicos de orden más alto ocurren bajo la forma de pérdidas
ohmicas en el rotor. Por tanto, se entiende que los motores
convencionales presentan de manera inherente pérdidas relati-
vamente elevadas en el rotor. Para dar una indicación de la
5 magnitud de dichas pérdidas se ha determinado que, con algunos
motores que tienen una potencia de salida de 63 W., las pér-
didas en rotor representan por si solas 52 W. En estos motores
particulares, las pérdidas en el rotor representan por si solas
más del 82% de la potencia de salida útil.

10 Un procedimiento de la técnica anterior orientado hacia
la solución del problema del acoplamiento del rotor con los
armónicos de la frecuencia fundamental consiste en dar a las
ranuras del rotor la forma de una espiral con relación a las
ranuras del estator, con un ángulo eléctrico fundamental in-
15 cluido en la gama de 40° eléctricos y 80° eléctricos. Este
ángulo será de 120° a 240° eléctricos para el tercer armónico,
de 200° - 400° para el quinto armónico, y así sucesivamente. El
grado de inclinación de la espiral será suficiente para que
el par de frenado debido al tercer armónico no rebase el par
20 neto hacia adelante de los campos fundamentales. Sin embargo,
una espiral de ranura de rotor extremadamente inclinada dá
lugar, entre otras cosas, a una mediocre distribución de la
densidad de flujo, a fuerzas axiales pulsatorias sobre el
rotor, y a un desacoplamiento parcial del campo fundamental.
25 Por tanto, el procedimiento que consiste en dar a las ranuras
del rotor la forma de una espiral inclinada al máximo no cons-
tituye una solución eficaz a este problema.

30 La magnitud de éste problema con relación tan solo al
tercer armónico, está claramente ilustrada en las curvas de
la figura 20. En la figura 20, la curva 94 representa de ma-

1 nera general el par atribuible, a diferentes velocidades, al
campo fundamental en un motor con devanado en cortocircuito.
Por otra parte, la curva 95 representa de manera general el
par atribuible al tercer armónico. La curva 96 representa
5 generalmente el par útil neto cuando se tienen en cuenta los
efectos tanto de la frecuencia fundamental como del tercer
armónico. Se observará la cresta en la proximidad del punto
97, identificando esta cresta lo que se llama "par de inflexión"
en la técnica.

10 Examinando ahora la figura 5 y para una explicación
inicial de las jaulas de rotor, la figura 5 ilustra esquemá-
ticamente el circuito de un rotor de jaula de ardilla en el
cual el paso entre las barras conductoras adyacentes 98 es
de 120 grados eléctricos fundamentales. Esto significa que el
15 paso de las ranuras será de 360 grados eléctricos para el
tercer armónico y por tanto no existirá acoplamiento con el
tercer armónico. En términos de parámetros de circuito equi-
valentes, esto significa que la reactancia de dispersión del
rotor para el tercer armónico será infinita. El paso de las
20 ranuras para los quinto y séptimo armónicos será de 600 grados
y 840 grados, respectivamente, lo que significa que existirán
también una reactancia de dispersión de rotor muy elevada
para estos armónicos. Por lo que a acoplamiento con armónicos
se refiere, una jaula del tipo ilustrado en la figura 1A podría
25 aportar una solución al problema. Sin embargo, la reactancia
de dispersión del rotor a la frecuencia fundamental sería
también elevada y podría limitar seriamente la potencia de
salida del motor. Además, las limitaciones geométricas y de
conductividad de la jaula darían lugar a una resistencia del
30 rotor a la frecuencia fundamental que no sería óptima.

1 Se ha inventado un procedimiento por medio del cual
pueden obtenerse los beneficios del desacoplamiento del ter-
cer armónico sin limitar ni afectar de manera perjudicial el
acoplamiento con la frecuencia fundamental. El motor de la
5 figura 10 representa una construcción de motor que utiliza
el invento, mientras que las figuras 11-19 ilustran unas va-
riantes de realización representativas de la manera de llevar
a la práctica el invento. Se observará que los rotores de las
figuras 11 y 15 están dotados de anillos de extremidad múlti-
10 ples. Lo que es más importante, y podrá entenderse leyendo
la descripción que se dá a continuación, las barras conducto-
ras del rotor de jaula de ardilla y los múltiples anillos de
extremidad están interconectados de maneras muy particulares
para asegurar el desacoplamiento (es decir impedir el acopla-
15 miento) con el tercer armónico manteniendo sin embargo un buen
acoplamiento con el campo a la frecuencia fundamental. Se hará
ahora referencia a las figuras 6-9 para entender más fácilmen-
te como esto puede realizarse.

 La figura 6 representa cuatro grupos de jaulas dife-
20 rentes e independientes, siendo cada grupo similar al grupo
de jaulas de la figura 5 porque las barras que están conecta-
das al mismo par de anillos de extremidad están separados por
120 grados eléctricos fundamentales. Sin embargo, existe una
separación de solamente 30 grados eléctricos fundamentales
25 entre barras o ranuras de rotor adyacentes. En la figura 6,
un primer grupo de jaulas está constituido por las barras
conductoras 100, un segundo grupo de jaulas está constituido
por las barras conductoras 101 y los tercer y cuarto grupos de
jaulas están constituidos respectivamente por las barras con-
30 ductoras 102 y 103. Se observará que las barras 100-103 están

1 conectadas con una configuración particular con los conduc-
tores 105-112 (que representan los anillos de extremidad del
rotor) y que esta configuración determina la identidad de los
5 grupos de jaulas. El acoplamiento mutuo entre los cuatro gru-
pos de jaulas de la figura 6 existirá para la frecuencia fun-
damental y funcionarán como una sola jaula con seis ranuras
por polo fundamental y tendrán a la frecuencia fundamental
unas resistencias y reactancias óptimas. Sin embargo, en con-
junto, las cuatro jaulas seguirán teniendo un acoplamiento
10 mediocre con los campos debidos a armónicos. En los tamaños
de motores con un diámetro igual e inferior a 17,78 cm (7 pul-
gadas) un rotor con cuatro jaulas eléctricamente separadas,
aunque conveniente, sería relativamente difícil de construir
con las actuales técnicas de construcción de volumen importante
15 en razón de la necesidad de situar cuatro anillos conductores
eléctricamente independientes y relativamente frágiles en cada
extremo del rotor.

Por éste motivo, sería muy conveniente disponer de un
rotor del tipo que se ilustra esquemáticamente en la figura 7.
20 El circuito de la figura 7 es muy similar al circuito de la
figura 6 (que representa una configuración de jaula para dos
polos fundamentales) y sería más práctico de construir en
dimensiones físicas más pequeñas, con técnicas de volumen ele-
vado; se observará que un rotor que corresponde al rotor de
25 la figura 7 tendrá solamente dos anillos de extremidad en cada
extremo. En la figura 7, los anillos de extremidad están re-
presentados por los conductores 113-116 respectivamente. Por
otra parte, los grupos de cuatro jaulas están constituidos
respectivamente por los conductores 117, 118, 119 y 120.

30 Examinando los varios circuitos cerrados posibles de

1. la figura 7, se llegue a la conclusión de que no existe cir-
cuito cerrado cubriendo una extensión polar de 60 grados eléc-
tricos y por tanto no existe acoplamiento con el tercer armó-
nico en los rotores que han sido construidos para que tengan
5 el circuito ilustrado en la figura 7. Sin embargo, existen
cuatro circuitos cerrados diferentes y separados en este cir-
cuito que cubren una extensión polar de 120 grados a la frecuen-
cia fundamental. Por tanto, el acoplamiento con el campo a la
frecuencia fundamental subsiste.

10 Aunque los circuitos de rotor ilustrados en la figura
6 y 7 solucionen el problema del acoplamiento con el tercer
armónico, los motores construidos para incorporar estas cir-
cuitos dán lugar a otros problemas. Estos motores presentan
valores extremadamente elevados de par de bloqueo debido a
15 la reluctancia.

Se ha determinado que este problema del par de bloque
debido a la reluctancia puede ser solucionado si el número
"n" de diferentes grupos de jaulas es un número impar. El de-
sacoplamiento del tercer armónico puede ser realizado siempre
20 y cuando la extensión (en grado^s eléctricos fundamentales)
entre dos barras adyacentes del mismo grupo de jaulas es igual
preferentemente a $2/3$ el paso polar fundamental. Además,
el número de anillos de extremidad "A" en una extremidad del
rotor multiplicado por el número de anillos de extremidad "B"
25 en el otro extremo del rotor debe ser igual o superior al
número "n". Naturalmente, es posible utilizar si se desea
conductores de extremidad que tienen una forma distinta de
la de un "anillo".

30 La figura 9 ilustra un circuito de rotor que tiene un
solo conductor de anillo de extremidad 122 en una de sus ex-

1 tremidades y tres conductores de anillo de extremidad 123-125
en su otra extremidad. Este circuito cumple la condición de
que "n" debe ser un número impar, así como las otras condicione:
mencionadas en el párrafo inmediatamente anterior.

5 En el circuito de rotor de la figura 9, se proporcionan
tres grupos de jaulas separados y por tanto "n" es igual a
tres. La figura 9, lo mismo que las figuras 5-8, representa
una configuración de barras de rotor para dos polos fundamen-
tales, y la configuración de la figura 9 cubre por tanto 360
10 grados eléctricos fundamentales. En la figura 9, un grupo de
jaulas está constituido por las barras 126, un segundo grupo
de jaulas que incluye las barras 127, y el tercer grupos de
jaulas las barras 128. Se notará particularmente que las barras
adyacentes (es decir las ranuras de rotor) están separadas por
15 30 grados eléctricos fundamentales, pero que las barras adyacen-
tes de cualquier grupo de jaulas dado (por ejemplo las barras
126 adyacentes) está separadas 120° eléctricos fundamentales.

Se observará que los motores que incorporan el invento
podrían ser construidos con rotores fabricados mediante mol-
deo de anillos de extremidad separados o mediante moldeo de
20 anillos de extremidad macizos de grandes dimensiones, mecani-
zándolos a continuación para separarlos. Se observará que las
enseñanzas del invento pueden aplicarse a motores dotados de
cualquier número de polos; además, cuando se construyan moto-
res de la manera descrita aquí la espiral del rotor puede ele-
25 girse teniendo en cuenta factores distintos del desacoplamiento
del tercer armónico, por ejemplo factores tales como el blo-
queo debido a la reluctancia y el ruido producido por las fuer-
zas magnéticas.

30 Aunque la parte anterior de esta memoria tiende a poner

1 el acento sobre las aplicaciones en las cuales se prevé un
funcionamiento a velocidades múltiples, y por tanto en las
cuales se tiene en cuenta la estabilidad a velocidad reduci-
da, las enseñanzas del invento pueden ser utilizadas de manera
5 muy benéfica cuando se desea hacer funcionar un motor a una
sola velocidad. Cuando la estabilidad a baja velocidad no
constituye un problema, los motores que incorporan el inven-
to pueden ser construidos de manera que presenten rendimien-
tos todavía más elevados que los que se han indicado para el
10 motor que corresponde a los datos de la figura 4.

Por ejemplo, se han construido ahora motores caracteri-
zados por la ausencia de par debido al tercer armónico, por
un par de arranque comparable al de los motores de la técnica
anterior, un par máximo más elevado, un valor más elevado de
15 cresta de rendimiento, y una potencia de salida más elevada
para las mismas pérdidas en un punto de velocidad de referen-
cia. Las investigaciones que se están realizando indican que
aunque los motores que incorporan el invento tiendan a pre-
sentar un rendimiento substancialmente mejorado, es preciso
20 seguir tomando precauciones para asegurar que la resistencia
entre las barras conductoras del rotor y el núcleo magnético
del rotor sea relativamente elevada. Además, el número total
de barras del rotor preferentemente no será un número entero
por cada polo (por ejemplo se prefiere utilizar un número de
25 $3 \frac{1}{2}$ o $4 \frac{1}{2}$ ranuras de rotor por cada polo fundamental del
estator en lugar de tres ranuras o cuatro ranuras por cada
polo fundamental del estator).

Igualmente, se ha determinado ahora que, en aplicaciones
de motores con devanado en cortocircuito, la optimización del
30 orificio donde se aloja el estator (respecto a la formación

1 de chaflanes, escalones, o ranuras de reluctancia internas)
puede dar lugar una optimización suplementaria de las caracte-
rísticas de rendimiento, aunque se insiste de nuevo sobre
el hecho de que se han utilizado la misma geometría de per-
5 foración y la misma altura de apilamiento del estator para
obtener los datos que corresponden a cada una de las figuras
1-4, aunque el número de espiras del devanado, la tensión y
el tamaño del hilo hayan sido elegidos independientemente
por cada uno de estos motores con el fin de obtener los puntos
10 deseados de funcionamiento a alta y baja velocidad en condi-
ciones de tensión nominal.

Examinando ahora la figura 10, se describirá un modo
de realización preferido del invento. En primer lugar, se ob-
servará que la estructura ilustrada en las figuras 10 y siguien-
15 tes (y que se describirán más adelante) deben ser considera-
das como ejemplos de un modo de realización actualmente prefe-
rido para llevar a la práctica el invento, sin que dicha des-
cripción y dicha ilustración tengan un carácter limitativo.
Por ejemplo, se ilustra y describe un estator de motor con
20 devanado en cortocircuito dotado de seis polos, pero se en-
tiende que el invento también es aplicable a motores dotados
de un número de polos diferente y a motores de inducción en
los cuales el estator es de un tipo distinto del estator con
devanado en cortocircuito. Por ejemplo, el invento puede tener
25 una utilidad muy importante en aplicaciones de motores con
fase auxiliar alimentada en permanencia por un condensador,
y en motores de inducción con dispositivos de devanados dis-
tribuidos que tienen un elevado contenido de tercer armónico.
Tales por ejemplo el caso de los motores que tienen solamente
30 una bobina por polo pero que están dotados de seis ranuras de

1 devanado por polo; o el caso de los motores de inducción do-
tados de doce ranuras de devanado por polo pero en los cuales
se utilizan solamente una, dos o tres bobinas. En estos tipos
de estatores y en otros tipos de estatores con devanados dis-
5 tribuidos, el contenido de tercer, quinto, etc. armónico, pue-
de tener tendencia a tomar un valor apreciable y, por tanto,
el desacoplamiento (o la prevención del acoplamiento) del
tercer armónico con el circuito del rotor podría tener un va-
lor particular.

10 En la figura 10 se ha representado un motor de induc-
ción 130 de potencia inferior a un HP que incluye un conjunto
de estator 131 y un conjunto de rotor 132. El conjunto de
estator incluye un núcleo magnético 133 que está constituido
por una pluralidad de chapas de hierro corriente con reducido
15 contenido de carbono. Las chapas 134 y por tanto el núcleo
133 están provistos de un número de polos salientes alrededor
de los cuales está situada una bobina de devanado concentrada
136. Se observará que la extremidad polar posterior de cada
uno de los polos incluye una ranura 137 en la cual está situa-
20 da una bobina auxiliar en cortocircuito 138 en el motor ilus-
trado, unos pasadores de retención de devanado 139 están dis-
puestos para facilitar la fabricación del motor, constituyen-
do dichos pasadores un dispositivo de retención de las bobinas,
y estando situados para impedir movimientos accidentales
de unas partes de las bobinas hacia el orificio 141 del núcleo
25 del estator. Las bobinas 136 del devanado están constituidas
por una pluralidad de espiras de hilo, estando estas espiras
dispuestas de tal manera que la corriente que fluye a través
de ellas (durante el funcionamiento) establezca instantánea-
30 mente unos polos alternos Norte y Sur. El motor 130 puede ser

1 bobinado de cualquier manera deseada. Sin embargo, a título
descriptivo, se ha bobinado el motor 130 previsto para veloci-
dades múltiples de la manera que se describe más adelante.

5 El motor 130 está provisto de tres terminales 142, 143
y 144 que pueden conectarse selectivamente con una fuente de
tensión de energización con el objeto de producir el funciona-
miento del motor. En la fabricación del motor 130, durante el
proceso de bobinado, se ha enrollado un hilo para formar un
cierto número de espiras alrededor de cada uno de los polos
10 del núcleo a fin de establecer seis bobinas salientes concén-
tricas, incluyendo cada bobina un número predeterminado desea-
do de espiras dispuestas alrededor de una pieza polar 146 del
motor. A continuación, se ha repetido la misma operación con
un segundo hilo continuo de modo que el devanado resultante
15 situado alrededor de cada uno de los salientes polares del
núcleo esté constituido en realidad por dos bobinas separadas.
Las bobinas de cada grupo han sido conectadas en serie. El
segmento de hilo terminal procedente de uno de estos grupos
de bobinas ha sido conectado al segmento de hilo del comienzo
20 del otro grupo de bobinas. El terminal 144 ha sido conectado
a la extremidad inicial del primer grupo de bobinas, el ter-
minal 143 ha sido conectado a la unión del segmento final de
hilo del primer grupo y al segmento de hilo inicial del segun-
do grupo; y el terminal 142 ha sido conectado al segmento
25 final del segundo grupo de bobinas. Se obtiene el funciona-
miento a gran velocidad del motor 130 cuando se conectan los
terminales 143 y 144 a una fuente de tensión de energización.
Por otra parte, Se produce el funcionamiento a velocidad len-
ta cuando se conectan los terminales 144 y 142 con la misma
30 fuente de tensión porque todas las espiras de devanado (es

1. decir, ambos grupos de bobina) están interconectadas en serie con la fuente de tensión.

5 En la figura 10 se ha representado un cuerpo externo 147 de acero laminado y soldado. Se observará que se han formado en el cuerpo externo unos orificios de ventilación 148 para facilitar la refrigeración del motor y que el núcleo 133 ha sido introducido a presión. Cada uno de los armazones de extremidad 151, 152 lleva un cojinete 153 que recibe lubricante a partir de un material de retención de lubricante tal como el elemento de fieltro 154, o cualquier otro tipo de material de almacenado de lubricante adecuado. El motor 10 130 está diseñado para que solamente una extremidad de árbol sobresalga de él y por tanto se sitúa una caperuza de extremidad cerrada 155 en la extremidad opuesta a la de la polea para cerrar la extremidad abierta del depósito de lubricante 15 156. La tapa del depósito de aceite utilizada en la extremidad de polea del motor está sin embargo provista de un orificio dispuesto céntricamente y a través del cual pasa la extremidad del árbol que lleva la polea. Se entiende que la extremidad del árbol que lleva la polea puede estar dotada de una 20 zona plana por medio de la cual es posible accionar positivamente un ventilador o un soplador. En variante, dicho soplador o ventilador puede montarse a presión sobre la extremidad del árbol.

25 Una pluralidad de tornillos de fijación 157, dispuestos en cuatro agujeros de tornillos de fijación 158 (uno de los cuales no puede verse por estar oculto por la tapa 155) atraviesan internamente el cuerpo exterior. Una tuerca 159 está montada en la extremidad de cada tornillo de fijación y por tanto sujeta las piezas ilustradas en la figura 10. El 30

1 motor 130 puede estar soportado de cualquier manera adecuada.
Por ejemplo, puede utilizarse un dispositivo de montaje del
tipo de abrazadera situada circunferencialmente alrededor del
cuerpo externo 147. En variante, puede utilizarse una base de
5 montaje que soporta el motor 130 por medio de soportes elás-
ticos amortiguadores montados en los cubos 161 de los armazones
de extremidad. Naturalmente, es posible soldar pernos o sa-
lientes de montajes en emplazamientos deseados alrededor de
la periferia del cuerpo externo 147.

10 Haciendo referencia al conjunto de rotor 132, se ob-
servará en primer lugar que el rotor incluye un núcleo magné-
tico constituido por una pluralidad de chapas de acero corrien-
te con reducido contenido de carbono, que están ligeramente
inclinadas un paso de ranura del rotor ($13 \frac{1}{3}$ grados mecáni-
cos como puede verse) de una manera que entenderán los peritos
15 en la materia. Naturalmente, se elegirá el grado de inclina-
ción óptimo para las especificaciones de las aplicaciones par-
ticulares.

En la fabricación del cuerpo 163, del rotor, se apilan
20 conjuntamente las chapas, y a continuación se moldean a pre-
sión en su sitio dentro del núcleo unas barras conductoras de
aluminio y unos anillos de extremidad. A continuación, como se
suele hacer en la práctica, se mecaniza el diámetro externo
del rotor y a continuación se somete el cuerpo del rotor a una
25 operación de recocido para eliminar las tensiones internas.
Durante la fabricación del motor 130, las chapas que constitu-
yen el núcleo del rotor han sido recocidas individualmente
antes de su montaje para formar el núcleo. A su salida del
horno de recocido de eliminación de tensiones internas el
30 rotor moldeado bajo presión se sitúa encima de un árbol 162

1. (a la temperatura ambiente) y se hace bajar a la posición deseada sobre este eje (el eje 162 ha sido ensamblado previamente con el aro de arrastre 163). Justo después de posicionar el rotor moldeado a presión (todavía caliente) en la posición deseada sobre el árbol 162, se enfrían el rotor y el eje en
5 agua para que el rotor se contraiga y se ensamble de manera permanente con el árbol 162. Este procedimiento ha sido utilizado hasta la fecha para la fabricación del motor 130.

Se ha determinado que si el rotor no ha sido sometido a una operación de recocido adecuada, puede obtenerse un rendimiento de funcionamiento menos que satisfactorio. Esta circunstancia puede ser remediada fácilmente calentando el diámetro externo del rotor con un soplete y a continuación enfriándolo en agua. En variante, es posible tratar de nuevo el conjunto de rotor sometiéndolo a una operación de recocido azul con vapor. Se cree que un tratamiento térmico inadecuado del cuerpo del rotor, después de moldear en su sitio los elementos conductores de aluminio en éste, da lugar a una baja resistencia entre aluminio y hierro, y que el núcleo de hierro del rotor proporciona entonces un circuito eléctrico el cual, por lo menos en cierto grado, acopla el rotor con el tercer armónico.
10
15
20

Sin embargo, si se siguen de la manera indicada más arriba las fases de tratamiento conocidas, la resistencia entre conductor y núcleo en el rotor será suficientemente elevada para impedir el acoplamiento del rotor con el tercer armónico (suponiendo naturalmente que se satisfacen los criterios mencionados más arriba que están relacionados con el número deseado de grupos de jaulas del rotor, de separación de estos, etc.). Se observará que el rotor de la figura 10
25
30

1 incluye un solo anillo de extremidad 122 en un extremo del
mismo y que incluye en su otro extremo tres anillos de extre-
2 mismo y que incluye en su otro extremo tres anillos de extre-
3 midad separados 123, 124 y 125 respectivamente. Los detalles
4 de construcción del conjunto 132 y de las partes del mismo
5 se ilustran más claramente en la figura 11-14 inclusive.

Haciendo ahora referencia a la figura 11, las porciones
expuestas de las barras conductoras del rotor han sido iden-
tificadas en la figura 11 por los números de referencia 127,
128 y 126. Aunque cada una de las barras del rotor esté sepa-
10 rada de las demás en el interior del cuerpo del rotor, todas
están interconectadas en la extremidad izquierda del rotor
(según se vé en la figura 11) por el anillo de extremidad úni-
co 122. Por otra parte, solamente las barras de rotor desig-
nadas por el número de referencia 126 están interconectadas
15 con el anillo de extremidad 125; solamente las barras de rotor
127 están interconectadas con el anillo de extremidad 124;
y solamente las barras de rotor 128 están interconectadas con
el anillo de extremidad 123 situado más hacia el interior.

La figura 12 ilustra más claramente la configuración
20 de las chapas 166 utilizadas para fabricar el cuerpo del rotor
que se ilustra en la figura 11. Se observará que las chapas
representadas en la figura 12 (así como las chapas 167 ilustra-
das en la figura 13) han sido dibujadas substancialmente a
tamaño natural. Además, las figuras 12 y 13 ilustran la con-
25 figuración de las chapas de rotor antes de la operación de
mecanización de su diámetro externo. Por tanto, las porciones
periféricas externas de las ranuras de los conductores en las
chapas del rotor están limitadas por acero en las figuras 12
y 13, pero después de la mecanización, se elimina la superfi-
30 cie periférica externa de las chapas y puede verse una por-

1 ción de las barras conductoras según se observa en la figura
11.

5 Se han ilustrado en sección transversal en las figuras
12 y 13 unas porciones de las seis barras conductoras para fa-
5 cilitar el entendimiento de la relación entre las chapas in-
ternas 166 y la chapa extrema 167.

10 La figura 14 es una representación algo esquemática
de lo que se ve mirando hacia la estructura de la figura 11
en la dirección de las flechas 14-14. La figura 14 revela
claramente que solamente cada tercera barra del rotor está
incluida en el mismo grupo de jaulas. Ya que este rotor está
previsto para ser utilizado en el estator ilustrado en la
figura 10, se observará que existen $4 \frac{1}{2}$ barras de rotor por
cada polo fundamental. Esto se debe a que existe un total
15 de 27 barras de rotor y seis polos fundamentales asociados
con el conjunto fijo. Es preferible utilizar un número entero
de barras más $\frac{1}{2}$ barra por polo.

20 Se observará además que la separación angular mecánica
entre ranuras adyacentes en la chapa de rotor 166 es de $13 \frac{1}{3}$
grados mecánicos. Por otra parte, ya que existen seis polos
fundamentales (cubriendo cada uno 180 grados eléctricos),
el ángulo mecánico equivalente a cada polo fundamental es de
60 grados mecánicos. Se observará por tanto que, ya que en el
mismo grupos de jaulas existe solamente una barra de cada tres,
25 las barras adyacentes de cada grupo de jaulas están separadas
por 40 grados mecánicos, es decir las dos terceras partes de
un paso de polo fundamental.

30 Se recuerda que se ha indicado más arriba que el núme-
ro de anillos de extremidad situados en un extremo del rotor,
multiplicado por el número de anillos de extremidad situados

1 en el otro extremo del rotor, debe ser igual o superior a
(es decir no inferior a) el número de grupos de jaulas. En el
caso del rotor ilustrado en la figura 11, el producto del
número de anillos de extremidad en los dos extremos del rotor
5 es de tres y por tanto es igual al número de grupos de jaulas
de rotor.

Las preferencias mencionadas más arriba pueden expresarse en términos matemáticos de la siguiente manera. El número total mínimo "M" de barras (o conductores) en el rotor
10 ha de ser igual a: $1 \frac{1}{2} \times N \times n$; siendo "n" el número de grupos de jaulas definido más arriba y "N" el número de polos fundamentales. Utilizando esta fórmula, si se hubiera diseñado el estator ilustrado en la figura 10 para que tenga solamente cuatro polos fundamentales, la chapa de rotor ilustrada en
15 las figuras 12 y 13 hubiese tenido un mínimo de 18 ranuras equidistantes utilizando tres grupos de jaulas y situándose una de cada tres barras en el mismo grupo.

Examinando ahora la figura 15, se describirá otra construcción de rotor utilizable en lugar del rotor ilustrado en la figura 11. El circuito del rotor de la figura 15 se ilustra en la figura 16 y se emplean en las figuras 15 y 16 números de referencia correspondientes. El rotor 165 tiene su porción central hecha con las mismas chapas 166 que se ilustran en la figura 12. Sin embargo, se utilizado una chapa de extremidad diferente 168. La chapa de extremidad 168 de configuración especial se ha utilizado en cada extremo del rotor, y en los extremos opuestos del mismo se han dispuesto dos anillos de extremidad 171, 172, y dos anillos de extremidad 173, 174. Las chapas de extremidad 168 son idénticas entre sí, pero están
25 decaladas la una respecto a la otra cuando se ven en la misma
30

1 dirección. Por tanto, la chapa de extremidad situada en el
extremo derecho del rotor de la figura 15 tiene el aspecto
que se ve en la figura 18 cuando se observa en la dirección
de las flechas 18-18. Identicamente, la chapa de extremidad
5 168 (situada en el lado izquierdo del rotor) que se ve en la
figura 15, aparece como se ilustra en la figura 17 cuando
se observa en la dirección de las flechas 17-17. Sin embargo,
si se observara la chapa de extremidad situada en el extremo
izquierdo de rotor 15 en una dirección opuesta a la dirección
10 de las flechas 17-17, esta chapa tendría el aspecto que se
ilustra exactamente en la figura 18.

Haciendo referencia de momento a la figura 16, se describirá una representación esquemática de dos polos fundamentales del circuito del rotor 167. Se observará que se han formado tres grupos de jaulas y por tanto que "n" es igual a un
15 número impar. Un primer grupo de jaulas está constituido por
las barras 177; un segundo grupo de jaulas está constituido
por las barras 178, y un tercer grupo de jaulas está constituido
do por las barras 179.

Haciendo ahora referencia de nuevo a las figuras 15 y
20 17-19, se observará examinando la figura 19 que la barra de
rotor 177 que está dispuesta casi verticalmente encima de la
muesca de alineación inclinada 181 está interconectada con
los anillos de extremidad 172 y 173. Procediendo en la dirección
horaria de una barra conductora a otra barra conductora
25 en la figura 19, la siguiente barra conductora 178 está conectada
en una extremidad con el anillo de extremidad externo 171
y en la extremidad opuesta con el anillo de extremidad interno
174. La siguiente barra conductora 179 está conectada con el
anillo de extremidad externo 171 así como con el anillo de
30 extremidad externa 173. Esta configuración de conexión se re-

1 pite para todas las barras siguientes 177, 178, 179.

5 Para resumir lo que antecede, se hará de nuevo observar que el número de barras por grupo de jaulas es de una vez y media el número de polos fundamentales del estator. Además, el número de "grupos" (n) es un número entero impar superior a la unidad, y la extensión entre dos barras adyacentes del mismo "grupo" de jaulas es doble del paso del tercer armónico. Para recalcar todavía más el hecho de que los rotores ilustrados en las figuras 11 y 15 se han dado solamente a título de ejemplo, se indicará, por ejemplo que para una aplicación fundamental de seis polos, pueden utilizarse cinco grupos de jaulas (utilizando tres anillos de extremidad en un extremo del rotor y dos o tres anillos en el otro extremo) y utilizando siete barras y media de rotor por polo fundamental de modo que se obtenga un número total de 45 ranuras de rotor uniformemente separadas (y por tanto el mismo número de barras conductoras).

10

15

Se insistirá en particular sobre el hecho de que la selección de " n " como número entero impar sirve para proporcionar un medio de solucionar el problema del par de bloqueo debido a la reluctancia. Por consiguiente, cuando se utilizan otros medios para solucionar el problema del par de bloqueo debido a la reluctancia, o en los modelos o aplicaciones en los cuales este problema no tiene importancia, la utilización de números pares para " n " puede simplificar en cierta medida la construcción del rotor.

20

25

Para recalcar todavía más la naturaleza ejemplar de lo que antecede se indicará ahora que, en una aplicación fundamental de cuatro polos ($N = 4$), y cuando " n " se elige de antemano para que sea igual a seis, se utilizarán 36 ranu-

30

1 ras en el cuerpo del rotor. Las ranuras alternas soportarán
entonces unas barras dispuestas en "grupos" de la manera des-
crita más arriba, e interconectadas con dos anillos de extre-
5 midad separados en cada extremo del rotor (o un anillo en un
extremo y tres anillos en el otro) como se ha indicado más
arriba. La misma configuración de conexión con un segundo
grupo de anillos de extremidad (independiente del primer grupo
de anillos de extremidad) se formará para las barras soporta-
das por las otras ranuras del rotor. De esta manera, pueden
10 formarse seis "grupos" de jaulas estando tres de los grupos
de jaulas inter-relacionados e inter-conectados por su conexión
con el primer grupo de anillos de extremidad mientras que los
otros tres grupos de jaulas están inter-relacionados e inter-
conectados con el segundo grupo de anillos de extremidad. La
15 estructura resultante, constituye así dos jaulas cuyos conduc-
tores están magnéticamente en paralelo pero sin que exista
conexión eléctrica entre las jaulas.

Además, la descripción que antecede ha insistido sobre
la importancia de desacoplar el tercer armónico pero se en-
20 tenderá que pueden desacoplarse el quinto, el séptimo, etc.
armónicos también. Esto puede hacerse disponiendo los conduc-
tores en un grupo de jaulas de modo que los conductores ad-
yacentes de un grupo dado esten separados por una distancia
igual a dos veces el paso del armónico que ha de ser desaco-
25 plado.

De este modo, para desacoplar el quinto armónico, la
extensión entre dos barras adyacentes de un grupo de jaulas
dado será igual a dos quintas partes ($2/5$) la extensión de
los polos fundamentales (es decir 72 grados eléctricos funda-
30 mentales con una extensión polar fundamental de 180 grados

1 eléctricos fundamentales).

Aunque se haya mencionado "anillos de extremidad" de
manera extensa en esta descripción, se entiende que es posible
cambiar la geometría particular de los conductores de extre-
5 midad. Además, aunque se hayan mencionado "barras" conducto-
ras, es evidente que pueden situarse en las ranuras del rotor
conductores múltiples sin que sea necesario que estos conduc-
tores estén formados por moldeo. Por ejemplo, los rotores que
incorporan el invento podrían fabricarse con ranuras separadas
10 axialmente "en lugar de radialmente". En este caso no se nece-
sitarán chapas de extremidad especiales, si bien los anillos
más internos estarán provistos de agujeros a través de los
cuales podrán pasar los conductores del rotor.

Haciendo referencia a la figura 8, se ve que puede uti-
15 lizarse también un conductor de rotor en forma de "horquilla".
En este caso, los conductores se fabricarán bajo la forma de
elementos en "U" 116 extendiéndose los dos brazos 119, 120
de cada elemento en sentido axial a lo largo del núcleo 117
del rotor. La porción curva 114 del elemento se situará enton-
20 ces en un extremo del núcleo del rotor y las extremidades de
todos los brazos de la totalidad de los elementos se conectarán
conjuntamente en la otra extremidad del núcleo del rotor, por
ejemplo por medio de un anillo de extremidad común. Con este
tipo de construcción, cada elemento cubrirá 120 grados eléctri-
25 cos fundamentales (con el objeto de desacoplar el tercer armó-
nico). La construcción ilustrada en la figura 8 es, como lo
entenderán los peritos en la materia, un rotor destinado a ser
utilizado en un estator dotado de un campo fundamental de
seis polos. La extensión de cada elemento 116 corresponde a
30 la "extensión" de un grupo de jaulas formado como se ha indi-

1 cado más arriba. Además, dos brazos de conductores se situarán
en cada una de las 27 ranuras 118 y se utilizan 27 elementos
116. Por tanto, nueve elementos 116 constituyen un "grupo" de
5 jaulas en la forma empleada aquí, estando cada grupo constitui-
do por nueve conductores y teniendo cada uno de ellos un brazo
dispuesto en una ranura 118 con el brazo de otro conductor del
mismo grupo. Es preferible que los conductores 116 estén ais-
lados del núcleo 117 y los unos de los otros (ya que se cru-
zan mutuamente). Por ejemplo, es posible situar en los con-
10 ductores un revestimiento aislante de alambre magnético, o en
variante sería suficiente emplear óxido de aluminio natural
sobre los conductores de aluminio. E

En todos los modos de realización descritos aquí es
preferible que la impedancia de cada grupo de jaulas (u"hor-
15 quillas 116") esté equilibrada para reducir al mínimo el par
de bloqueo a una frecuencia igual a tres veces la estructura
polar fundamental.

En razón de todo lo que antecede, la magnitud de las
ventajas que se deben a la utilización del invento descrito
20 aquí podrá ser fácilmente apreciada. Por tanto, aunque se
haya ilustrado y descrito lo que se considera actualmente como
modos de realización preferidos del invento, de acuerdo con
los estatutos de patentes, será posible realizar cambios sin
alejarse del verdadero espíritu y alcance del invento, por
25 tanto se entiende que se cubren en las siguientes reivindica-
ciones todas aquellas variaciones equivalentes que caen dentro
del invento.

TRADUCCION DE LAS INSCRIPCIONES EN LOS DIBUJOS
ORIGINALES

30 Figura 1

A.- Representación del rendimiento - Motor de la técnica an-

1 rior con rotor de alta resistencia.

B.- Par-onzas.pies

Figura 2

A.- Representación de rendimiento - Motor de la técnica anterior con rotor de baja resistencia.

5 B.- Par-onzas.pies.

Figura 3

A.- Representación del rendimiento - Motor de la técnica anterior con rotor de resistencia media.

B.- Par-onzas.pies.

10 Figura 4

A.- Representación del rendimiento - Motor que incorpora el invento en una forma.

B.- Par-onzas.pies.

Figura 20

15 A.- Velocidad rpm.

B.- Par en el punto de inflexión

C.- Par-onzas.pies.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

20 REIVINDICACIONES

1.- Motor de inducción que incluye un rotor que tiene un núcleo magnético dotado de espiras de devanado situadas en él para producir un número N de polos magnéticos instantáneos durante la excitación de las espiras del devanado, incluyendo el rotor un núcleo magnético que tiene una pluralidad de ranuras separadas angularmente destinadas a recibir los conductores y que se extienden entre una primera y segunda extremidades del mismo, un número total mínimo predeterminado M de conductores dispuestos en un número M de dichas ranuras diferentes separadas angularmente de ma-

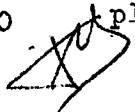
30

1 nera uniforme y que se extienden entre dichas primera y se-
gunda extremidades, un número predeterminado A de conducto-
res dispuestos en la primera extremidad del núcleo, y un nú-
mero predeterminado B de conductores dispuestos en la segun-
5 tos de acuerdo con una configuración tal que formen un número
n de grupos de conductores de jaulas diferentes conectados
selectivamente con un conductor en cada extremidad del nú-
cleo del rotor, estando los conductores adyacentes de cual-
quier grupo dado separados por las dos terceras partes de un
10 paso polar fundamental, eligiéndose el número n de modo que
sea un número impar entero superior a la unidad; y porque el
número predeterminado M es igual a la cantidad $1,5 \times N \times n$,
y porque el producto $A \times B$ es igual por lo menos al número
n preelegido.

15 2.- Motor según la reivindicación 1, en el cual
el rotor se caracteriza porque los M conductores actúan como
una sola jaula en cortocircuito respecto al campo fundamen-
tal producido durante la excitación de las espiras del deva-
nado, teniendo dicha jaula en cortocircuito única un número
20 de conductores por polo fundamental igual a M dividido por N.

3.- Motor según la reivindicación 1, en el cual
el rotor se caracteriza porque las ranuras que acomodan los
conductores del rotor tienen una forma de espiral en el sen-
tido axial a lo largo del núcleo del rotor.

25 4.- Motor de inducción según las reivindicaciones
anteriores que incluye un núcleo de estator provisto de es-
piras de devanado soportadas y situadas en el para estable-
cer por lo menos seis polos magnéticos fundamentales instan-
táneos durante la energización, y un rotor que incluye una
30 pluralidad de conductores dispuestos de acuerdo con una con-



1 figuración predeterminada para formar una pluralidad de gru-
pos de jaulas estando los conductores de cada grupo cortocir-
cuitados los unos con los otros en sus extremidades por unos
medios conductores; estando los conductores de cada grupo de
5 jaulas separados por una distancia substancialmente igual a
dos veces el paso de un armónico preelegido en grados eléc-
trico fundamentales.

5.- Motor según la reivindicación 4, caracteriza-
do porque todos los conductores de un primer grupo de jaulas
están conectados con un primer conductor común en una extre-
10 midad del rotor y con un segundo conductor común en la otra
extremidad del rotor; y todos los conductores de un segundo
grupo de jaulas están conectados con un tercer conductor co-
mún en una extremidad del mismo; y con un conductor común
unido con el primer grupo de jaulas en la otra extremidad del
15 mismo.

6.- Motor según la reivindicación 4, caracteriza-
do porque el motor incluye un número total predeterminado de
conductores de extremidad igual al número $A + B$, estando el
número A de conductores dispuestos en una extremidad del ro-
20 tor y siendo el producto $A + B$ igual por lo menos al número
de grupos de jaulas.

7.- Motor según la reivindicación 4, caracterizado
porque se realizan las conexiones con los devanados de tal ma-
nera que solamente una porción elegida de las espiras de de-
25 vanado pueda ser energizadas selectivamente para proporcionar
un punto de funcionamiento distinto del punto de funcionamien-
to que se obtiene cuando se energizan todas las espiras del
devanado.

8.- Motor según la reivindicación 7, caracteriza-
do porque el motor es del tipo de devanado en cortocircuito.



1 9.- Motor según la reivindicación 8, caracterizado porque el motor es del tipo con fase auxiliar alimentada por condensador permanente.


5 10.- Motor de inducción según las reivindicaciones anteriores que incluye un núcleo de estator dotado de espiras de devanado para establecer instantáneamente un número predeterminado de polos fundamentales cuando se conecta a una fuente de tensión de excitación, y un rotor que incluye una pluralidad de primeros conductores dispuestos de acuerdo con una configuración predeterminada e interconectados en sus extremidades con un número preelegido de segundos conductores; estando dichos primeros conductores dispuestos en grupos de jaulas estando los primeros conductores adyacentes de cada grupo de jaulas separados por las dos terceras partes de un paso polar fundamental, e incluyendo dicho rotor por lo menos 18 de dichos primeros conductores.

15 11.- Motor de inducción según las reivindicaciones anteriores que incluye un conjunto de estator adaptado para establecer un número predeterminado de polos magnéticos fundamentales durante su funcionamiento y que incluye además un rotor provisto de un número de primeros conductores, por cada polo fundamental, igual a un número entero más media unidad; incluyendo además dicho rotor una pluralidad de segundos conductores; estando dichos primeros conductores dispuestos en grupos de jaulas e interconectados en sus extremidades con unos conductores elegidos entre la pluralidad de dichos segundos conductores para que los siguientes primeros conductores adyacentes en cada grupo de jaulas estén separados por una distancia substancialmente igual a dos veces el paso, en grados eléctricos fundamentales, de un armónico de orden preelegido con lo cual se impide el acoplamiento del armónico

20

25

30



1 preelegido con un circuito de rotor establecido por los primeros y segundos conductores.

12.- Motor según la reivindicación 1, en el cual dicho rotor se caracteriza porque los pares de conductores en cada grupo de jaulas están constituidos por los ramales de un conductor en forma de U, porque se utiliza un número
5 B de conductores en forma de U, y porque las porciones seno de los conductores en forma de U forma en número predeterminado B de conductores dispuestos en la segunda extremidad del núcleo.

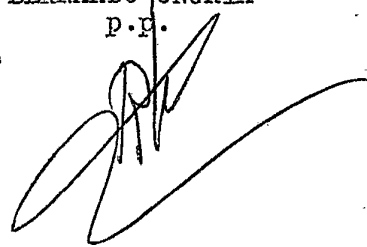
10 13.- Se reivindica por último como objeto sobre el ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: MOTOR DE INDUCCION.

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cuarenta y cuatro páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 20 mayo 1.975

BERNARDO UNGRIA

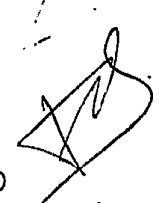
P. P.



20

25

30



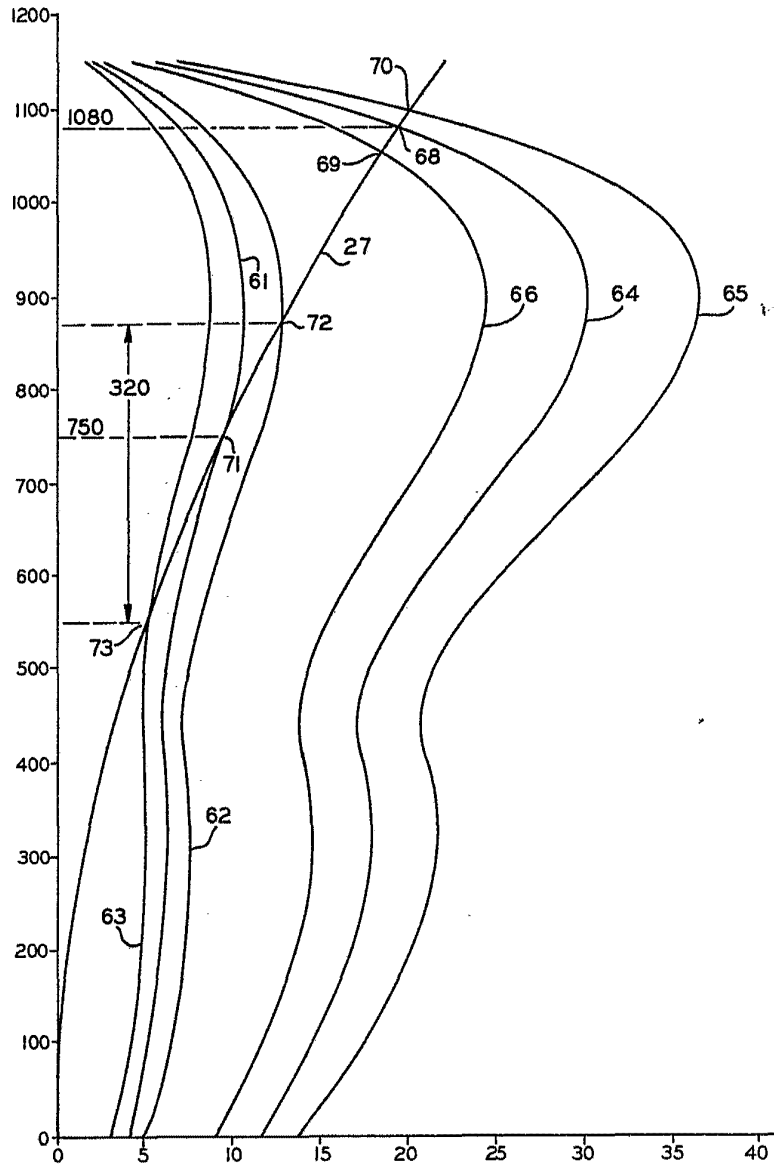
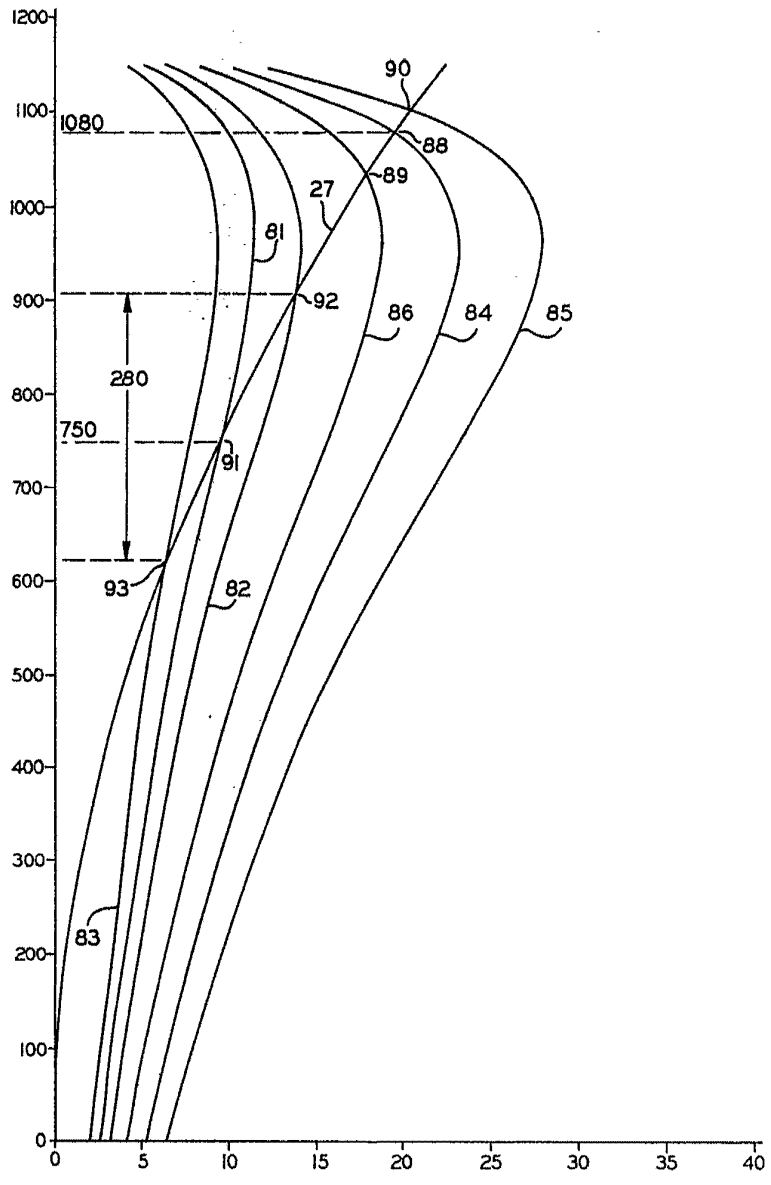


FIG 3

ESCALA VARIABLE
Madrid, 20 mayo 1.975

BERNARDO UNGRIA



F I G 4

ESCALA VARIABLE
Madrid, 20 mayo 1.975
BERNARDO UNGRIA
P.E.

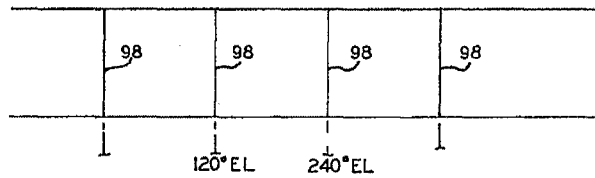


FIG 5

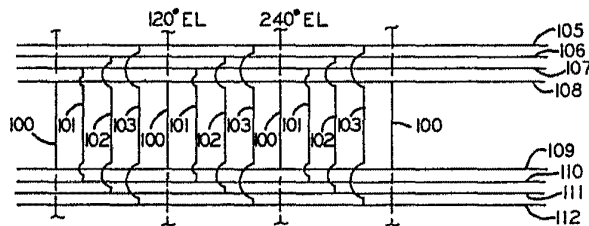


FIG 6

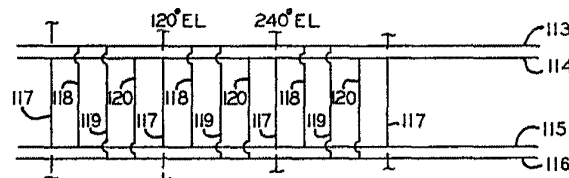


FIG 7

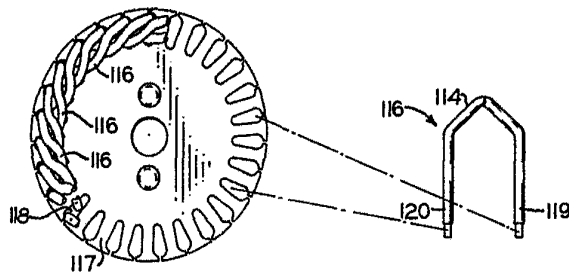


FIG 8

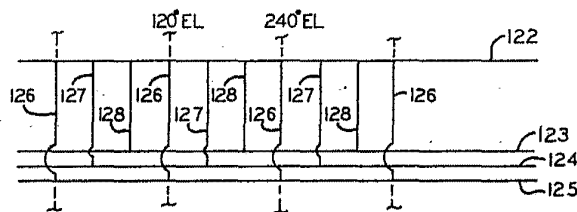
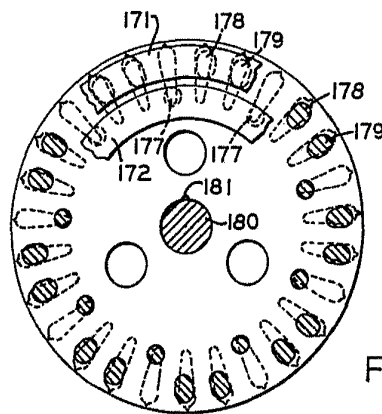
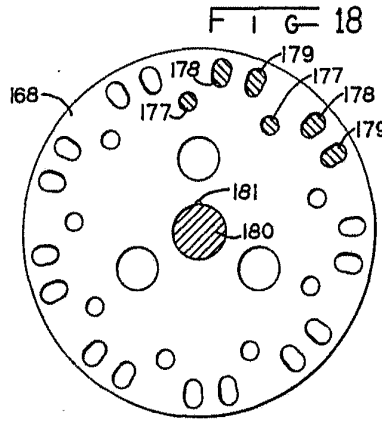
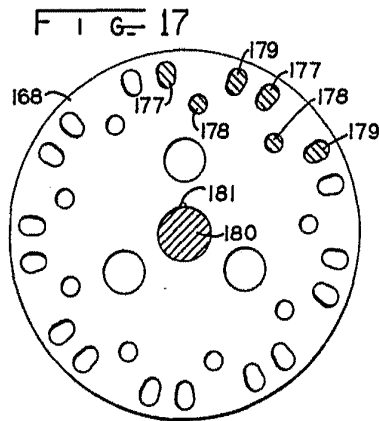
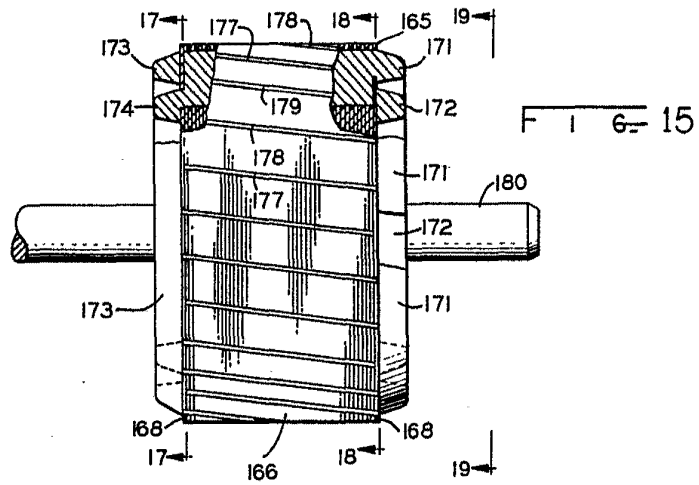


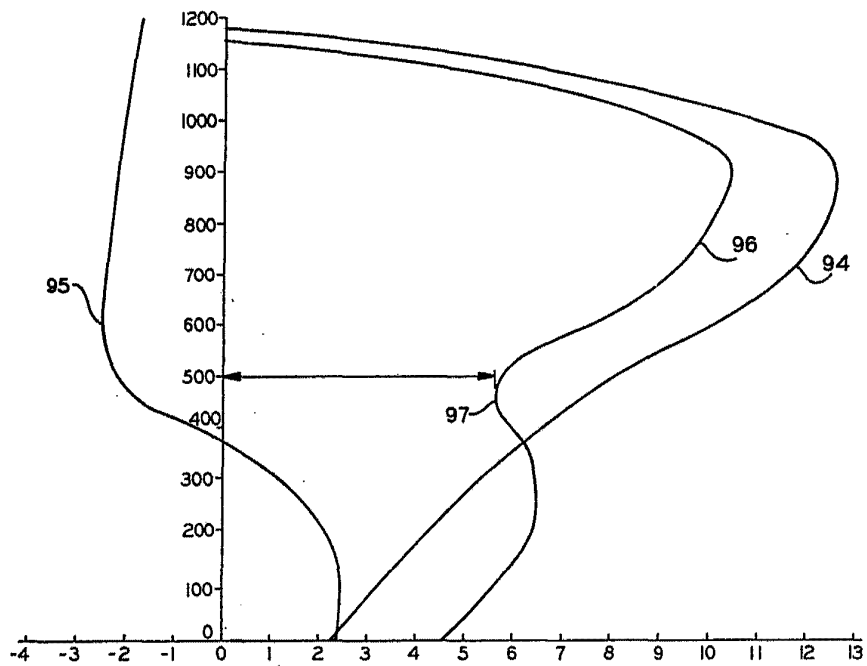
FIG 9

ESCALA VARIABLE
Madrid, 20 mayo 1.975
BERNARDO UNGRIA

P. P. O.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 20 mayo 1.975
BERNARDO UNGRIA



F I G= 20

ESCALA VARIABLE

Madrid, 20 mayo 1.975

BERNARDO UNGRIA

P.P.

P.P.