

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 401**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 7/102 (2006.01)

H02K 16/00 (2006.01)

H02K 21/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2003 E 03817109 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.11.2014 EP 1627457**

54 Título: **Motor modular de flujo transversal con freno integrado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.01.2015

73 Titular/es:

**OTIS ELEVATOR COMPANY (100.0%)
INTELLECTUAL PROPERTY DEPT., 10 FARM
SPRINGS ROAD
FARMINGTON, CT 06032, US**

72 Inventor/es:

**GIERAS, JACEK;
LIU, KITTY;
MILLER, ROBIN y
WAGNER, PAUL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 526 401 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Motor modular de flujo transverso con freno integrado

Esta invención está relacionada con los motores de flujo transverso en los que el par de torsión de salida puede ajustarse apilando módulos de rotor/estátor para ajustarse a las necesidades de las aplicaciones, tal como elevadores.

Los módulos de rotor/estátor de flujo transverso tienen un freno integrado.

Como un ejemplo de la necesidad de la técnica de la presente invención, las máquinas de elevador representan una parte mayor de los costes de material de un elevador. Las máquinas de elevador requieren unas velocidades lentas de rotación y deben proporcionar décadas de servicio sin mantenimiento. Para un sistema impulsor compacto, de funcionamiento suave y con poco ruido, y de coste bajo, si es posible han de evitarse los engranajes. Un factor importante en la selección de motor es la cantidad de salida de par de torsión por unidad de material activo, ya sea masa o volumen, incluido el acero del núcleo, el hilo conductor y los imanes permanentes. Los requisitos del par de torsión máximo para una máquina de elevador se determinan mediante el desequilibrio máximo, que generalmente es aproximadamente la mitad de la carga nominal más la discrepancia máxima de masa de cable, junto con el diámetro de roldana y la disposición de cuerdas (1:1, 2:1, etc.).

Las máquinas eléctricas convencionales de campo rotatorio tienen unos devanados de fase integrados en una estructura de núcleo. El documento US 6.043.579 describe una máquina de flujo transverso que es excitada permanentemente con unas piezas prefabricadas. Para obtener una mayor capacidad de par de torsión, se necesita un núcleo más largo de láminas apiladas, con diferentes devanados de fase, que a su vez requieren diferentes elementos fijos de devanado y otros equipos de fabricación. El estátor de los motores convencionales tiene unas vueltas finales que se extienden más allá de la parte útil productora de flujo del motor. Estas extensiones de bobina hacen difícil lograr combinaciones compactas de motor/roldana e integrar frenos u otras estructuras auxiliares con los motores.

Para reducir el número de modelos de motor necesarios para una línea de productos, algunos de los modelos de elevador que comparten un tipo de motor con otros modelos de elevador se sobredimensionan para sus requisitos de par de torsión. Tener un gran número de motores sin piezas comunes hace aumentar el coste de los materiales, la preparación, la fabricación y el almacenaje de repuestos.

Los objetos de la invención incluyen: mejores motores para elevadores; motores que proporcionan alto par de torsión a baja velocidad; motores en los que el par de torsión puede aumentarse agregando simplemente unas fases modulares; motores en los que el par de torsión puede aumentarse sin que sea necesario un cambio total de los devanados; motores con alta eficiencia y buen factor de potencia; motores que tienen una alta densidad volumétrica de par de torsión; motores con unos conjuntos relativamente más cortos sin vueltas finales de bobina, y de este modo menores pérdidas; motores que tienen unos devanados simples de estátor; motores que utilizan significativamente menos cobre y requieren menos mano de obra de fabricación que los motores sin escobillas de imán permanente con valor nominal similar; y motores que pueden construirse con módulos idénticos para permitir pequeños pasos en valores nominales de par de torsión utilizando piezas idénticas.

Según la presente invención, se proporciona una máquina rotatoria modular según la reivindicación 1 y un método para proporcionar una máquina según la reivindicación 7. Un motor eléctrico, adecuado para impulsar roldanas de elevador, consiste en unos módulos de rotor/estátor, un módulo por fase de la corriente impulsora, los motores se construyen de módulos idénticos de rotor/estátor, uno o más módulos por fase, con el fin de seleccionar el valor nominal apropiado de par de torsión del motor.

Se dispone un freno integralmente, en el mismo árbol y contiguo a un módulo de rotor/estátor de un motor de flujo transverso.

Un motor según unas realizaciones de la presente invención proporciona mayor par de torsión por volumen de unidad que un motor convencional, tiene una eficiencia prácticamente constante para par de torsión y velocidad constantes de estátor, tiene mejor factor de potencia (debido a la ausencia de flujo de fugas de vueltas finales), y tiene la posibilidad de un factor de potencia que aumenta con el número de polos. Un motor según unas realizaciones de la invención tiene una eficiencia prácticamente constante en intervalos de aproximadamente el 50% a aproximadamente el 120% del par de torsión nominal de árbol a una velocidad de funcionamiento nominal. El motor tiene un árbol y un núcleo ferromagnético más cortos y utiliza un 30% menos de cobre en conductores y de volumen de núcleo ferromagnético que los motores sin escobillas de imán permanente comparables, y no tiene las vueltas finales de bobinas, produciendo de este modo un motor más corto y más ligero. Las realizaciones proporcionan unos motores que tienen sólo una bobina anular por fase independientemente del número de polos.

Otros objetos, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realizaciones de la misma, como se ilustra en los dibujos acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista externa en perspectiva de un motor según la invención como puede conectarse a la roldana de un elevador.

5 La Fig. 2 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un motor trifásico y un freno integral según la presente invención.

La Fig. 3 es una vista en perspectiva de un módulo ensamblado de rotor/estátor.

La Fig. 4 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del módulo de la Fig. 3.

La Fig. 5 es un alzado en sección tomado por la línea 5-5 de la Fig. 3.

La Fig. 6 es una vista parcial en perspectiva de la interfaz entre el rotor y el estátor de un módulo de rotor/estátor.

10 La Fig. 7 es un alzado parcial ampliado de la sección de la Fig. 5.

La Fig. 8 es un alzado en sección del motor y el freno integrado ilustrado en las Figs. 1 - 7.

La Fig. 9 es una vista parcial expandida del freno integrado mostrado en la Fig. 8 con el freno liberado.

La Fig. 10 es una vista expandida del freno integrado de la Fig. 8 con el freno acoplado.

15 Las Figs. 11 y 12 son unas vistas laterales simplificadas en sección que ilustran la modularidad de la presente invención.

La Fig. 13 es un diagrama de macrofunción de un método de fabricación de motor modular.

Haciendo referencia a la Fig. 1, un motor 12 con freno integral según una realización de la presente invención incluye una placa extrema izquierda 13 y una placa extrema derecha 14 que se afianzan en un recinto 15 mediante unos sujetadores adecuados, tales como unos tornillos radiales 16 en aplicaciones de bajo par de torsión. En 20 motores grandes, las placas extremas pueden afianzarse con unos pernos axiales roscados en un recinto más grueso. El motor hace rotar un miembro impulsado que, por ejemplo, puede ser una roldana 17 de elevador. El recinto de motor tiene una base de montaje 19. En la Fig. 2 se omite el recinto 15 por motivos de claridad.

Haciendo referencia a la Fig. 2, las placas extremas 13, 14 tienen unos cojinetes en las mismas, en la Fig. 2 solo se muestra el cojinete 41 para la placa extrema derecha. Aunque no se muestra en esta memoria, los cojinetes pueden tener unas cubiertas para ayudar en la lubricación e impedir la entrada de suciedad, como se sabe. Un árbol 21 tiene una ranura 23 para recibir una chaveta 24 que se acopla a una pluralidad de módulos de rotor/estátor 28-30, cada uno de estos tiene una correspondiente ranura 22 en su rotor para transferir par de torsión del rotor al árbol. Un espaciador 33 (véase también la Fig. 8) impide que el rotor del módulo 28 se acople a la pista exterior del cojinete 20. Un sujetador 34 de resorte en un corte 35 en el árbol 21 se acopla al rotor del módulo 30, impidiendo el 30 movimiento axial relativo entre los módulos 28-30 y el árbol 21, conteniendo de ese modo los módulos 28-30 contiguos entre sí y en contacto con el espaciador 33. Similarmente, para impedir el movimiento del árbol 21 hacia la derecha, un sujetador 36 de resorte en un corte 37 (véase también la Fig. 8) contacta con la pista interior 40 de un cojinete 41 en el extremo derecho del árbol, mostrado sólo en las Figs. 8-10.

Un disco de freno 43 se acopla a un agujero 44 en el árbol 21 mediante un pasador 46 en el que el disco 43 puede deslizar a través de una ranura alargada 47. Un conjunto de freno 49 incluye un bastidor anular 50 que tiene un surco anular 51 para bobinas de liberación de freno, y un reborde 52 contra el que se apretarán unos resortes ondulados apilados 53 para acoplar el freno cuando se desenergice la bobina de liberación de freno. Un resorte de retorno 56 hará que el disco de freno asuma una posición neutral en la que no contactará con la placa extrema derecha 14 ni con el bastidor 50 cuando se desenergice la bobina de liberación de freno. Esto se describe con todo 40 detalle más adelante con respecto a las Figs. 9 y 10.

Haciendo referencia a las Figs. 3-7, cada módulo de rotor/estátor incluye un par de placas blandas 60, 61 de estátor magnético separadas por un anillo magnético blando 63 que contiene una bobina anular 64. Los estátors 60, 61 tienen unos polos de polaridad opuesta, mostrados en la Fig. 6 como polos nortes en la placa de estátor 61 (concurrentemente hay unos polos sures en la placa de estátor 60), pero la polaridad se alterna con la corriente en la bobina 64. Los polos 67 están separados por unos espacios de aire 68. 45

El rotor de cada módulo de rotor/estátor 28-30 consiste en una parte de base anular magnética blanda 71 con un agujero 72 para el árbol 21. En la superficie de la parte de base 71, dos filas de imanes permanentes duros 74-77, que pueden ser NdFeB (neodimio), están separadas por un espaciador no magnético 78 (pero podría haber aire entre las dos filas de imanes 74-77). El polo sur 74 de una fila de imanes tiene una alineación axial con un polo norte 76 de la otra fila de imanes, y del polo norte 75 de una fila de imanes tiene una alineación axial con un polo sur 77 de la otra fila de imanes. De este modo, para cada polo 67 hay un par de imanes 74, 75. Unas configuraciones alternativas pueden tener variaciones en la colocación de imanes, el tamaño, la forma y la coherencia. El requisito es 50

tener un campo alterno, múltiples imanes o segmentos con múltiples polaridades. Los imanes 75-77 se muestran en las Figs. 4 y 6 espaciados de unos imanes adyacentes; sin embargo, pueden estar tocando. De hecho, pueden comprender un anillo sólido de material magnético o una extensión del material magnético de la base 71 que se polariza para proporcionar la polarización apropiada. La parte de base 71 tiene unas polaridades creadas en la misma, como se ilustra en la Fig. 6, que son opuestas a la polaridad del espacio de aire de cada uno de los imanes 74-77 y proporciona un recorrido eficaz de retorno para los campos magnéticos.

Haciendo referencia a la Fig. 7, el recorrido de flujo ilustrado por una flecha 79 se invierte con la corriente. Los pasadores 81 (Fig. 4) encajados a presión dentro del anillo 63 se acoplan a los agujeros 82 de las placas 60, 61 de estátor para mantener la alineación de módulo.

Haciendo referencia a las Figs. 9 y 10, el bastidor 50 del freno de disco 49 incluye un par de agujeros de alineación 83 (Fig. 10) dentro de los cuales los pasadores de alineación 84 tienen libertad para deslizar, los pasadores 84 encajan a presión dentro de unos agujeros en el estátor 60 del módulo de rotor/estátor 30. Esto fija el bastidor en una pieza estacionaria del motor para impedir que el conjunto 50 de freno de disco rote contra la fuerza del disco de freno 43 cuando se aplica el freno. Como alternativa, el bastidor puede fijarse a cualquier pieza estacionaria adecuada del motor, tal como el recinto 15. En y junto al surco 51 se dispone un par de bobinas 86, 87 de freno. Cada bobina tiene suficiente fuerza para liberar el freno, las dos bobinas se proporcionan para tener una seguridad redundante. Un apoyo 90 (Fig. 9) se acopla al pasador 46 cuando se libera el freno de modo que el resorte de retorno 56 mueva el disco de freno 43 lejos de la placa extrema 14 mientras el pasador 46 que actúa sobre el apoyo 90 (Fig. 9) impedirá que el resorte 56 haga que el disco de freno 43 se arrastre en el conjunto 50 de freno de disco.

Los resortes ondulados 53 pueden tener un tamaño y ser en número según se determine necesario para proporcionar el par de torsión deseado de freno. Por ejemplo pueden comprender unos resortes Crest-to-Crest como se muestra en el sitio web www.smalley.com/spring y proporcionados por Smalley Steel Ring Company de Lake Zurich, IL, EE.UU.

Como se ve en la Fig. 10, una plaquita de rozamiento 92 de freno en el disco de freno se acoplará a la placa extrema 14 del motor cuando el freno sea accionado por los resortes 53 con las bobinas 86, 87 no energizadas. Similarmente, una plaquita de rozamiento 93 de freno se acoplará al bastidor 50, que a su vez se ancla al estátor 60 mediante los pasadores 84, cuando el freno se acopla como se muestra en la Fig. 10. De este modo, el freno es integral con el conjunto de motor, reduciendo el espacio, la masa y el número de piezas, y proporcionando de ese modo una unidad más eficiente y económica.

En lugar de utilizar la disposición de rotor/estátor descrita con respecto a las Figs. 1 -7 en esta memoria, pueden implementarse unas realizaciones de la presente invención utilizando máquinas de flujo transversal de imán permanente empleando diversas topografías, tales como las descritas en el documento "Comparison of Flux-Concentrated and Surface Magnet Configurations of the VRPM (Transverse-Flux) Machine" de Harris, M.R., ICEM '98 Vol. 2, 1998 Estambul, Turquía, págs. 1110-1122, y en referencias citadas en el mismo. El único requisito crítico es que la dirección de par de torsión sea perpendicular a las líneas de flujo magnético.

La manera con la que el diseño modular de la presente invención puede utilizarse con el fin de dimensionar apropiadamente motores para diversas configuraciones utilizando los mismos módulos de rotor/estátor se ilustra en las Figs. 8, 11 y 12. Cada módulo comprende una fase. El motor de las Figs. 1-10 tiene tres módulos 28-30, y sería accionado por energía de C.A. de cuatro fases proporcionada, por ejemplo, por un convertidor de potencia de variador de frecuencia y variador de voltaje (unidad impulsora VVVF, *variable voltage, variable frequency*) de una variedad muy conocida. Asumiendo que cada módulo contribuya con suficiente par de torsión para proporcionar un motor de 5 toneladas, el motor de las Figs. 1-10 comprendería una máquina de 20 toneladas.

En la Fig. 11 se ilustra una máquina trifásica 100 de 15 toneladas como se describe en las Figs. 1-10. La unidad VVVF 102 proporciona unas corrientes impulsoras separadas relacionadas con la fase por las líneas relacionadas 104, 105, 106 a los correspondientes módulos 28-30. Como alternativa, para una modularidad completa, cada módulo puede tener su propia unidad impulsora independiente.

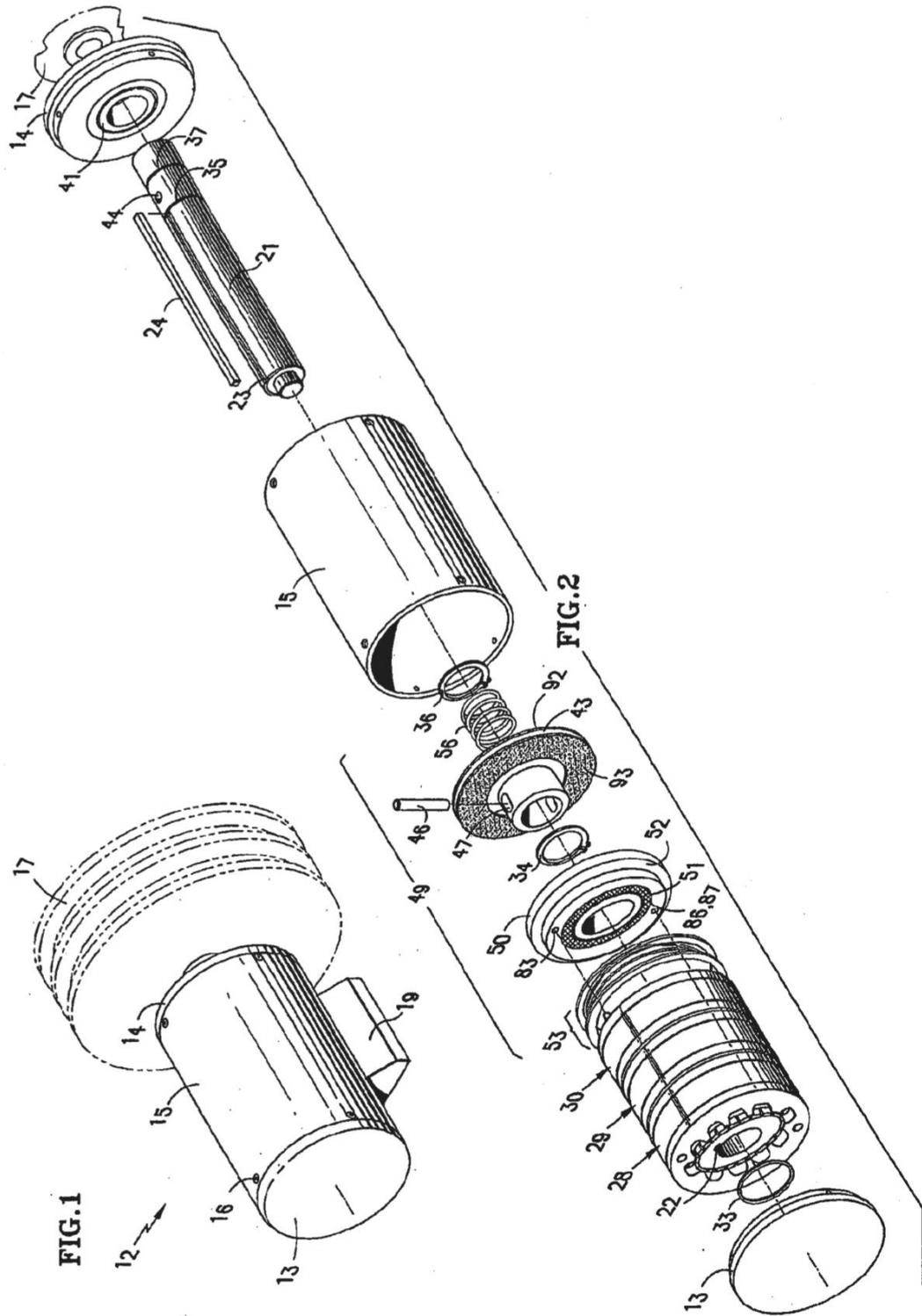
En la Fig. 12, una máquina 110 de elevador puede comprender seis módulos 28-30, 28a-30a, que trabajan en el árbol común 21; los módulos podrían ser impulsados por separado por seis fases diferentes de energía de C.A., o los módulos 28-30 y los módulos 28a-30a podrían ser impulsados en paralelo con las mismas tres fases de energía de C.A. Sin embargo, la energía de seis fases proporcionaría un funcionamiento más suave y menos pérdidas, como se conoce.

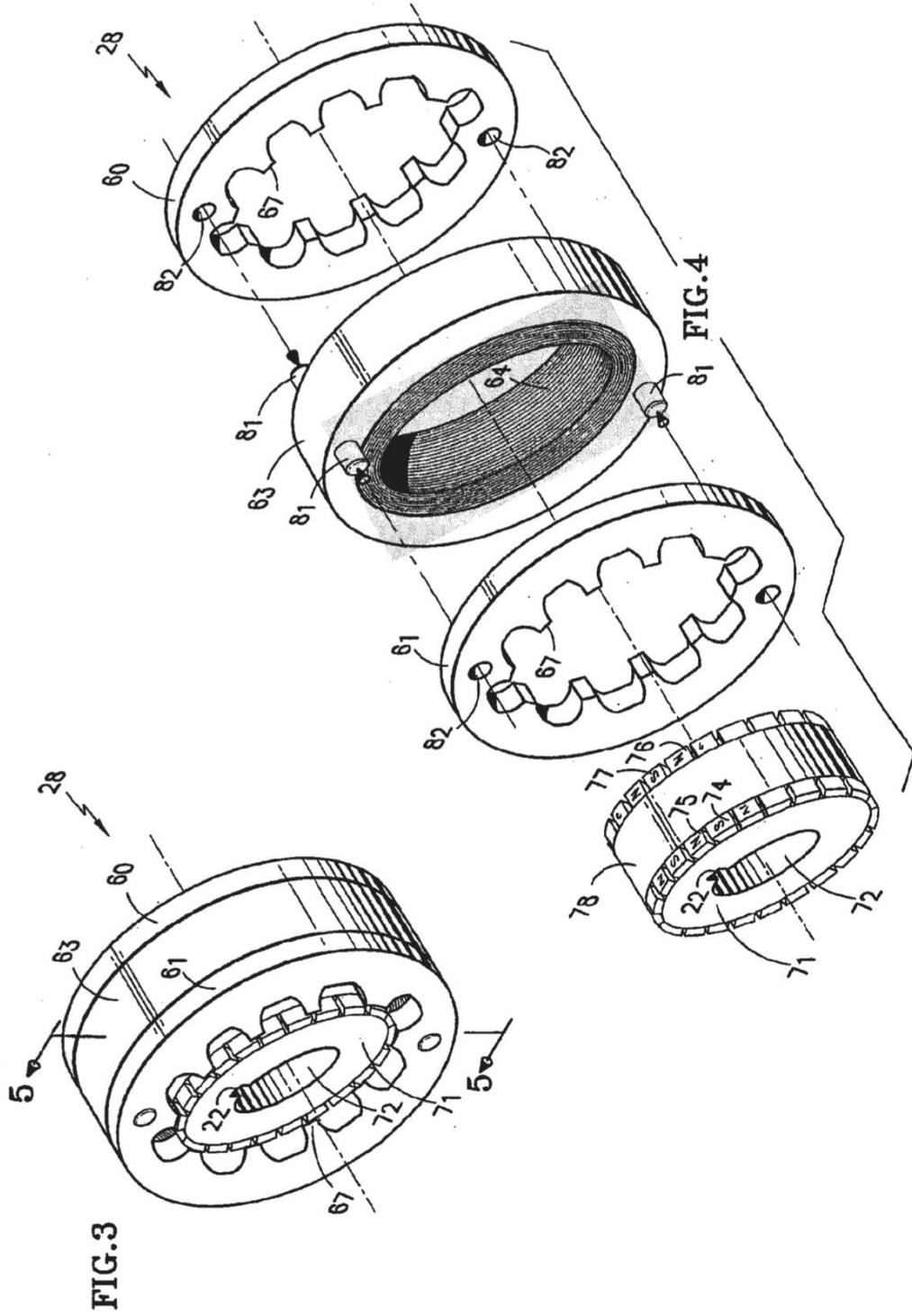
Similarmente, podrían disponerse unos módulos capaces de producir más o menos par de torsión por módulo con tan solo un par de módulos impulsados por energía de dos fases, o seis o más fases impulsadas por energía de tres-, seis- o más fases. Un impulsor de tres fases, por ejemplo, puede impulsar un motor que consiste en 3N módulos de estátor donde N puede ser 1-4 o cualquier otro entero positivo pequeño, en el que unos módulos similares comparten la energía de la unidad impulsora de tres fases.

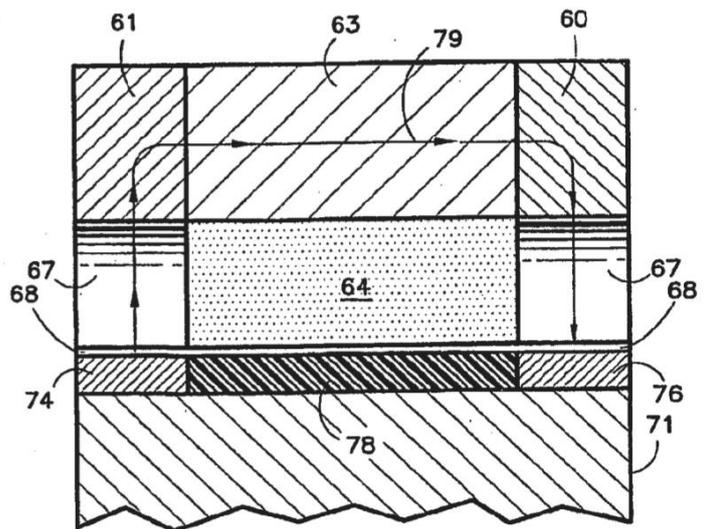
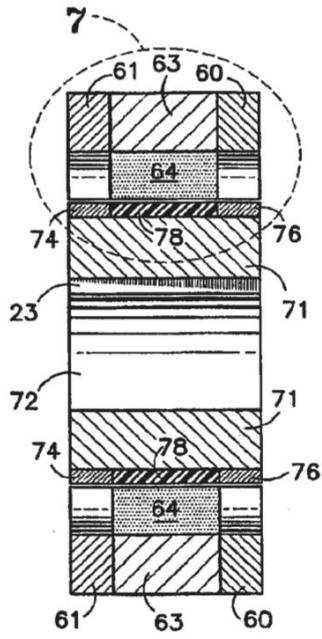
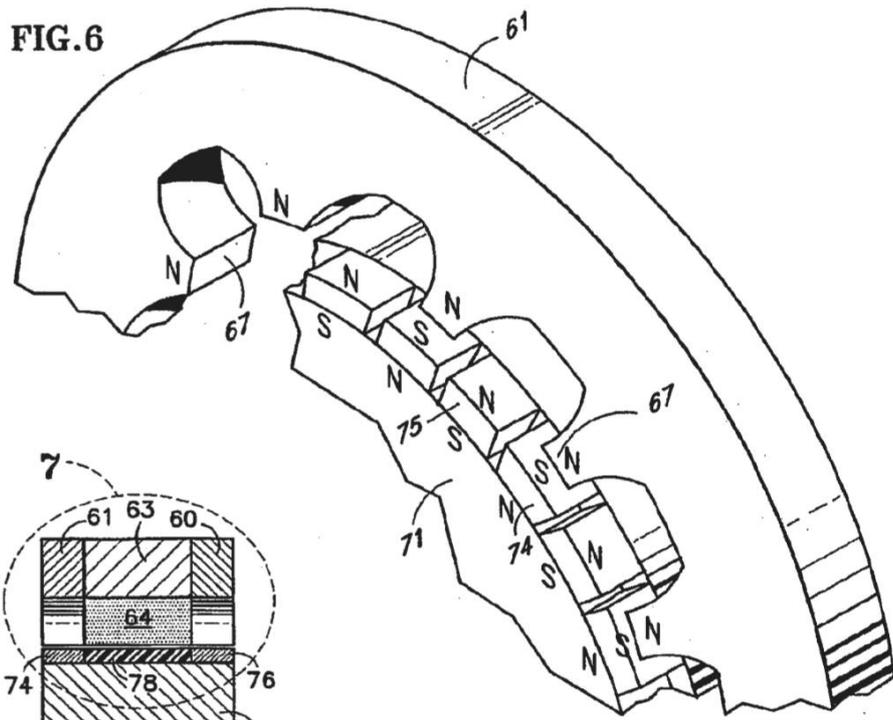
REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica rotatoria modular de flujo transverso (12), que comprende:
un árbol rotatorio (21);
5 una pluralidad de módulos idénticos de rotor/estátor, generalmente cilíndricos, de flujo transverso (28-30) dispuestos en dicho árbol, las líneas de flujo (79) entre el rotor y el estátor de dichos módulos son perpendiculares a dicho par de torsión, por lo menos uno de dichos módulos es contiguo a por lo menos otro de dichos módulos adyacentes al mismo, dicho cada módulo es capaz de contribuir substancialmente al mismo par de torsión nominal a dicho árbol (21), el par de torsión nominal de dicho motor iguala de ese modo el par de torsión nominal de dicho cada módulo por el número de dichos módulos;
- 10 un miembro impulsado rotatoriamente (17) dispuesto para la rotación con dicho árbol (21); y
una pluralidad de placas extremas (13, 14), una para cada lado de cualquiera de dichos módulos (28, 30) dicho lado no es contiguo con otro de dichos módulos;
caracterizado por que comprende:
15 un freno (49) formado integralmente con dichos módulos y dispuesto entre uno de dichos lados no contiguo con otro de dichos módulos y la correspondiente de dichas placas extremas (14).
2. Un máquina según la reivindicación 1, en donde dicho freno comprende:
una o más bobinas (86, 87) para desacoplar dicho freno cuando se energizan; un disco (43) de freno, que tiene unas plaquitas de rozamiento (92, 93) de freno en cada superficie mayor del mismo; dispuesto para la rotación con dicho árbol y deslizante axialmente (46, 47) sobre dicho árbol;
- 20 un bastidor (50) que tiene un surco anular para dicha una o más bobinas y fijado (84) a una pieza estacionaria (60) de dicha máquina para no rotar, pero deslizar axialmente (83);
y por lo menos un resorte (53) para forzar dicho bastidor hacia dicha placa extrema en ausencia de dicha una o más bobinas que se energizan, haciendo de ese modo que una de dichas plaquitas se acople con dicha placa extrema y la otra de dichas plaquitas se acople con dicho bastidor, proporcionando de ese modo un par de torsión de frenada.
- 25 3. Una familia de máquinas modulares eléctricas rotatorias de flujo transverso, cada máquina (12) según la reivindicación 1 o 2, en donde:
cada una de dichas máquinas incluye por lo menos un freno (49) formado de manera compatible con dichos módulos y dispuesto entre uno de dichos lados no contiguo con otro de dichos módulos y la correspondiente de dichas placas extremas (14);
- 30 por lo menos una de dichas máquinas tiene un número diferente de dichos módulos que por lo menos otra de dichas máquinas; y
la longitud de dicho árbol se selecciona para albergar por lo menos dicho número de dichos módulos, dicho freno y dicho miembro impulsado.
- 35 4. Una familia de máquinas modulares eléctricas rotatorias de flujo transverso, cada máquina (12) según la reivindicación 1 o 2, en donde:
por lo menos una de dichas máquinas tiene un número diferente de dichos módulos que por lo menos otra de dichas máquinas; y
la longitud de dicho árbol se selecciona para albergar por lo menos dicho número de dichos módulos y dicho miembro impulsado, dichos módulos montados en uno o más lados de dicho miembro impulsado.
- 40 5. Una familia de máquinas según la reivindicación 4, en donde por lo menos una de dichas máquinas tiene todos dichos módulos dispuestos sólo en un lado de dicho miembro impulsado.
6. Una familia de máquinas según la reivindicación 4, en donde por lo menos una de dichas máquinas tiene por lo menos un módulo dispuesto en cada lado de dicho elemento impulsado.
7. Un método para proporcionar una familia de máquinas eléctricas rotatorias modulares (12), caracterizado por:
45 (a) seleccionar un incremento de par de torsión;

- (b) diseñar un módulo cilíndrico de rotor/estátor de flujo transverso (28-30) para proporcionar un par de torsión igual a dicho incremento, las líneas de flujo (79) entre el rotor y el estátor de dicho módulo son perpendiculares a un eje de dicho módulo;
- (c) para cada máquina a construir:
- 5 (i) seleccionar un árbol (21) para montar el número, N, de módulos necesarios para alcanzar, o para superar por menos que dicho incremento, el par de torsión necesario para dicha máquina y un miembro (17) a impulsar;
- 10 (ii) montar dicho miembro (17) a impulsar en dicho árbol (21), y montar dichos módulos (28-30) en dicho árbol (21) de manera contigua, dichos módulos (28-30) montados en uno o más lados de dicho miembro impulsado (17);
- (d) diseñar por lo menos una de dichas máquinas para que tengan un número de módulos (28-30) diferente del número de módulos (28-30) en por lo menos otra de dichas máquinas; y
- (e) disponer un freno (49) integralmente con dichos módulos en el mismo árbol (21) y contiguo a uno de los módulos (28-30).
- 15 8. Un método según la reivindicación 7 que comprende además:
- diseñar un módulo de freno (49) que tiene una configuración de diámetro generalmente cilíndrica no mayor que dichos módulos (38, 40); y
- montar un miembro de freno en dicho árbol (21) de manera contigua con uno de dichos módulos (30).
9. Un método según la reivindicación 7, que comprende además:
- 20 seleccionar varias fases, P, de corriente impulsora para dichos módulos, donde $P = NX$ y X = un entero positivo pequeño, total; y
- dicha etapa (ii) comprende montar dichos módulos con una orientación mutua apropiada para dicho número de fases.







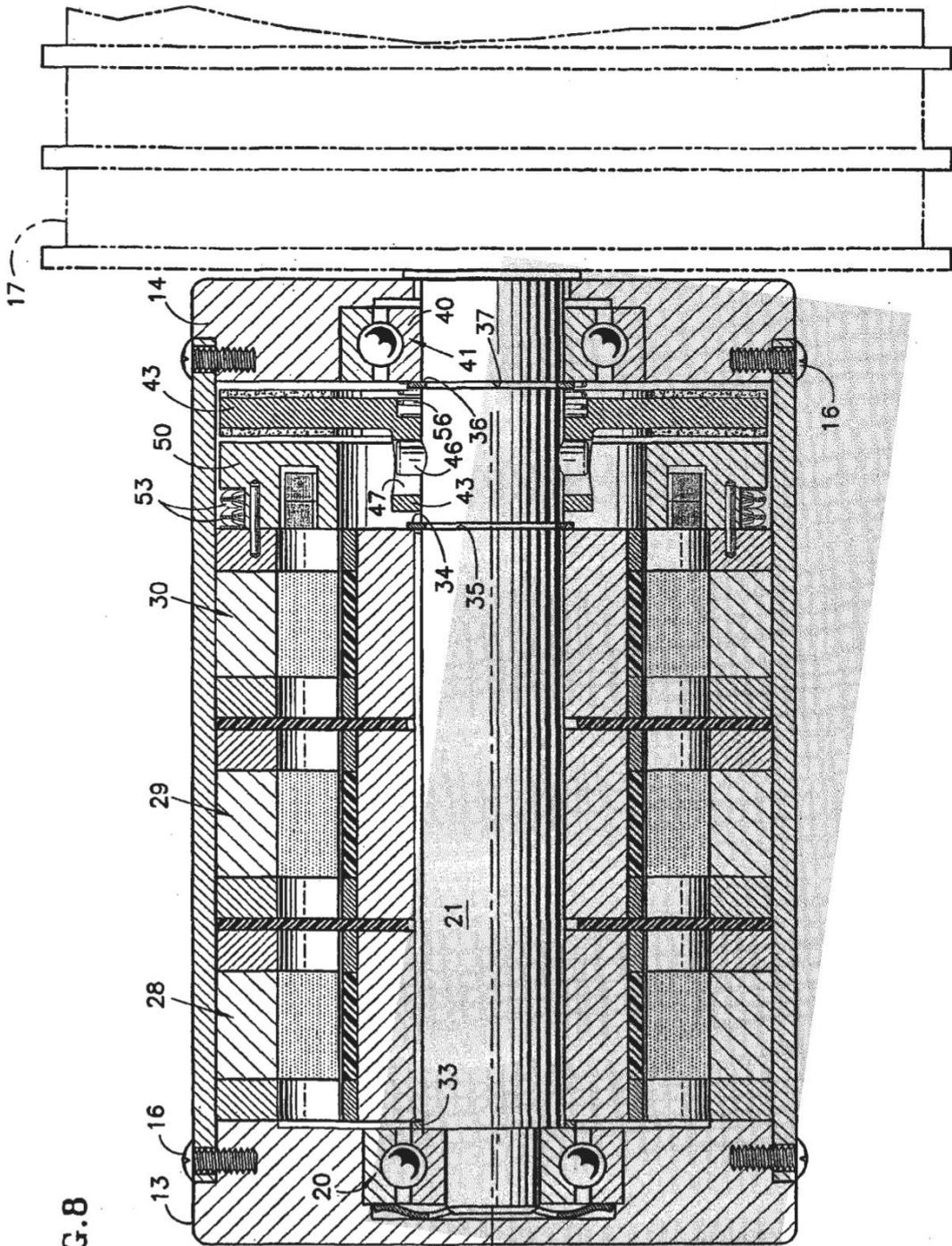


FIG. 8

FIG.9

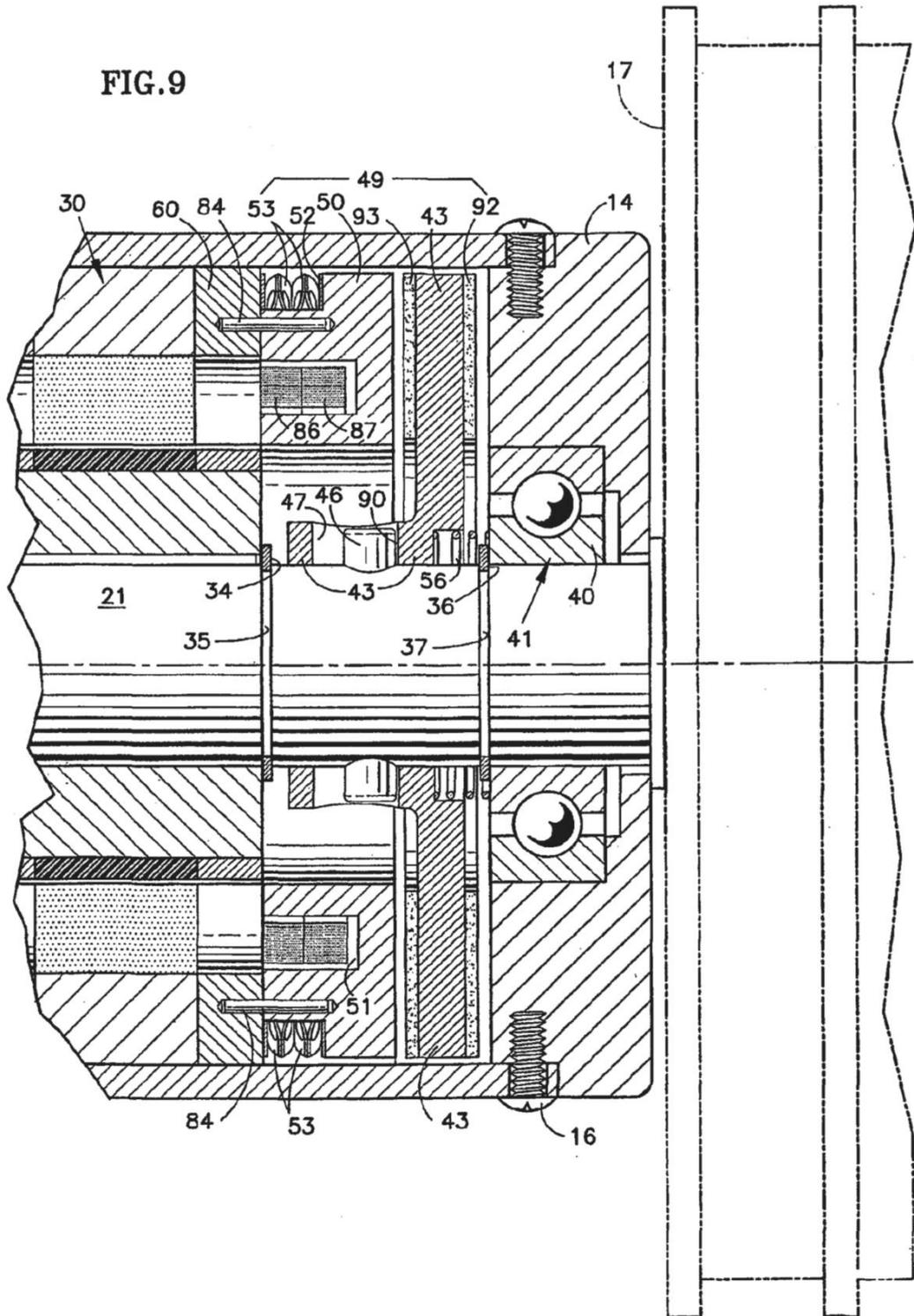
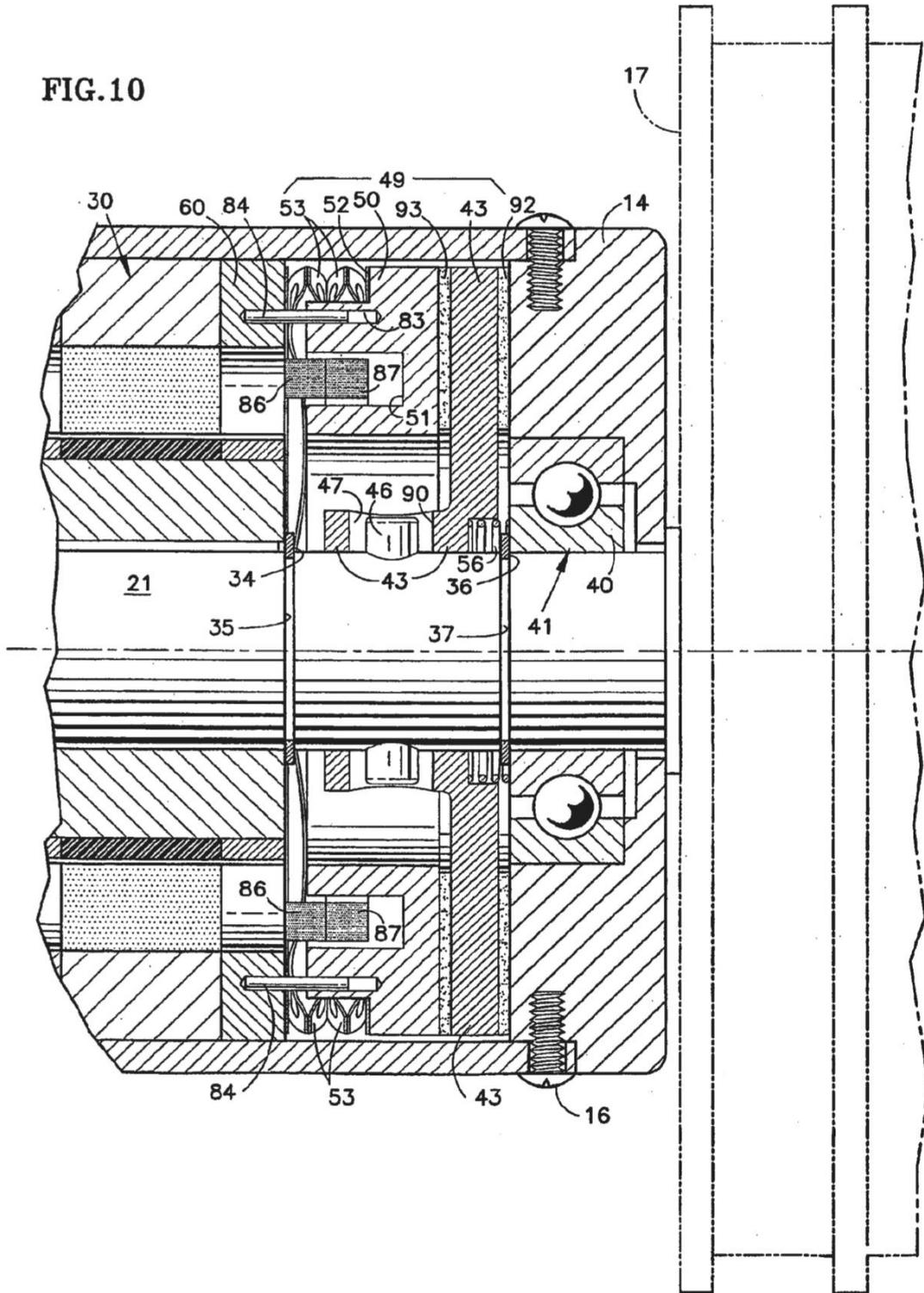


FIG.10



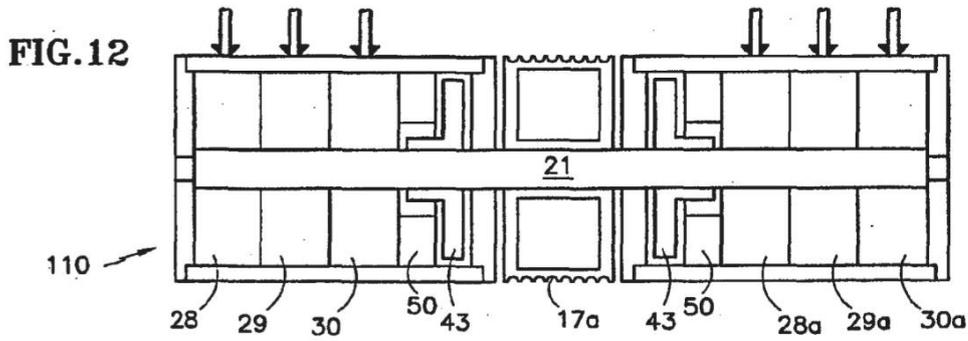
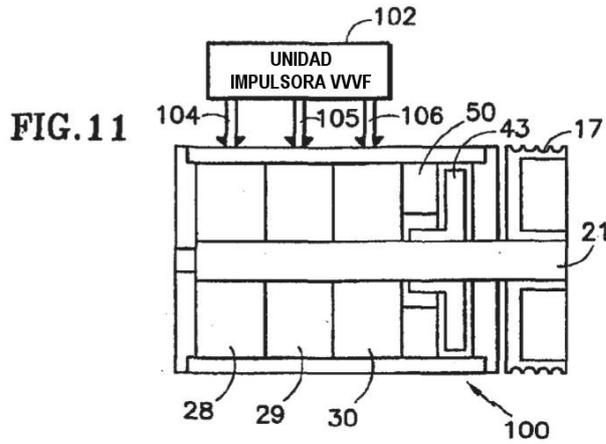


FIG.13

113	<p>SELECCIONAR UN INCREMENTO DE PAR DE TORSIÓN</p>
	<p>DISEÑAR UN MÓDULO CILÍNDRICO DE ROTOR/ESTÁTOR TFM PARA PROPORCIONAR UN PAR DE TORSIÓN IGUAL A DICHO INCREMENTO</p>
	<p>PARA CADA MÁQUINA A CONSTRUIR:</p> <p>A. SELECCIONAR UN ÁRBOL PARA MONTAR EL NÚMERO, N, DE MÓDULOS NECESARIOS PARA ALCANZAR, O SUPERAR POR MENOS QUE DICHA MÁQUINA CUALQUIER APARATO DE FRENADO INTEGRAL Y EL MIEMBRO A IMPULSAR</p> <p>B. SELECCIONAR UN NÚMERO DE FASES, P, DE CORRIENTE IMPULSORA PARA DICHOS MÓDULOS, DONDE $P = NX$ Y X = UN ENTERO POSITIVO PEQUEÑO, TOTAL</p> <p>C. MONTAR DICHO MIEMBRO IMPULSADO Y DICHOS MÓDULOS EN DICHO ÁRBOL, CON UNA ORIENTACIÓN MUTUA APROPIADA PARA EL NÚMERO DE FASES, CON CUALQUIER APARATO DE FRENADA CORRESPONDIENTE, DE MANERA CONTIGUA, EN UNO O MÁS LADOS DE DICHO MIEMBRO IMPULSADO</p>