



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 424 835**

⑮ Int. Cl.:

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 21/14 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2006 E 06769629 (4)**

⑰ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 1929609**

④ Título: **Conjunto de máquina eléctrica**

⑩ Prioridad:

26.08.2005 SE 0501918

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.10.2013

⑬ Titular/es:

HÖGANÄS AB (100.0%)
Bruksgatan 35
263 83 Höganäs, SE

⑭ Inventor/es:

JACK, ALAN;
PINGUEY, EDWIN y
NORD, GÖRAN

⑮ Agente/Representante:

ES 2 424 835 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

Conjunto de máquina eléctrica.

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere en general a una máquina rotativa. Más particularmente, esta invención se refiere a una máquina rotativa, eléctrica, que comprende una primera sección de núcleo de estator que incluye una pluralidad de dientes y que es sustancialmente circular, una segunda sección de núcleo de estator que incluye una pluralidad de dientes y que es sustancialmente circular, una bobina dispuesta entre las secciones de núcleo de estator circulares primera y segunda y un rotor que incluye una pluralidad de imanes permanentes. Además, la primera sección de núcleo de estator, la segunda sección de núcleo de estator, la bobina y el rotor rodean un eje geométrico común, y la pluralidad de dientes de la primera sección de núcleo de estator y la segunda sección de núcleo de estator están dispuestas para sobresalir hacia el rotor.

15 Antecedentes de la Invención

En los últimos años los diseños de máquina eléctrica desarrolladas a partir de máquinas de polo modulado, máquinas de polo de garras, máquinas de Lundell y máquinas de flujo transversal (TFM), se han vuelto cada vez más interesantes. Las máquinas eléctricas que usan los principios de estas máquinas se conocieron aproximadamente en 1910 por Alexander y Fessenden.

Uno de los motivos más importantes del interés creciente es que el diseño permite una salida de par motor muy alta en relación con, por ejemplo, las máquinas de inducción, máquinas de reluctancia commutada e incluso máquinas sin escobillas de imán permanente. Además, tales máquinas son ventajosas porque la bobina suele ser fácil de fabricar. Sin embargo, uno de los inconvenientes del diseño es que normalmente son relativamente caras de fabricar y que experimentan una alta fuga de flujo, que disminuye el rendimiento y la eficacia de la máquina.

El documento US 2002/0070627 da a conocer un estator para una máquina eléctrica. Este estator de la técnica anterior comprende un núcleo de estator que incluye una parte de cuerpo que tiene una superficie exterior e interna y un mecanismo de retención sólido.

Sumario de la invención

35 Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una máquina rotativa, eléctrica con rendimiento aumentado.

El objeto de la invención se consigue por medio de una máquina rotativa, eléctrica según la reivindicación 1 y por medio de una máquina rotativa, eléctrica según la reivindicación 14. Realizaciones de la invención se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes.

40 En particular, según un aspecto de la invención, una máquina rotativa, eléctrica comprende una primera sección de núcleo de estator que es sustancialmente circular y que incluye una pluralidad de dientes, una segunda sección de núcleo de estator que es sustancialmente circular y que incluye una pluralidad de dientes, una bobina dispuesta entre las secciones de núcleo de estator circulares primera y segunda, y un rotor que incluye una pluralidad de imanes permanentes. La primera sección de núcleo de estator, la segunda sección de núcleo de estator, la bobina y el rotor rodean un eje geométrico común, y la pluralidad de dientes de la primera sección de núcleo de estator y la segunda sección de núcleo de estator están dispuestos para sobresalir hacia el rotor. Además, los dientes de la segunda sección de núcleo de estator están desplazados circunferencialmente en relación con los dientes de la primera sección de núcleo de estator, y los imanes permanentes en el rotor están separados en la dirección circunferencial entre sí por secciones de polo que se extienden axialmente hechas de material magnético blando.

45 Una ventaja de esta disposición es que el flujo magnético de los imanes permanentes y la bobina puede usarse de manera más eficaz. Por ejemplo, el número de trayectos de fuga de flujo puede minimizarse y el flujo de los imanes permanentes puede utilizarse en mayor medida que en las máquinas de polo modulado conocidas. En relación con otras máquinas eléctricas una máquina como la anterior puede producir más par motor. Otra ventaja adicional es que toda la fuerza magnetomotriz (MMF) de la bobina puede estar disponible para cada polo lo que puede dar como resultado una carga eléctrica alta y una alta salida para un tamaño y/o coste específico.

50 Segundo aspecto de la invención una máquina rotativa, eléctrica comprende una pluralidad de secciones de fase, incluyendo cada una las características de la máquina eléctrica anterior.

La ventaja de esto es, además de las anteriores, que una máquina de este tipo puede habilitarse para proporcionar un motor sustancialmente constante, lo que puede ser ventajoso en determinadas aplicaciones.

- 5 En una realización, las secciones de polo están hechas de polvo magnético blando. Al hacer las secciones de polo de polvo magnético blando la fabricación del rotor puede simplificarse y la concentración de flujo magnético, utilizando la ventaja de trayectos de flujo tridimensional eficaces, puede ser más eficaz.
- 10 En una realización adicional un puente de flujo está dispuesto entre las dos secciones de núcleo de estator y este puente de flujo es una sección de culata de estator dispuesta concéntricamente con las secciones de núcleo de estator circulares primera y segunda. Al disponer una sección de núcleo de estator de este tipo el proceso de la fabricación de las piezas de conjunto de estator y el proceso de montaje del conjunto de estator pueden facilitarse y ser más rentables.
- 15 Un alcance de aplicabilidad adicional de la presente invención será evidente a partir de la descripción detallada dada a continuación. Sin embargo, debe entenderse que la descripción detallada y ejemplos específicos, aunque indican realizaciones preferidas de la invención, se dan únicamente a modo de ilustración, dado que diversos cambios y modificaciones dentro del espíritu y alcance de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de esta descripción detallada.

20 **Breve descripción de los dibujos**

- Otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción detallada de una realización actualmente preferida, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- 25 la figura 1 es una vista en perspectiva, esquemática, en despiece ordenado, de una máquina rotativa, eléctrica, radial según una realización de un aspecto de la invención,
- la figura 2 es una vista en perspectiva, esquemática de la máquina rotativa, eléctrica de la figura 1,
- 30 la figura 3 es una vista en sección transversal de la máquina rotativa, eléctrica de la figura 2,
- la figura 4 es una vista esquemática de una sección de núcleo de estator de la máquina rotativa, eléctrica de las figuras 1-3,
- 35 la figura 5 es una vista en perspectiva, esquemática de un rotor de la máquina rotativa, eléctrica de las figuras 1-3,
- la figura 6 es una vista en planta esquemática, en la dirección axial, de la máquina rotativa, eléctrica de las figuras 1-3, la vista también representa esquemáticamente un trayecto de flujo magnético,
- 40 la figura 7 es una vista en perspectiva, esquemática, en despiece ordenado, de una máquina rotativa, eléctrica, axial según una realización de un aspecto de la invención,
- la figura 8 es una vista en perspectiva, esquemática, de la máquina rotativa, eléctrica de la figura 7,
- 45 la figura 9 es una vista en perspectiva esquemática del conjunto de estator de la máquina rotativa, eléctrica de la figura 7,
- la figura 10 es una vista en perspectiva, esquemática del rotor de la máquina rotativa, eléctrica de la figura 7,
- 50 la figura 11 es una vista en perspectiva, esquemática, de una máquina rotativa trifásica según una realización de un segundo aspecto de la invención,
- la figura 12 es una vista en sección transversal, en perspectiva, de la máquina rotativa trifásica de la figura 11,
- 55 la figura 13 es una vista esquemática de primeras secciones de núcleo de estator de cada fase de la máquina rotativa trifásica de la figura 11, la figura representa una posible diferencia espacial entre diferentes fases,
- la figura 14 es una vista en perspectiva, esquemática, en despiece ordenado, de una máquina rotativa, eléctrica, axial bifásica según una realización de la invención,
- 60 la figura 15 es una vista en perspectiva, esquemática, de la máquina rotativa, eléctrica, bifásica de la figura 14,

la figura 16 es una vista en perspectiva, esquemática, en despiece ordenado, de una máquina rotativa, eléctrica trifásica según una realización de la invención,

5 la figura 17 es una vista en perspectiva, esquemática, de la máquina rotativa, eléctrica trifásica de la figura 16,

la figura 18 es una vista en perspectiva esquemática de una máquina rotativa, eléctrica según una realización de la invención, y

10 la figura 19 es una vista en perspectiva esquemática de una sección de estator de la máquina rotativa de la figura 18.

Descripción detallada de realizaciones

15 Las figuras 1-3 muestran una realización de la máquina rotativa según la invención. Esta realización comprende un conjunto 10 de estator y un rotor 12.

El conjunto de estator incluye una primera sección 14 de núcleo de estator, una segunda sección 16 de núcleo de estator, una sección 18 de culata de estator y una bobina 20.

20 El rotor incluye imanes 22 permanentes y secciones 24 de polo.

La sección 18 de culata de estator del estator está dispuesta para proporcionar un trayecto de flujo magnético entre las secciones 14, 16 de núcleo de estator primera y segunda, actuando de este modo como "puente de flujo". El material usado para la sección 18 de culata de estator puede ser polvo magnético blando para facilitar el montaje del estator y para proporcionar una transición de reluctancia relativamente baja entre las dos secciones 14, 16 de núcleo de estator.

30 En la figura 4 se muestra una realización de las secciones 14, 16 de núcleo de estator usadas en la realización de las figuras 1-3. La figura sólo muestra una sección de núcleo de estator. Sin embargo, según una realización las dos secciones 14, 16 de núcleo de estator son sustancialmente idénticas. Cada sección de núcleo de estator es esencialmente de forma circular e incluye una pluralidad de dientes 26 que se extienden radialmente. Los dientes 26 están dispuestos para extenderse hacia el rotor 12 para formar un trayecto de flujo de circuito cerrado con el rotor 12. En la figura 4 se muestran los dientes extendidos hacia dentro hacia un rotor interno. Sin embargo, en una realización, no mostrada, es posible disponer el rotor fuera de las secciones 14, 16 de núcleo de estator y por tanto disponer los dientes que se extienden radialmente hacia fuera en su lugar.

35 En la realización representada en las figuras 1 y 4 las secciones 14, 16 de núcleo de estator están laminadas, es decir, hechas de hojas apiladas de material magnético blando separadas por un aislamiento eléctrico delgado. La técnica general de laminar núcleos de estator es ampliamente conocida para los expertos en la técnica. Según una realización, las secciones 14, 16 de núcleo laminado pueden estar hechas de tiras u hojas alargadas de material magnético blando en las que se han formado los dientes, por ejemplo, eliminando el material de la área entre los dientes mediante punzonado. Entonces, o bien cada hoja formada o una pluralidad de hoja formadas se dobla en una dirección paralela al plano con una forma circular. Una técnica de fabricación correspondiente para una máquina de flujo axial se describe en el documento WO 2004/093291 A1, Höganäs AB. La diferencia entre las presentes secciones posteriores de núcleo laminado y las secciones posteriores de núcleo del documento WO 2004/093291 A1 es que las hojas de la presente parte posterior de núcleo también forman los dientes de taparte posterior de núcleo a diferencia de las hojas del documento WO 2004/093291 A1 que incluyen aberturas, cada una dispuesta para alojar un diente fabricado por separado. La fabricación de las secciones posteriores de núcleo de este modo da como resultado menos desechos y, por tanto, el material magnético blando se usa de manera más eficaz.

40 50 En la figura 5 se muestra una realización del rotor 12 separada en la realización de las figuras 1-3. El rotor 12 comprende secciones de imanes 22 permanentes y secciones 24 de polo hechas de material magnético blando. Las secciones 24 de polo están dispuestas entre los imanes 22 permanentes, separando de este modo los imanes 22 permanentes entre sí.

55 En la realización mostrada en la figura 5 los imanes 22 permanentes y las secciones 24 de polo se extienden sustancialmente la misma distancia en la dirección axial del rotor.

60 Los imanes permanentes están dispuestos de modo que el sentido de magnetización de los imanes permanentes es sustancialmente circunferencial, es decir el polo norte y sur, respectivamente, está orientado en una dirección sustancialmente circunferencial.

Además, uno de cada dos imanes 22 permanentes, contados circunferencialmente, está dispuesto con su sentido de magnetización en el sentido opuesto en relación con los otros imanes permanentes. Por consiguiente, el polo norte N de un imán 22 permanente se orientará con el polo norte N de uno de los imanes 22 permanentes contiguos. Asimismo, el polo sur S de un imán 22 permanente se orientará con el polo sur S de un imán 22 permanente contiguo.

Este diseño del rotor 12 tiene la ventaja de permitir una concentración de flujo de los imanes 22 permanentes de modo que la superficie del rotor 12 enfrentada con el diente 26 del estator 10 pueda presentar el flujo magnético total de ambos imanes 22 permanentes contiguos a la superficie del diente 26 enfrentado. La concentración de flujo puede verse como una función del área de los imanes 22 permanentes enfrentados con cada sección 24 de polo dividida por el área enfrentada con un diente. Estas propiedades de concentración de flujo de cada sección 24 de polo posibilitan el uso de imanes permanentes débiles de bajo coste como imanes 22 permanentes en el rotor y posibilita conseguir densidades de flujo de entrehierro muy altas. La concentración de flujo puede facilitarse porque la sección de polo está hecha de polvo magnético blando lo que permite trayectos de flujo tridimensional eficaces. Además, el diseño también posibilita el uso más eficaz de los imanes que en tipos de máquinas correspondientes. Todavía otra ventaja de diseño es que los imanes reciben sustancialmente la misma reluctancia independientemente de la posición de rotor aliviando problemas de flujo pulsante.

Según la realización anterior, véase la figura 1 y la figura 6, las secciones 14, 16 de núcleo de estator primera y segunda están desplazadas axialmente entre sí y están dispuestas alrededor de un eje común. La bobina 20 está dispuesta entre las dos secciones 14, 16 de núcleo de estator. La ventaja de disponer la bobina de este modo es que toda la MMF (fuerza magnétomotriz) es recibida por cada polo y, por tanto, da como resultado una carga eléctrica alta y una salida alta para un tamaño y/o coste dado. La sección 18 de culata de estator está dispuesta concéntricamente respecto a las secciones 14, 16 de estator. La sección 18 de culata de estator es sustancialmente de una longitud, en la dirección axial, correspondiente a la longitud del conjunto de las dos secciones 14, 16 de núcleo de estator y la bobina 20, para disponerse como un puente de flujo entre las dos secciones 14, 16 de núcleo de estator. Al hacer la sección 18 de culata de estator de polvo magnético blando la eficacia del trayecto de flujo tridimensional que va desde la sección 14, 16 de núcleo de estator hasta la sección 18 de culata de estator se aumenta en relación con una realización en la que la sección de culata de estator está hecha de laminados.

Además, una de las dos secciones de núcleo de estator está desplazada relativamente en relación con la otra sección de núcleo de estator. Este desplazamiento da como resultado que los dientes 26 de una de las secciones de núcleo de estator están situados en una posición circunferencial diferente de la posición circunferencial de los dientes de la otra sección de núcleo de estator. Esto se muestra en la figura 6 en la que está situada la primera sección 14 de núcleo de estator, desde este punto de vista, delante de la bobina 20 y la segunda sección 16 de núcleo de estator está situada detrás de la bobina. Las partes ocultas de la segunda sección 16 de núcleo de estator se indican mediante líneas discontinuas. En la realización representada por la figura 6, cada diente de una de las secciones 14, 16 de núcleo de estator está situado, en la dirección circunferencial, en la mitad del hueco entre dos dientes de la otra sección de estator.

La disposición descrita del conjunto 10 de estator tiene la ventaja de que es fácil de montar y las piezas son fáciles de fabricar.

El rotor 12 se dispone entonces en el eje 50 o árbol, no mostrado, y se sitúa en el centro del conjunto 10 de estator o, si el rotor es de tipo de rotor externo, alrededor del conjunto de estator.

El concepto de desplazar los dientes de una sección de núcleo de estator en relación con los dientes de la otra sección de núcleo de estator es ventajoso para hacer un uso eficaz del diseño de rotor descrito anteriormente y más eficaz. El trayecto de flujo del sistema puede describirse de la siguiente manera, en referencia a la figura 6, partiendo de un imán 22 permanente:

I) el trayecto de flujo es inicialmente circunferencial y apunta alejándose del imán 22 permanente hacia la sección 24 de polo contigua, donde puede producirse la concentración de flujo, en la sección 24 de polo el trayecto de flujo puede ser circunferencial y parcialmente axial para concentrar el flujo magnético del área enfrentada del imán 22 permanente a la posición de un diente 26 de la primera sección 14 de núcleo de estator,

II) entonces el trayecto de flujo toma una dirección radial al ejándose de la sección 24 de polo, a través de un entrehierro 28 a través del diente de la primera sección 14 de núcleo de estator y de manera radial y parcialmente circunferencial hacia el puente de flujo, en este caso la sección 18 de culata de estator,

III) entonces el trayecto de flujo toma una dirección axial y circunferencial a través del puente de flujo hacia un diente contiguo de la segunda sección 16 de núcleo de estator,

IV) entonces el trayecto de flujo toma una dirección radial a través del diente de la segunda sección 16 de núcleo de estator, a través del entrehierro 28 entre este diente y el rotor y hacia la sección 24 de polo al otro lado del imán 22 permanente,

5 V) entonces el trayecto de flujo toma una dirección circunferencial y vuelve al imán 22 permanente.

Pueden describirse y dibujarse trayectos correspondientes para cada imán permanente, aunque se muestra sólo uno para facilitar la comprensión

10 Según una realización de la invención, los dientes 26 de una sección 14 de núcleo de estator están separados axialmente de los dientes 26 de la otra sección 16 de núcleo de estator por un hueco que es exactamente circunferencialmente. El hueco se extiende circunferencialmente y no está interrumpido por dientes 26 de una primera sección 14 de núcleo de estator que se extiende axialmente en el espacio entre los dientes 26 de la segunda sección 16 de núcleo de estator. Dicho de otro modo el hueco describe un anillo ininterrumpido.

15 La bobina 20 que está dispuesta entre las dos secciones 14, 16 de núcleo de estator puede alimentarse con diferentes tensiones para su funcionamiento, por ejemplo, sinusoidales o de onda cuadrada.

20 Según otro aspecto de la invención, el diseño general de la máquina rotativa, eléctrica, radial descrita según las figuras 1-6 puede usarse en una máquina rotativa, eléctrica, axial. Las propiedades y las ventajas generales son las mismas para la máquina rotativa, eléctrica, axial que para la máquina rotativa, eléctrica, radial. Sin embargo, la máquina rotativa, eléctrica, axial puede presentar ventajas adicionales que se describirán a continuación.

25 En las figuras 7-10 se muestra una máquina rotativa, eléctrica, axial según un aspecto y realización de la presente invención y piezas de la misma. La máquina rotativa, eléctrica, axial, así como la radial, incluye un conjunto 60 de estator y un rotor 62. Las diferencias esenciales entre la máquina rotativa, eléctrica, radial y esta máquina rotativa, eléctrica, axial es que las secciones 64, 66 de núcleo de estator primera y segunda de la máquina rotativa, eléctrica, axial incluye dientes 76 sobre los cuales. A demás, la primera sección 64 de núcleo de estator rodea la segunda sección 66 de núcleo de estator y ambas están dispuestas sustancialmente en la misma posición axial, lo que es evidente a partir de las figuras 8 y 9. La bobina 70, que es sustancialmente idéntica a la bobina de la máquina rotativa, eléctrica, radial, está dispuesta entre las secciones 64, 66 de núcleo de estator primera y segunda, es decir la bobina rodea la circunferencia de la segunda sección 66 de núcleo de estator y está rodeada por la primera sección 64 de núcleo de estator. El puente de flujo o sección 68 de culata de estator está dispuesto en ambas secciones 64, 66 de núcleo de estator primera y segunda desde la dirección axial y hacia el extremo no enfrentado con el, rotor 62.

30 Tal como puede verse claramente en las figuras 7 y 9 el ancho radial de la primera sección 64 de núcleo de estator y la segunda sección 66 de núcleo de estator pueden diferir. Se da un ancho radial diferente a las secciones 64, 66 de núcleo de estator para hacer que el área del área en sección transversal experimentada por el flujo magnético que pasa a través de estos trayectos de flujo sea sustancialmente idéntica y de este modo optimizar el trayecto de flujo del conjunto 60 de estator. Por consiguiente, los dientes de la primera sección 64 de núcleo de estator son más largos en la dirección circunferencial y más cortos en la dirección radial que los dientes de la segunda sección de núcleo de estator.

40 45 Los dientes 76 de la segunda sección 66 de núcleo de estator están desplazados circunferencialmente en relación con los dientes 76 de la primera sección 64 de núcleo de estator, como en la máquina rotativa, eléctrica, radial, véase la figura 9. Por tanto, cuando un diente 76 de la primera sección 64 de núcleo de estator está enfrentado con una sección 74 de polo específico del rotor 62 ningún diente 76 de la segunda sección 66 de núcleo de estator está enfrentado con la misma sección 74 de polo.

50 55 La selección de material y la composición del conjunto 60 de estator puede ser idéntica a cualquier realización descrita en conexión con la máquina rotativa, eléctrica, radial. Sin embargo, la dirección de laminación de las secciones 64, 66 de núcleo de estator difiere en que las hojas de la laminación se extienden en una dirección axial. De este modo, las secciones 64, 66 de núcleo de estator pueden estar hechas de hojas alargadas que están dobladas, en una dirección correspondiente a la normal del plano de la hoja, en anillos o espirales y montadas en secciones de núcleo de estator conformadas en anillo.

60 El rotor 62 también comprende imanes 72 permanentes y secciones 74 de polo que están dispuestos de manera similar con respecto al rotor de la máquina rotativa, eléctrica, radial, véase las figuras 5 y 10. Por tanto, los polos de los imanes permanentes están dirigidos en una dirección circunferencial. El material usado en el rotor puede ser idéntico al material descrito en las realizaciones de la máquina rotativa, eléctrica, radial.

- 5 El rotor 62 de esta realización está dispuesto para pasar y recibir el flujo magnético desde y a una de dos superficies dirigidas axialmente que está enfrentada con los dientes de las secciones 64, 66 de núcleo de estator a través del entrehierro 78 a y desde los dientes de las secciones 64, 66 de núcleo de estator, véanse las figuras 1, 8 y 10. Por tanto, el rotor 62 de la máquina rotativa, eléctrica, axial está dispuesto para distribuir y recibir flujo magnético en una dirección axial mientras que el rotor 12 de la máquina rotativa, eléctrica, radial estaba dispuesto para distribuir y recibir flujo magnético en una dirección radial. Esto puede dar como resultado que el rotor 62 de la máquina rotativa, eléctrica, axial puede ser más ancho en la dirección radial que en la máquina rotativa, eléctrica, radial, para proporcionar suficiente área de interacción enfrentada con los dientes. Sin embargo, puede ser posible hacer el rotor 62 pequeño en la dirección axial lo que permite un diseño de motor plano. Por tanto, incluso sería posible hacer un motor de este tipo que requiera una cantidad de espacio axial pequeña de modo que quepa en la rueda de un vehículo.
- 10 Según una realización de la invención, los dientes 76 de una sección 64 de núcleo de estator están radialmente separados de los dientes 76 de la otra sección 66 de núcleo de estator por un hueco que se extiende circunferencialmente. El hueco se extiende circunferencialmente y no es totalmente interrumpido por dientes 76 de una primera sección 64 de núcleo de estator que se extiende axialmente en el espacio entre los dientes 76 de la segunda sección 66 de núcleo de estator. Dicho de otro modo, el hueco describe un anillo ininterrumpido.
- 15 Son posibles realizaciones adicionales de las secciones de núcleo de estator de una cualquiera de la máquina rotativa, eléctrica, axial o radial y en algunos casos pueden ser ventajosas. Por ejemplo, cada una de las secciones 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator pueden estar hechas de polvo magnético blando. Si las secciones de núcleo de estator están hechas de polvo magnético blando la sección 18; 68 de culata de estator puede retirarse y la funcionalidad de puente de flujo magnético puede incorporarse en las secciones 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator. Esto puede conseguirse formando las secciones 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator para incluir una protuberancia dispuesta circunferencialmente y de manera sustancialmente continua en cada una de las secciones 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator. La protuberancia está dispuesta para sobresalir hacia la otra sección 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator. Un diseño de este tipo es ventajoso porque el proceso de ensamblar el conjunto de estator se facilita adicionalmente.
- 20 25 30 35 40 45 50 55 60
- En algunas aplicaciones, sin embargo, puede ser ventajoso realizar la sección 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator a partir de laminados y la sección 18; 68 de culata de estator a partir de polvo magnético blando. Una ventaja de este tipo puede ser que los laminados, temporalmente, tengan mejor permeabilidad que el polvo magnético blando en trayectos de flujo bidimensional y el polvo magnético blando tenga mejores propiedades para las piezas que requieran trayectos de flujo tridimensional. Por consiguiente, la combinación de los dos materiales, laminados y polvo magnético blando, posibilita proporcionar trayectos de flujo magnéticos eficaces. Por tanto, una máquina producida en consecuencia puede tener una densidad de potencia aumentada, es decir, fuerza producida respecto al volumen espacial del motor. Además, las pérdidas óhmicas disminuyen en una máquina que combina los dos materiales anteriores, esto es resultado de que se requiere menos intensidad para producir el par motor deseado. Al usar laminados en las secciones 14, 16; 64, 66 de núcleo de estator se consigue una estructura que puede soportar mayores fuerzas de torsión que la estructura de polvo magnético blando.
- La eficacia de la máquina puede aumentarse adicionalmente formando una sección 18; 68 de culata de estator a partir de una parte laminada dispuesta entre dos partes de conexión de flujo magnético hechas de polvo magnético blando. Cada una de las partes de conexión de flujo magnético puede estar dispuesta en cada una de las secciones de núcleo de estator para acoplar el flujo magnético, por medio de las propiedades de conducción de flujo magnético tridimensional, a la parte laminada.
- Según todavía otra realización, toda la sección 18; 68 de culata está hecha de laminaciones. La laminación está dispuesta de modo que la extensión de las hojas de laminación es radial y axial, es decir, una normal al plano de la hoja apunta en una dirección sustancialmente circunferencial. Las hojas de laminación de este tipo pueden tener forma de cuña o puede haber ranuras dispuestas entre las hojas.
- Según una realización, los componentes o piezas de polvo magnético blando pueden compactarse o sinterizarse para obtener la forma deseada, dependiendo del material magnético blando usado. Los componentes o piezas resultantes deben presentar una resistividad de al menos $1 \mu\Omega\text{m}$. Además, según otra realización la densidad de las piezas de estator puede ser al menos de 6500 kg/m^3 . Algunos ejemplos de polvos magnéticos blandos que pueden usarse para hacer piezas de estator por medio de compactación son Somaloy 500, Somaloy 550 y Permite 75 de Höganäs AB, S-263 83 Höganäs, Suecia.
- Según todavía otra realización se disponen ranuras 30 en una pluralidad de dientes 26 de las secciones 14, 16 de núcleo de estator, véanse las figuras 18, 19. Las ranuras 30 están dispuestas extendiéndose en una dirección radial y axial en cada uno de la pluralidad de dientes 26. Al disponer ranuras 30 de este tipo la fuga del imán permanente a una superficie no deseable del diente disminuye. Una superficie no deseada de este tipo puede ser las superficies

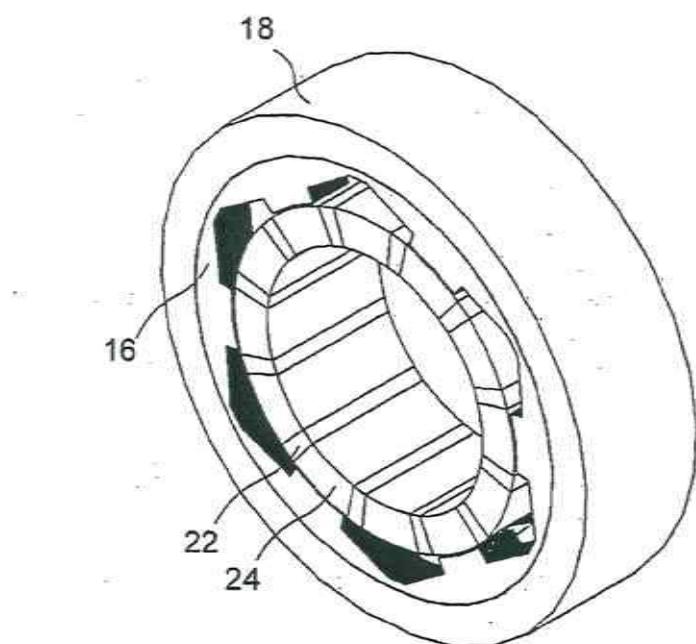
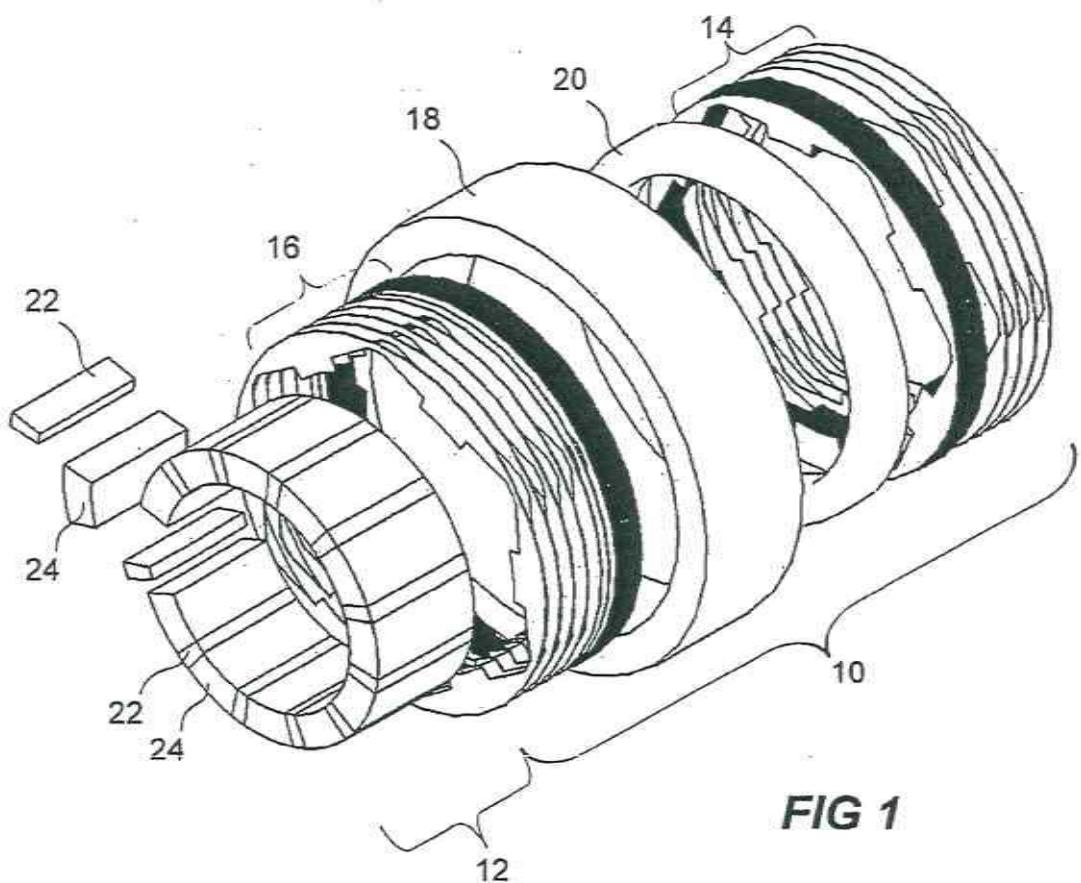
que se extienden desde la parte posterior de una sección de núcleo de estator hasta la punta del diente, es decir, no la superficie enfrentada con el rotor.

- 5 Todas las figuras 1-3 y 6-8 muestran máquinas monofásicas que pueden ser muy útiles para algunas aplicaciones. Una máquina de este tipo producirá par motor unidireccional aunque pulsante, del tipo $(1 + \cos 2\omega t)$. Al combinar dos o más máquinas monofásicas y separarlas por el ángulo de fase temporal y espacial correcto la máquina resultante podrá producir par motor sustancialmente constante. El número de fases que puede combinarse sólo está limitado por consideraciones prácticas.
- 10 En la figura 11-12 se muestra un ejemplo de una máquina radial multifásica, en este caso una máquina trifásica, según la invención. Los números de referencia corresponden a los números de referencia de la máquina radial monofásica con la diferencia de que ' se refiere a una característica de una primera fase, " a una característica de una segunda fase y " " a una característica de una tercera fase. En estas figuras se muestra un eje 50 en el que el rotor está montado. Cada una de las secciones de fase, es decir, máquinas monofásicas tal como las descritas anteriormente en la descripción, se muestra que incluye un rotor propio, es decir, cada sección de fase corresponde completamente a las máquinas monofásicas descritas anteriormente. Sin embargo, puede disponerse un único rotor para la interacción con las tres secciones de fase, es decir, un rotor tal como se describió anteriormente en conexión con la máquina monofásica radial se extiende en la dirección axial para interaccionar con las tres secciones de fase. Además, las figuras sólo muestran una variante hecha de máquinas eléctricas radiales, sin embargo, cada sección de fase radial puede intercambiarse por una sección de fase axial.
- 15 En la figura 13 se muestra un ejemplo de separación espacial entre fases. En la figura se muestra la primera sección 14', 14", 14'" de núcleo de estator de cada fase. La separación espacial en este ejemplo se refiere a los dientes de la sección de núcleo de estator de una fase que está desplazada circunferencialmente en relación con los dientes de la sección de núcleo de estator de las otras fases.
- 20 En la figura 14-15 se muestra una realización de una máquina eléctrica bifásica que utiliza secciones de fase axiales, es decir, la máquina eléctrica axial descrita en conexión con las figuras 7-10. Los números de referencia corresponden a los números de referencia de la máquina axial monofásica con la diferencia de que ' se refiere a una característica de una primera sección de fase, " a una característica de una segunda sección de fase. En esta realización conjuntos 60' y 60" de estator están dispuestos con sus dientes 76', 76" enfrentados con el otro conjunto de estator. Los dos conjuntos 60' y 60" de estator están dispuestos para compartir el mismo rotor 62. Esta realización es ventajosa porque se vuelve muy compacta, al menos en la dirección axial, incluye relativamente pocas piezas, es decir, es fácil de montar, y además presenta las ventajas descritas anteriormente.
- 25 En la figura 16-17 se muestra otra realización de una máquina eléctrica trifásica según la invención. Esta realización incluye dos secciones de fase axiales y una sección de fase radial y un rotor dispuesto para permitir que el flujo magnético se envíe y reciba tanto en una dirección axial como radial a conjuntos de estator según la invención. En las figuras los números de referencia corresponden a los números de referencia de la máquina axial monofásica y la máquina radial monofásica con la diferencia de que ' se refiere a una característica de una primera sección de fase axial, " a una característica de una segunda sección de fase axial. Al diseñar la máquina eléctrica de este modo es posible producir una máquina eléctrica trifásica muy compacta que es fácil de montar y además presenta las ventajosas características de la máquina rotativa, eléctrica según la presente invención.
- 30 En la figura 18-19 se muestra otra realización de una máquina eléctrica trifásica según la invención. Esta realización incluye dos secciones de fase axiales y una sección de fase radial y un rotor dispuesto para permitir que el flujo magnético se envíe y reciba tanto en una dirección axial como radial a conjuntos de estator según la invención. En las figuras los números de referencia corresponden a los números de referencia de la máquina axial monofásica y la máquina radial monofásica con la diferencia de que ' se refiere a una característica de una primera sección de fase axial, " a una característica de una segunda sección de fase axial. Al diseñar la máquina eléctrica de este modo es posible producir una máquina eléctrica trifásica muy compacta que es fácil de montar y además presenta las ventajosas características de la máquina rotativa, eléctrica según la presente invención.
- 35 En la figura 20-21 se muestra otra realización de una máquina eléctrica trifásica según la invención. Esta realización incluye dos secciones de fase axiales y una sección de fase radial y un rotor dispuesto para permitir que el flujo magnético se envíe y reciba tanto en una dirección axial como radial a conjuntos de estator según la invención. En las figuras los números de referencia corresponden a los números de referencia de la máquina axial monofásica y la máquina radial monofásica con la diferencia de que ' se refiere a una característica de una primera sección de fase axial, " a una característica de una segunda sección de fase axial. Al diseñar la máquina eléctrica de este modo es posible producir una máquina eléctrica trifásica muy compacta que es fácil de montar y además presenta las ventajosas características de la máquina rotativa, eléctrica según la presente invención.
- 40 En la figura 22-23 se muestra otra realización de una máquina eléctrica trifásica según la invención. Esta realización incluye dos secciones de fase axiales y una sección de fase radial y un rotor dispuesto para permitir que el flujo magnético se envíe y reciba tanto en una dirección axial como radial a conjuntos de estator según la invención. En las figuras los números de referencia corresponden a los números de referencia de la máquina axial monofásica y la máquina radial monofásica con la diferencia de que ' se refiere a una característica de una primera sección de fase axial, " a una característica de una segunda sección de fase axial. Al diseñar la máquina eléctrica de este modo es posible producir una máquina eléctrica trifásica muy compacta que es fácil de montar y además presenta las ventajosas características de la máquina rotativa, eléctrica según la presente invención.
- 45 Esta invención puede verse en relación con un diseño más eficaz de una máquina de polo modulado. La descripción proporcionada da implementaciones de ejemplo de la invención. La descripción no debe interpretarse en un sentido limitativo. Variaciones y modificaciones que necesariamente no se alejan del alcance y el espíritu de la invención pueden ser evidentes para los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Máquina rotativa, eléctrica, comprendiendo dicha máquina:
 - 5 una primera sección (14) de núcleo de estator que es sustancialmente circular y que incluye una pluralidad de dientes (26),
 - 10 una segunda sección (16) de núcleo de estator que es sustancialmente circular y que incluye una pluralidad de dientes (26),
 - 15 una bobina (20) dispuesta entre las secciones de núcleo de estator primera y segunda, y un rotor (12) que incluye una pluralidad de imanes (22) permanentes, en la que la primera sección de núcleo de estator, la segunda sección de núcleo de estator, la bobina y el rotor rodean un eje geométrico común, y en la que la pluralidad de dientes de la primera sección de núcleo de estator y la segunda sección de núcleo de estator están dispuestos para sobresalir hacia el rotor, en la que los dientes de la segunda sección de núcleo de estator están desplazados circunferencialmente en relación con los dientes de la primera sección de núcleo de estator.
 - 20 caracterizada porque los imanes permanentes en el rotor están separados en la dirección circunferencial entre sí por secciones (24) de polo que se extienden axialmente hechas de material magnético blando, el sentido de magnetización de los imanes permanentes del rotor es sustancialmente circunferencial, y la máquina eléctrica, rotativa está adaptada para hacer que el trayecto de flujo magnético generado en una sección de polo que se extiende axialmente durante el funcionamiento de la máquina eléctrica, rotativa se extienda circunferencial y axialmente para concentrar el flujo magnético desde un área enfrente de los imanes permanentes adyacentes hasta una posición de un diente de una de las secciones de núcleo de estator.
 - 30 2. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, en la que el sentido de magnetización de uno de cada dos imanes permanentes es opuesto al sentido de magnetización de los imanes permanentes entre sí.
 - 35 3. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que las secciones de polo están hechas de polvo magnético blando.
 - 40 4. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que un puente (18) de flujo está dispuesto entre las secciones de núcleo de estator circulares primera y segunda para proporcionar un trayecto de flujo entre dichas secciones de núcleo de estator circulares.
 - 45 5. Máquina eléctrica según la reivindicación 4, en la que el puente de flujo es una sección de culata de estator dispuesta para rodear dicho eje geométrico común.
 - 50 6. Máquina eléctrica según la reivindicación 5, en la que la sección de culata de estator está hecha de polvo magnético blando.
 - 55 7. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que dichas secciones de núcleo de estator están hechas de hojas laminadas de material magnético blando y hojas de aislamiento eléctrico.
 8. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que dichas secciones de núcleo de estator están hechas de polvo magnético blando.
 - 55 9. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que los dientes de la primera sección de estator y la segunda sección de estator sobresalen radialmente y en la que la primera sección de estator y la segunda sección de estator están desplazadas axialmente entre sí.
 - 60 10. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que los dientes de la primera sección de estator y la segunda sección de estator sobresalen axialmente y en la que la primera sección de estator está dispuesta rodeando la segunda sección de estator.

11. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que el rotor está dispuesto alrededor de las secciones de núcleo de estator primera y segunda y en la que los dientes se extienden radialmente hacia fuera.
- 5 12. Máquina eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que las secciones de núcleo de estator están hechas de un polvo magnético blando e incluyen medios de puente de flujo magnético incorporados en las mismas para generar un trayecto de flujo magnético entre las secciones de núcleo de estator primera y segunda.
- 10 13. Máquina eléctrica según la reivindicación 12, en la que cada sección de núcleo de estator incluye una protuberancia dispuesta circumferencialmente y de manera sustancialmente continua que sobresale hacia la otra sección de núcleo de estator correspondiente.
14. Máquina rotativa, eléctrica, comprendiendo dicha máquina:
- 15 una pluralidad de secciones de fase incluyendo cada una las características de una cualquiera de las reivindicaciones 1-13.



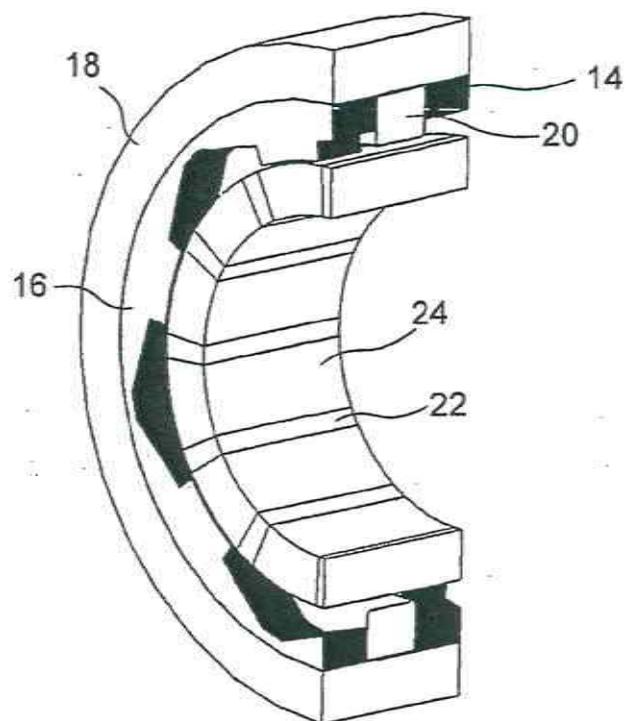


FIG 3

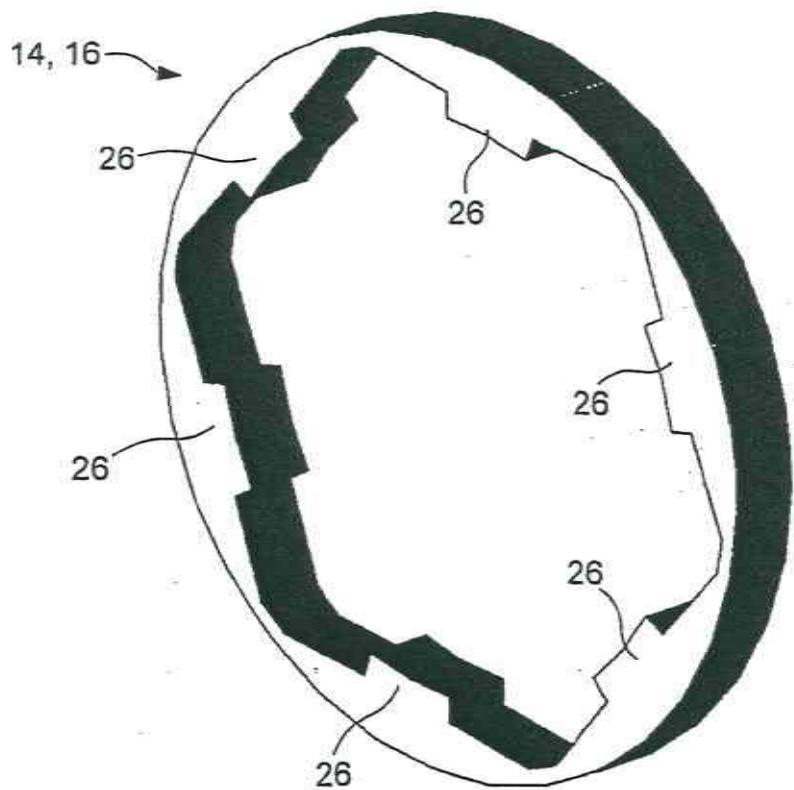


FIG 4

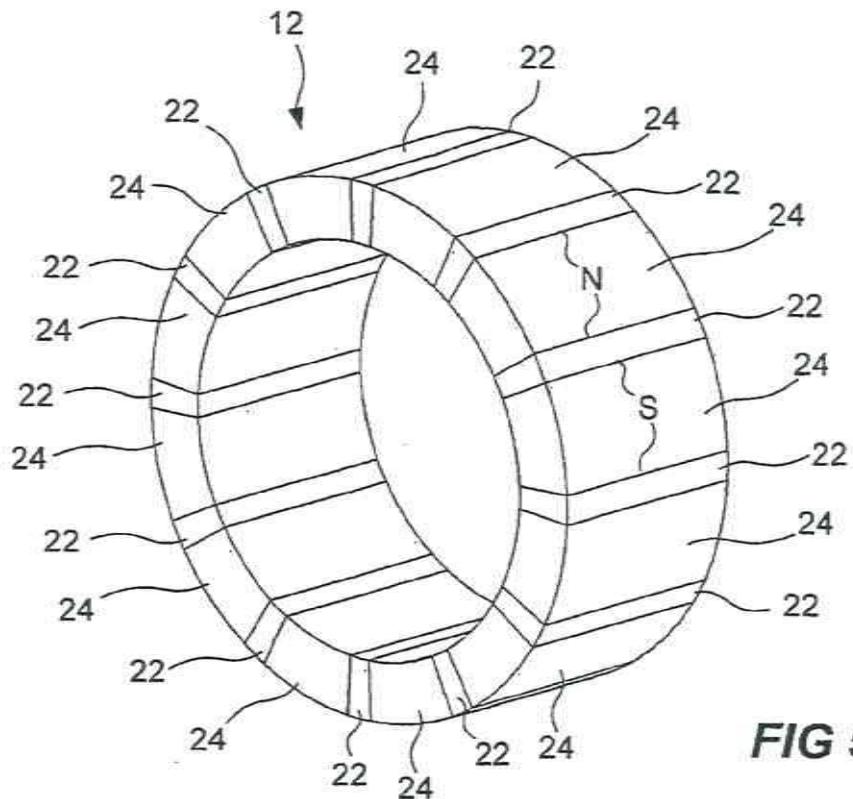


FIG 5

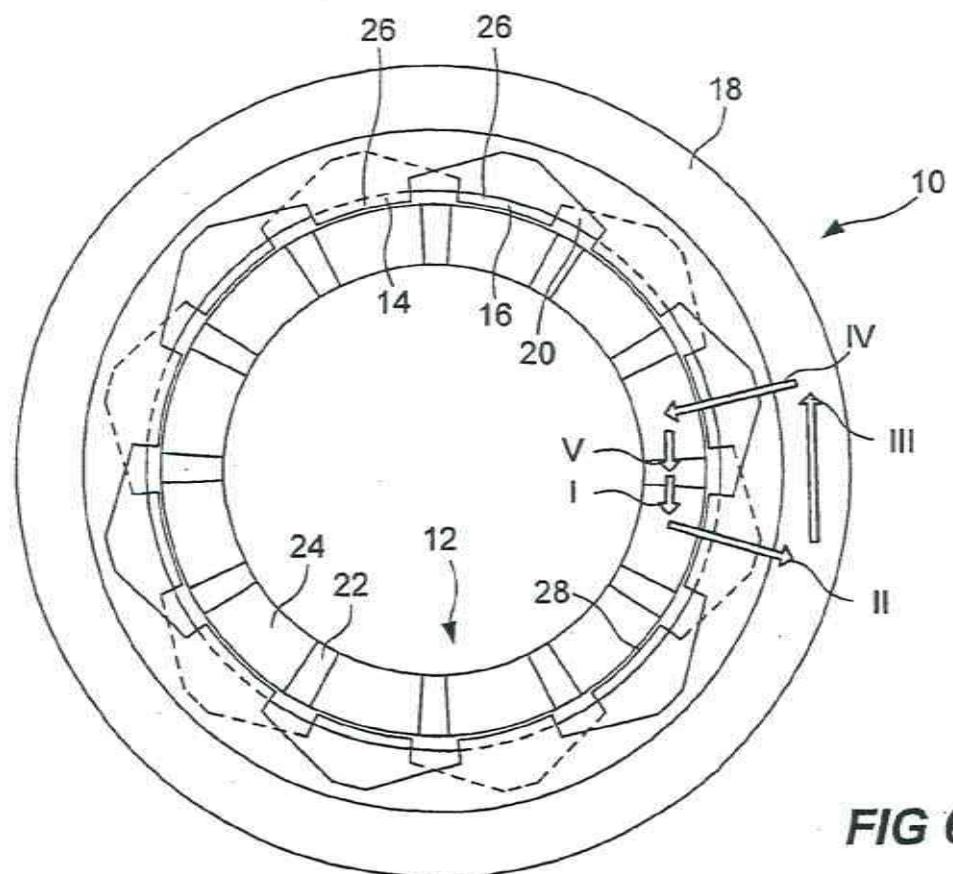
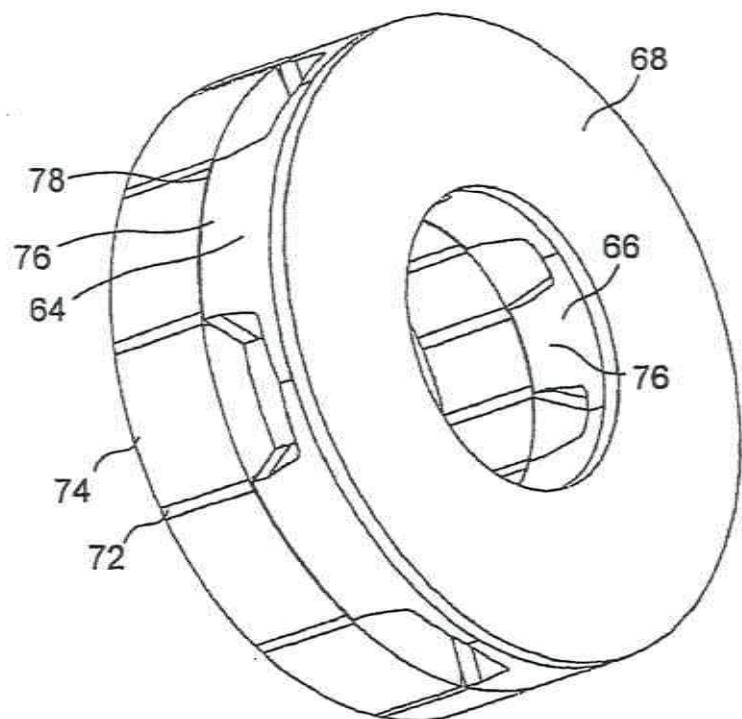
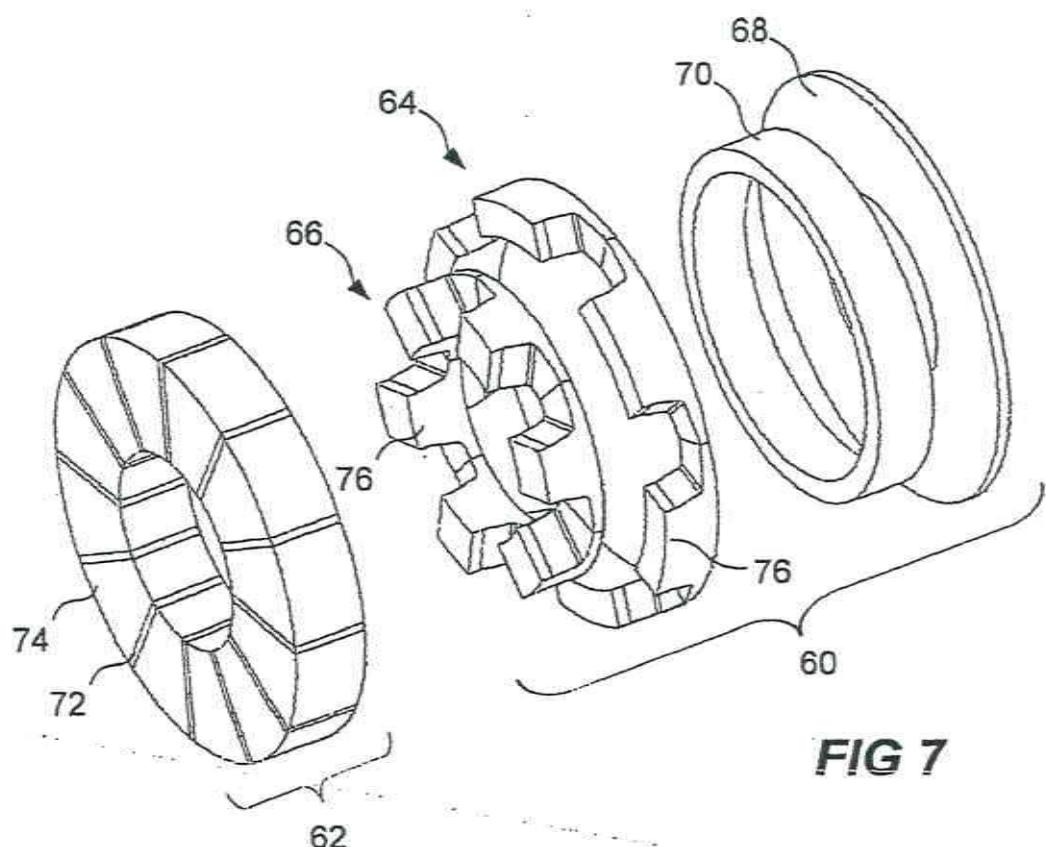


FIG 6



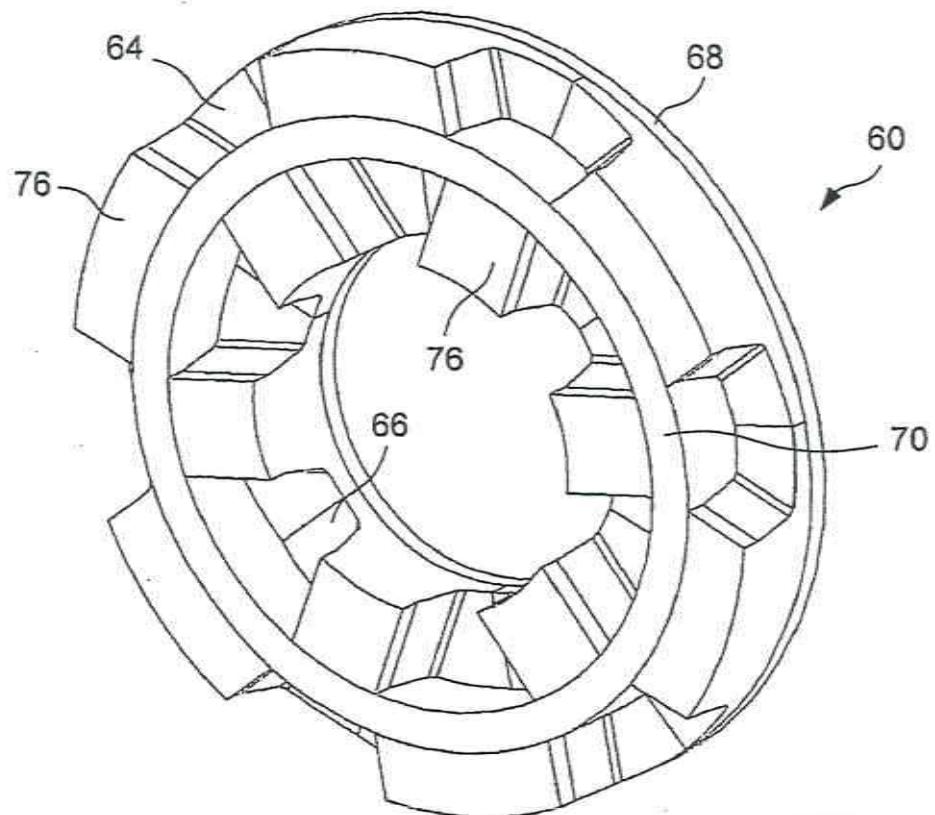


FIG 9

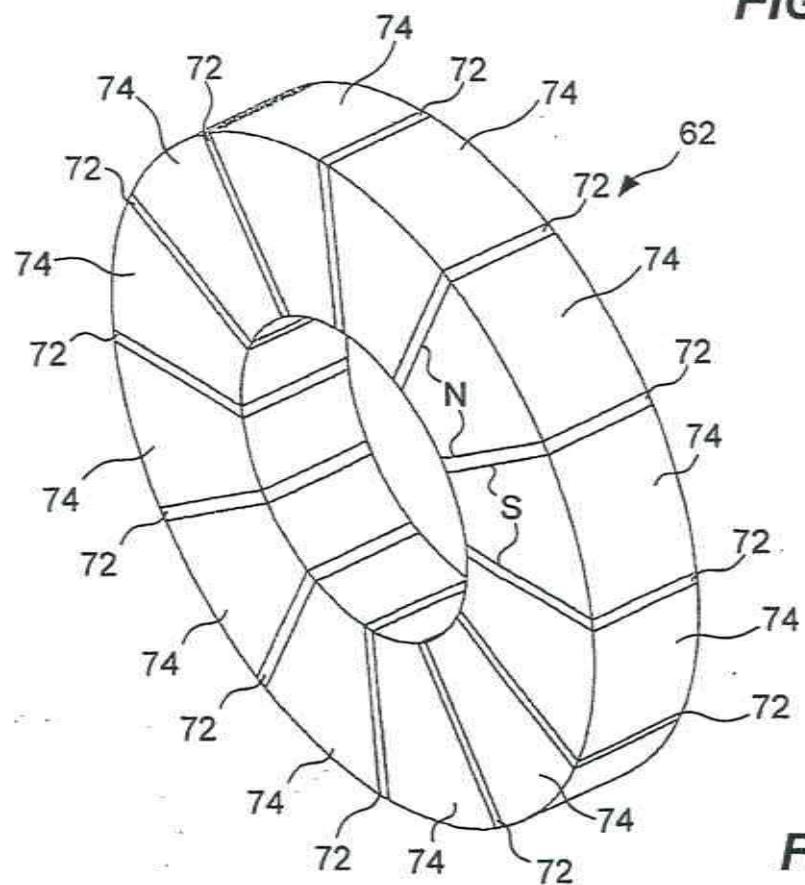
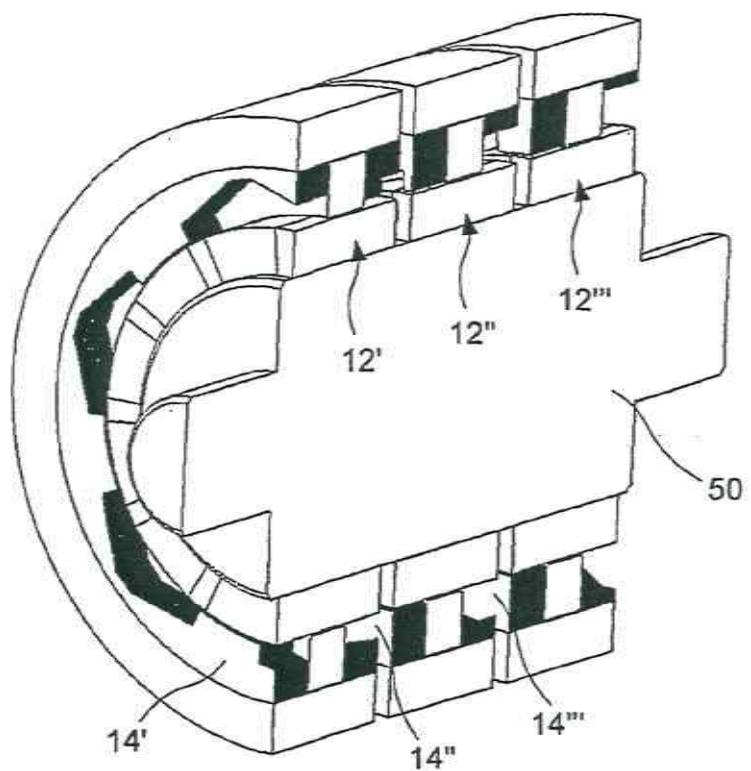
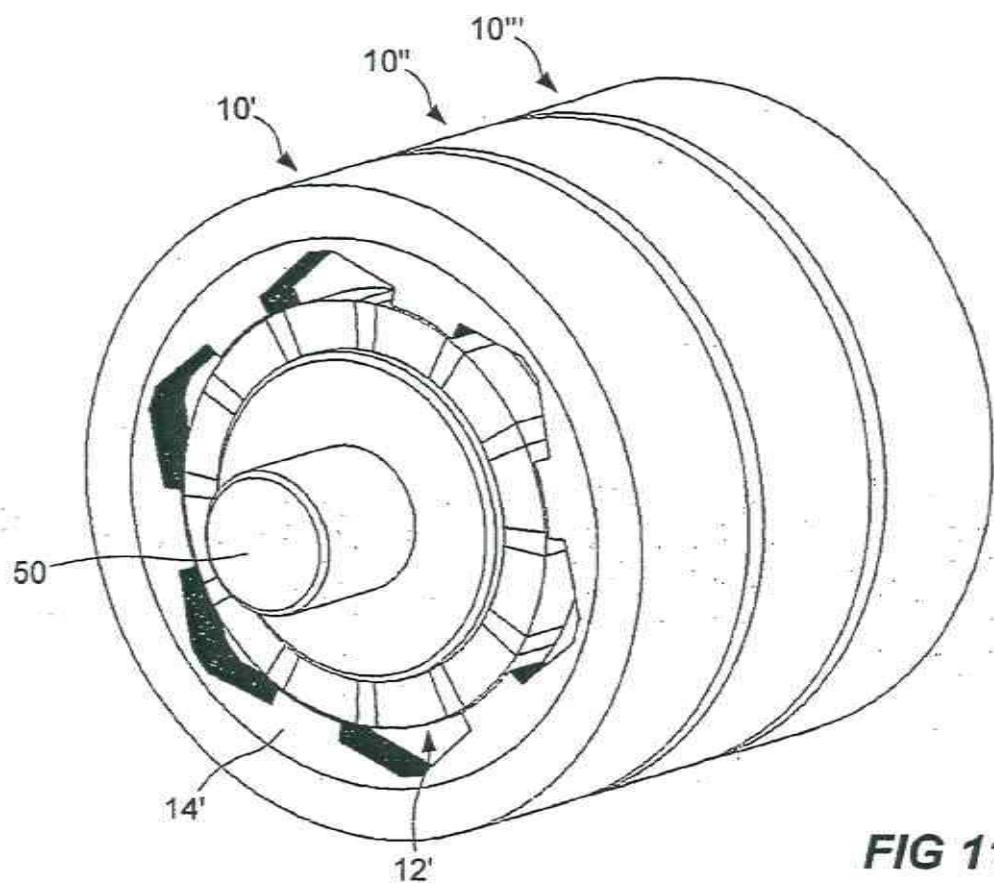


FIG 10



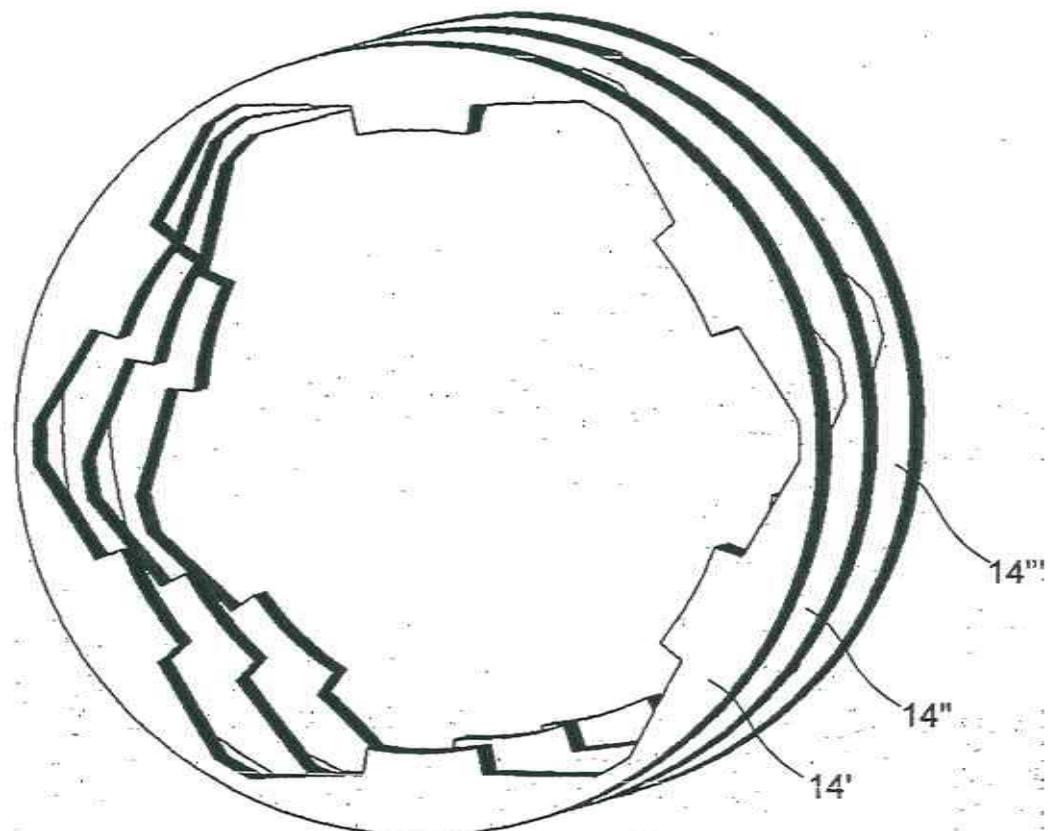
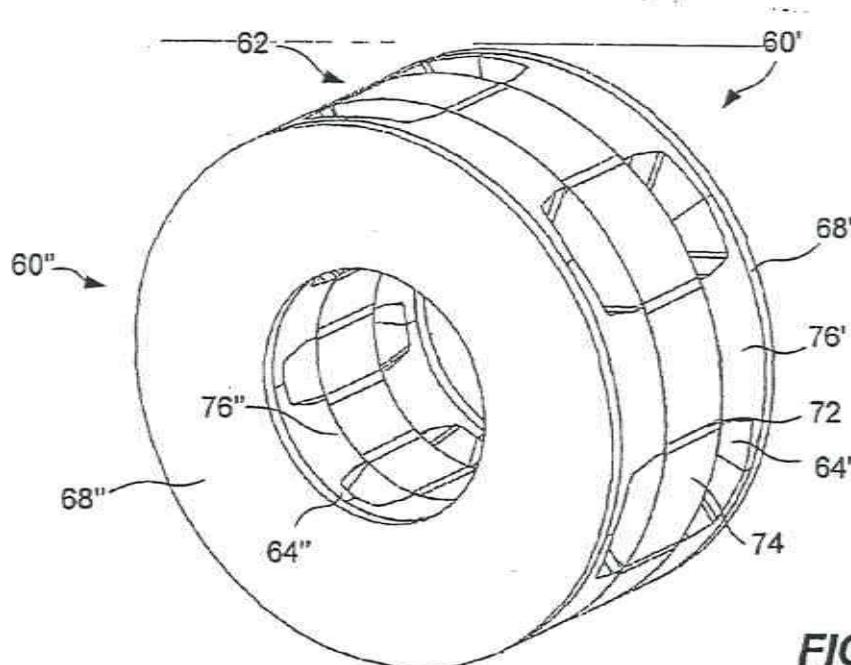
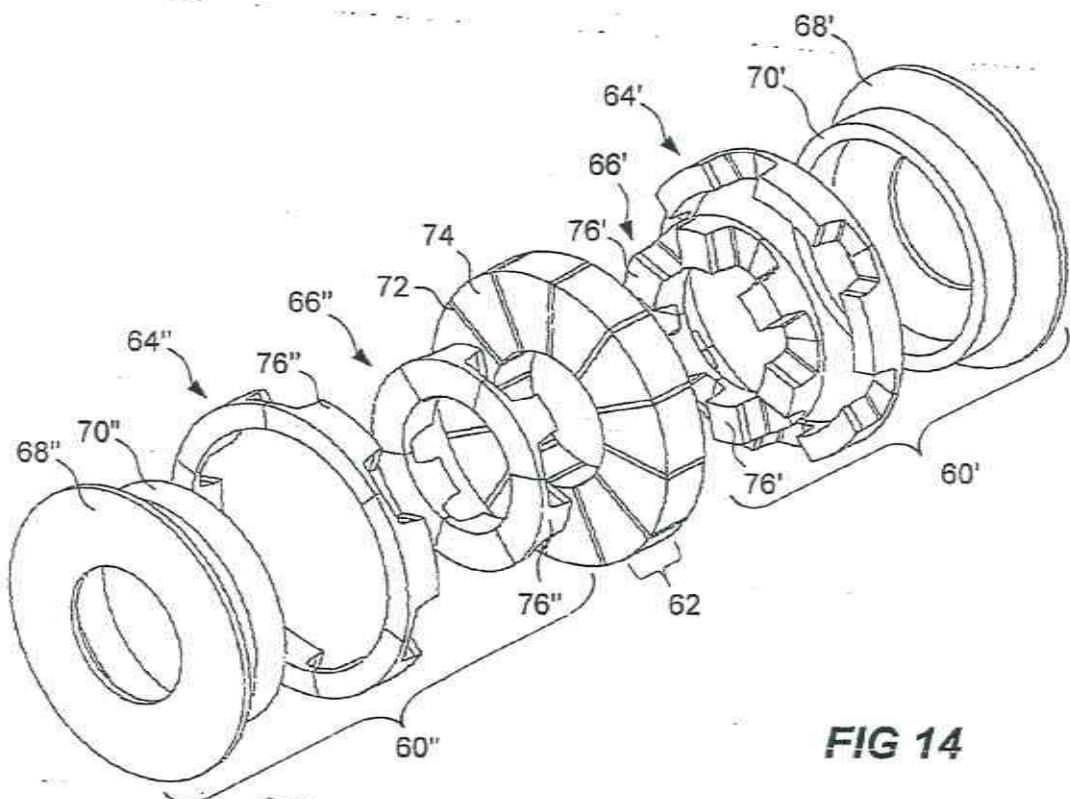


FIG 13



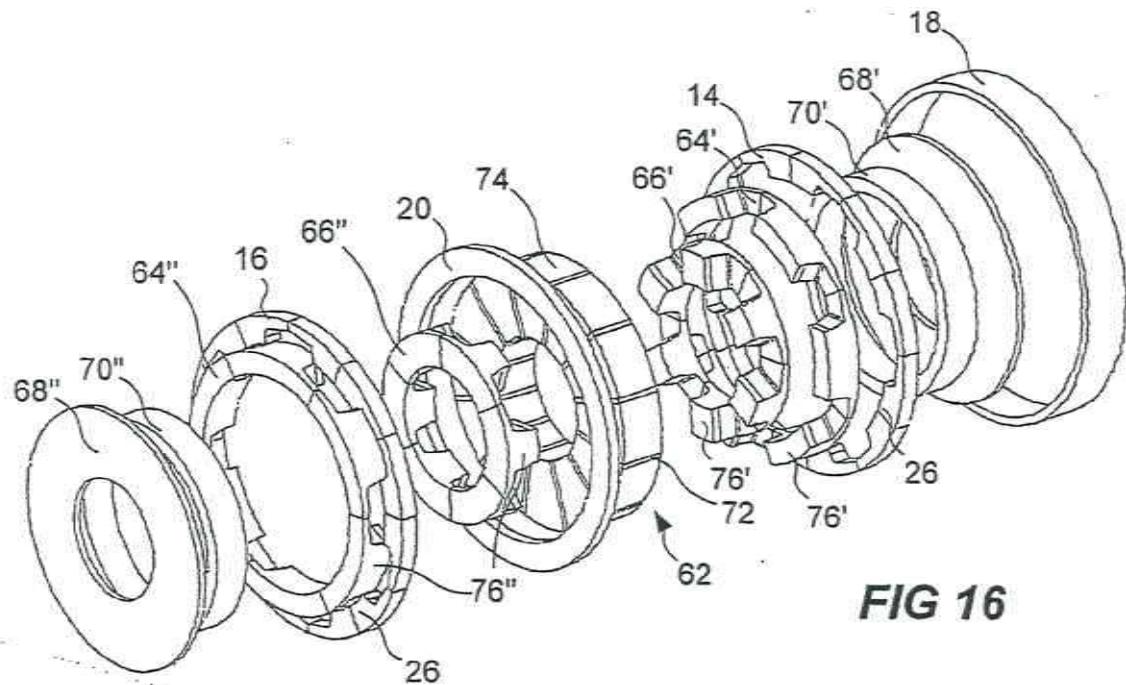


FIG 16

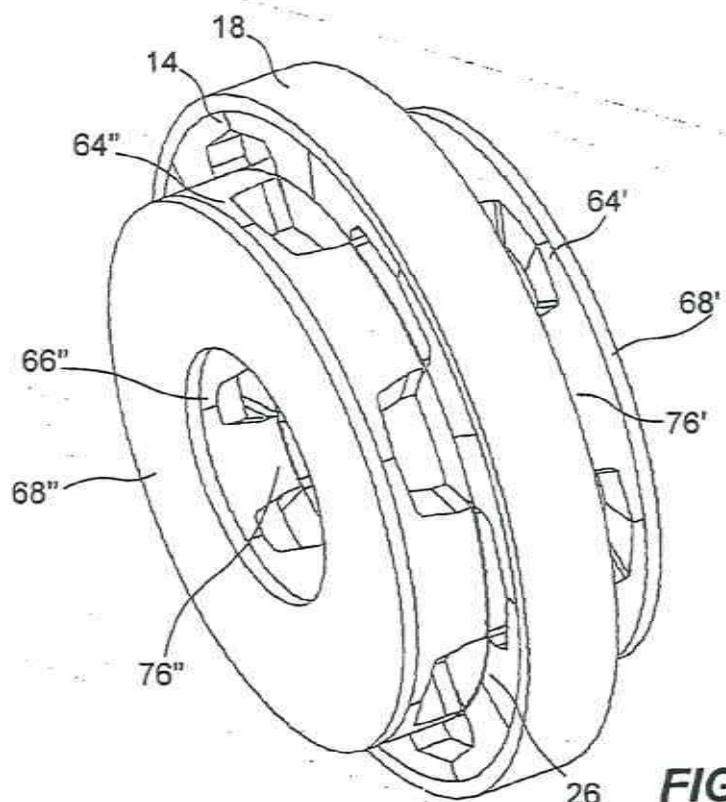


FIG 17

