

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 050**

51 Int. Cl.:

**F16H 1/28** (2006.01)

**F16H 57/08** (2006.01)

**F02K 3/072** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2011** **E 11155563 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014** **EP 2360391**

54 Título: **Caja de engranajes epicicloidales**

30 Prioridad:

**23.02.2010 US 710720**

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

**30.05.2014**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)**  
**1 River Road**  
**Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**MCCOOEY, FRANCIS WILLIAM**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 464 050 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

Caja de engranajes epicicloidales

### Antecedentes de la invención

#### Campo de la invención

- 5 La invención se refiere al campo de las cajas de engranajes epicicloidales con particular aplicación a los motores de aeronaves de turbina a gas con ventiladores contrarrotatorios.

#### Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un motor de aeronave de turbina a gas de tipo turbofan incluye, en términos generales, un ventilador delantero y un compresor elevador, un núcleo de motor intermedio, y una turbina trasera de potencia de baja presión. El núcleo del motor incluye un compresor de alta presión, un combustor y una turbina de alta presión en relación de flujo en serie. El compresor de alta presión y la turbina de alta presión del núcleo del motor están interconectadas por un eje de alta presión. El compresor de alta presión, la turbina y el eje esencialmente forman el rotor o conjunto rotor. El compresor de alta presión es arrastrado en rotación para comprimir el aire que entra en el núcleo del motor hasta una presión relativamente alta. Este aire de alta presión es a continuación mezclado con el combustible existente en el combustor y encendido para formar un flujo de gas de gran energía. La corriente de gas fluye hacia atrás y pasa a través de la turbina de alta presión, arrastrándola en rotación y el eje de presión el cual, a su vez, arrastra en rotación el compresor. El flujo de gas que sale de la turbina de alta presión es expandida a través de una segunda turbina o turbina de baja presión. La turbina de baja presión arrastra en rotación el ventilador y el compresor elevador por medio de un eje de baja presión, todo lo cual forma el rotor o el conjunto rotor de baja presión. El eje de baja presión se extiende a través del rotor de alta presión.

- 25 Algunos reactores tipo fan han sido diseñados con ventiladores contrarrotatorios y algunos con ventiladores contrarrotatorios y / o compresores elevadores o compresores de baja presión. Las Patentes estadounidenses Nos. 4,790,133, 4,860,537, 5,307,622 y 6,732,502 divulgan unas turbinas de baja presión (LTP) contrarrotatorias que energizan unos ventiladores contrarrotatorios y un compresor elevador o unos compresores de baja presión. La mayoría del empuje producido es generado por el ventilador. Existen también diversos diseños para motores de ventilador contrarrotatorios que utilizan cajas de engranajes para efectuar la contrarrotación de los compresores y de los compresores elevadores. Los ventiladores contrarrotatorios, los compresores elevadores, y las turbinas potencian en gran medida la eficiencia de combustible del motor. La Solicitud de Patente estadounidense con el No. de Serie 11/555,042 divulga la utilización de una turbina de baja presión para arrastrar unos ventiladores traseros y delanteros contrarrotatorios por medio de una caja de engranajes epicicloidales.

- 35 El tamaño, el peso y la fiabilidad de la caja de engranajes epicicloidales depende en gran medida de las cargas de soporte planetarias, de las exigencias de su vida útil y de los esfuerzos de los dientes de engranaje. Resulta altamente deseable reducir de manera considerable las cargas de los cojinetes planetarios de una caja de engranajes epicicloidales contrarrotatoria con el fin de incrementar la fiabilidad de la caja de engranajes. Así mismo, es altamente deseable reducir las cargas que permiten el uso de cojinetes más pequeños lo que reduce el peso y mejora la vida útil de la caja de engranajes. Unos cojinetes más pequeños reducen también la generación de calor de la caja de engranajes lo que se traduce en una mejora de la eficiencia y en una reducción de las exigencias del flujo de aceite.

- 40 Así mismo resulta altamente deseable reducir o eliminar la desalineación de los engranajes que se produce por la torsión debida al par. Una alineación mejorada reduce o elimina la necesidad de modificar la forma de los dientes de engranaje para compensar la deflexión, lo que se traduce en una durabilidad de los engranajes mejorada y en la reducción de los esfuerzos de los dientes de engranaje.

- 45 El documento US 5,409,430 divulga un sistema de engranajes planetarios que presenta un engranaje 2 solar que arrastra una parte 4A que está dispuesta en posición central entre dos partes 4B de engranajes planetarios más pequeños (véase la figura 5 del documento US 5,409,430) del engranaje 4 planetario. El documento US 2008/0098716 A1 se refiere a un conjunto de motor de turbina a gas y divulga un tren de engranajes epicicloidales de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 de la presente memoria.

### Sumario de la invención

Se proporciona un tren de engranajes epicicloidales de acuerdo con la reivindicación 1 de la presente memoria.

- 50 Una forma de realización ejemplar del tren de engranajes epicicloidales incluye también los cojinetes de rodillos delantero y trasero que están axialmente alineados con o en posición adyacente a los conjuntos delantero y trasero de dientes de salida separados a intervalos regulares. Un engranaje de entrada está unido de manera fija al cubo del engranaje planetario detrás del conjunto trasero de dientes de salida de cada uno de los engranajes planetarios. En una forma de realización más concreta, el cojinete de rodillos delantero está axialmente alineado con el conjunto

delantero de dientes de salida y el cojinete de rodillos trasero está dispuesto axialmente en posición adyacente al engranaje de entrada.

La forma de realización ejemplar del tren de engranajes epicicloidales incluye además una corona dentada que circunscribe y encaja con el conjunto delantero de dientes de salida y un engranaje externo que engrana con el conjunto externo de dientes de salida. El engranaje de entrada engrana con un engranaje solar. El conjunto delantero de dientes de salida engrana con la corona dentada radialmente hacia fuera de los husillos y el conjunto trasero de los dientes de salida engrana con el engranaje externo radialmente hacia dentro de los husillos. El engranaje de entrada de cada uno de los engranajes planetarios engrana con el engranaje solar radialmente hacia dentro de los husillos. Los conjuntos delantero y trasero de los dientes de salida, los engranajes de entrada de los engranajes planetarios del engranaje de corona de entrada, el engranaje externo y el engranaje solar pueden ser helicoidales.

De acuerdo con la invención, los husillos son soportados por unos chasis portadores cónicos delantero y trasero del portador anular. Los chasis portadores cónicos delantero y trasero incluyen unas bridas portadores, delantera y trasera, respectivamente, radialmente externas, unas bridas de soporte delantera y trasera, respectivamente, radialmente internas que soportan de manera fija los husillos entre ellas y conectadas por unos brazos de soporte cónicos delantero y trasero a las bridas portadoras delantera y trasera.

Un motor de turbina a gas de turbofan puede incorporar una caja de engranajes epicicloidales que comprenda el tren de engranajes epicicloidales para arrastrar de forma contrarrotatoria las primera y segunda etapas del ventilador contrarrotatorios radialmente soportadas, al menos en parte, por un chasis de ventilador en una sección de ventilador del motor. Una turbina de baja presión corriente abajo de la sección de ventilador está conectada en arrastre a las primera y segunda etapas del ventilador mediante un eje de baja presión a través del tren de engranajes epicicloidales de la caja de engranajes epicicloidales. En una forma de realización ejemplar, la segunda etapa del ventilador está conectada a la corona dentada que circunscribe y engrana con el conjunto delantero de los dientes de salida, la primera etapa del ventilador está conectada al engranaje externo que engrana con el conjunto trasero de dientes de salida, el engranaje de entrada está unido de manera fija al cubo del engranaje planetario detrás del conjunto trasero de los dientes de salida de cada uno de los engranajes planetarios, y el engranaje de entrada de cada uno de los engranajes planetarios engrana con el engranaje solar conectado al eje de baja presión. Las bridas portadoras delantera y trasera de los chasis portadores cónicos delantero y trasero están montados sobre y soportados por el chasis del ventilador.

### **Breve descripción de los dibujos**

Los aspectos referidos y otras características de la invención se exponen en la descripción subsecuente, tomada en conexión con los dibujos que se acompañan, en los que:

La FIG. 1 es una ilustración esquemática de una vista en sección longitudinal de una forma de realización ejemplar de un motor de turbina a gas de turbofan de una aeronave con unos ventiladores delantero y trasero contrarrotatorios arrastrados por una turbina de baja presión paso medio de una caja de engranajes epicicloidales en la que cada engranaje planetario incluye unos conjuntos de dientes delanteros y traseros montados sobre un cilindro común.

La FIG. 2 es una ilustración de una vista longitudinal más detallada de tamaño aumentado de la caja de engranajes epicicloidales conectada a los ventiladores contrarrotatorios ilustrados en la FIG. 1.

La FIG. 3 es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva de un tren de engranajes epicicloidales de la caja de engranajes ilustrada en la FIG. 2.

La FIG. 4 es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva del tren de engranajes ilustrado en la FIG. 3.

La FIG. 5 es una ilustración esquemática de una vista lateral de un engranaje planetario helicoidal del tren de engranajes ilustrado en la FIG. 3.

### **Descripción detallada de la invención**

En las FIGS. 1 y 2 se ilustra un motor 10 de turbina a gas de turbofan ejemplar circunscrito alrededor de una línea central 11 del motor que presenta una sección 16 de ventilador contrarrotatorio que recibe un flujo de entrada del aire 5 ambiente. La sección 16 del ventilador incluye unas primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador contrarrotatorias que presentan unos álabes 14 del ventilador. Una de las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador es rotatoria en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la línea central 11 del motor y otra de las etapas del ventilador es rotatoria en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor de la línea central 11 del motor. Así, las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador pueden ser descritas como contrarrotatorias una con respecto a otra y son, al menos en parte, radialmente soportadas por el chasis 67 del ventilador.

Con referencia a la FIG. 1, corriente abajo y por detrás de la sección 16 del ventilador, en relación de flujo en serie corriente abajo, se encuentra un compresor 24 elevador, un compresor de flujo axial multietapa de alta presión (HPC) 26, un combustor 28, una turbina de alta presión (HPT) 30, y una turbina de baja presión (LPT) 32 desde la cual los gases de combustión son descargados a partir del motor 10. El combustor 28 mezcla el combustible con el aire 5 presurizado por el HPC 26 para generar los gases de combustión que fluyen corriente abajo de la turbina de baja presión (HPT) 30. Un eje 34 de alta presión une la HPT 30 al HPC 26. El compresor 26 de alta presión, el combustor 28 y la turbina 30 de alta presión se designan colectivamente como núcleo del motor 12 que incluye, a los fines de esta patente, el eje 34 de alta presión.

Con referencia a las Figs. 1 y 2 las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador contrarrotatorio están conectadas en arrastre a la turbina de baja presión (LPT) 32 por un eje 36 de baja presión por medio de un tren 40 de engranajes epicicloidales de una caja de engranajes 56 epicicloidales para que puedan ser contrarrotatorias una respecto de otra. La caja de engranajes 56 está dispuesta dentro de una cavidad 57 del ventilador del motor 10 y axialmente y radialmente soportada por el chasis 67 del ventilador.

El tren de engranajes 40 epicicloidales y la caja de engranajes 56, como se ilustra también en las FIGS. 3 y 4, incluyen un portador 72 anular de engranajes planetarios soportado por el chasis 67 del ventilador y unos engranajes 74 planetarios montados de forma rotatoria sobre unos husillos 75 soportados por los chasis 76, 77 portadores cónicos delantero y trasero del portador 72 anular. Los chasis 76, 77 portadores cónicos delantero y trasero incluyen unas bridas 79, 81 portadoras delantera y trasera radialmente externas respectivamente montadas sobre y soportadas por el chasis 67 del motor. Los chasis 76, 77 portadores cónicos delantero y trasero incluyen unas bridas 83, 85 de soporte delantera y trasera radialmente internas, respectivamente fijadas que soportan entre ellas los husillos 75. Las bridas 83, 85 de soporte delantera y trasera están conectadas por los brazos 88, 90 de soporte delantero y trasero cónicos a las bridas 79, 81 de soporte delantera y trasera, respectivamente, formando así la jaula 91 para soportar de forma rotatoria los engranajes 74 planetarios. Los brazos 88, 90 de soporte delantero y trasero están circunferencialmente dispuestos entre los engranajes 74 planetarios.

Cada uno de los engranajes 74 planetarios incluye unos conjuntos delantero y trasero axialmente separados a intervalos regulares de dientes 94, 96 de salida que se extienden radialmente hacia fuera desde un cubo 92 de engranaje planetario hueco. El conjunto delantero de los dientes 94 de salida de los engranajes 74 planetario engrana con una segunda corona 100 dentada conectada a y operable para arrastrar la segunda etapa 62 del ventilador. El conjunto trasero de los dientes 96 de salida de los engranajes 74 planetarios engrana con un primer engranaje 102 externo del ventilador conectado a y operable para arrastrar la primera etapa 60 del ventilador. Un engranaje externo es uno con los dientes formados sobre la superficie exterior de un cubo, un cilindro o un cono. A la inversa, una corona dentada o interna es una con los dientes formados sobre la superficie interna de un cubo, un cilindro o un cono. Un engranaje 104 de entrada está unido firmemente al cubo 92 de engranaje planetario por detrás del conjunto trasero de los dientes 96 de salida. El engranaje 104 de entrada de cada uno de los engranajes 74 planetarios engrana con un engranaje 108 solar directamente conectado al eje 36 de baja presión. El eje 108 solar engrana con el eje 104 de entrada de cada uno de los engranajes 74 planetarios radialmente hacia dentro de los husillos 75. El conjunto delantero 94 engrana con la corona 100 dentada del segundo ventilador radialmente hacia fuera respecto de los husillos 75, y el conjunto trasero de los dientes 96 de salida engrana con el primer engranaje 102 externo del ventilador radialmente hacia fuera respecto de los husillos 75 con el fin de contrarrotar las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador. Los brazos 88, 90 de soporte delantero y trasero están circunferencialmente dispuestos entre el conjunto delantero y trasero de los dientes 94, 96 de salida y el engranaje 104 de entrada.

Unos cojinetes 111, 112 de rodillos delantero y trasero separados axialmente están dispuestos entre los engranajes 74 planetarios y los husillos 75. Los cojinetes 111, 112 de rodillos delantero y trasero están axialmente alineados con o en posición adyacente al conjunto delantero separado de dientes 94 de salida y al engranaje 104 de entrada, respectivamente. En la forma de realización ejemplar de la caja de engranajes 56 ilustrada en la presente memoria, el cojinete 111 de rodillos delantero está axialmente alineado con el conjunto delantero de dientes 94 de salida y el cojinete 112 de rodillos trasero está axialmente en posición adyacente al engranaje 104 de entrada. Los cojinetes 111, 112 de rodillos delantero y trasero están dispuestos dentro de las carreras 116, 118 delantera y trasera montadas sobre los husillos 75 y radialmente dispuestos entre las carreras 116, 118 delantera y trasera y las secciones 120, 122 delantera y trasera del cubo 92 de engranaje planetario, respectivamente.

Con referencia a las FIGS. 4 y 5, las fuerzas de los dientes de engranaje de los conjuntos delantero y trasero axialmente separados de los dientes 94, 96 de salida cuando engranan con la segunda corona dentada 100 del ventilador y con el primer engranaje 102 externo del ventilador generan respectivamente unos momentos que reducen en gran manera las cargas de reacción de los cojinetes y las cargas aplicadas sobre el portador planetario. La disposición de los conjuntos delantero y trasero separados axialmente de dientes 94, 96 de salida y el engranaje 104 de entrada proporciona un medio para situar las bridas 79, 81 portadoras delantera y trasera en un emplazamiento axial optimizado para igualar la deflexión de los husillos 75 y del cubo 92 de engranajes planetarios en los cojinetes 111, 112 de rodillos delantero y trasero produciéndose una desalineación de dientes de engranaje mínima. Las fuerzas de los dientes de engranaje de la corona dentada interna axialmente desplazada engranan lo que se traduce en un momento de sobregiro sobre cada conjunto de engranajes planetarios que reduce las cargas radiales en los cojinetes 111, 112 de rodillos delantero y trasero.

En una forma de realización preferente, la caja de engranajes 56, los engranajes 74 planetarios y sus dientes o engranajes coincidentes son helicoidales, como se ilustra en la FIG. 5. El conjunto delantero y trasero de dientes 94, 96 de salida y el engranaje 104 de entrada de los engranajes 74 planetarios se ilustran presentando unos dientes 130 helicoidales a mano derecha. La segunda corona dentada 100 del ventilador, el primer engranaje 102 externo del ventilador, y el engranaje 108 solar se ilustran presentando unos dientes 132 helicoidales a mano izquierda. Por supuesto pueden estar invertidos. Los dientes 130, 132 helicoidales a mano derecha e izquierda proporcionan un engranaje de gran robustez y presentan un ángulo 134 helicoidal que se selecciona para crear un momento de los engranajes planetarios para reducir las cargas radiales de los cojinetes provocadas por las fuerzas de separación de los dientes de engranaje. Los ángulos helicoidales se seleccionan para equilibrar la fuerza radial del engranaje de entrada entre el engranaje 104 de entrada de los engranajes 74 planetarios y el engranaje 108 solar con la suma de las fuerzas axiales de los dos engranajes de salida del conjunto delantero de dientes 94 de salida de los engranajes 74 planetarios con la segunda corona dentada 100 del ventilador y el conjunto trasero de dientes 96 de salida de los engranajes 74 planetarios con el primer engranaje 102 externo del ventilador.

El engranaje 108 solar de entrada presenta una primera fuerza axial que está en dirección opuesta a la de la turbina 32 de baja presión, y cada engranaje entre la segunda corona dentada 100 del ventilador y del primer engranaje 102 externo del ventilador presenta una segunda fuerza axial en dirección opuesta a la del empuje del ventilador. Las cargas de empuje netas que son reaccionadas por la turbina de baja presión y por los cojinetes del ventilador y por su estructura de soporte se reducen por tanto de forma considerable.

Con referencia a la FIG. 2, la primera etapa 60 del ventilador está conectada por un primer cono 124 al primer engranaje 102 externo del ventilador. La segunda etapa 62 del ventilador está conectada por un segundo cono 126 a la segunda corona dentada 100 del ventilador. Un cojinete 140 de empuje incluye una carrera 146 radialmente externa acoplada de manera fija al chasis 67 del ventilador y puede ser operada transfiriendo las cargas de empuje desarrolladas o generadas por la contrarrotación procedente de las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador contrarrotatorias de la sección 16 del ventilador hasta el chasis 67 del ventilador. Los cojinetes 148 de rodillos de empuje del ventilador están dispuestos entre la carrera 142 interna y la carrera 146 externa del cojinete 140 de empuje.

Un cojinete 150 de rodillos diferencial delantero axialmente separado y un cojinete 152 de rodillos de empuje trasero están radialmente dispuestos entre el primer cono 124 y el eje 36 de baja presión. El primer cojinete 154 de bolas de empuje está radialmente dispuesto entre el segundo cono 126 y el primer cono 124 proporcionando así la carga de empuje que se transfiere desde las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador contrarrotatorias para que sean transferidas al chasis 67 del ventilador. Un tercer cojinete 162 de rodillos diferencial está radialmente dispuesto entre el segundo cono 126 y un cono 115 que se extiende axialmente hacia delante del chasis 67 del ventilador. El tercer cojinete 162 de rodillos proporciona también soporte radial para las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador. Los cojinetes facilitan el mantenimiento de las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador en unas posiciones radiales y axiales relativamente fijas así como la transferencia de las cargas de empuje y / o de las fuerzas generadas por las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador hacia el chasis 67 del ventilador. Un cojinete 170 de empuje del chasis del ventilador está dispuesto entre el chasis 67 y la segunda corona dentada 100 del ventilador fijada al segundo cono 126 para proporcionar la transferencia de empujes desde la segunda etapa 62 del ventilador hasta el chasis 67 del ventilador. El cojinete 150 de rodillos diferencial delantero y el cojinete 152 de rodillos de empuje trasero y el primer cojinete 154 de bolas funcionan como cojinetes diferenciales para soportar y / o transferir las cargas de empuje y / o las fuerzas procedentes de las primera y segunda etapas 60, 62 del ventilador hacia el cojinete 140 de empuje.

La presente invención ha sido descrita de manera ilustrativa. Debe entenderse que la terminología que ha sido utilizada pretende ceñirse a la naturaleza de las palabras de la descripción más que constituir una limitación.

## REIVINDICACIONES

1.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales que comprende:

5 unos engranajes (74) planetarios montados de manera rotatoria sobre unos husillos (75), incluyendo cada uno de los engranajes (74) planetarios un cubo (92) de engranaje planetario hueco y unos conjuntos delantero y trasero axialmente separados de dientes (94, 96) de salida que se extienden radialmente hacia fuera respecto del cubo (92) de engranaje planetario,

10 un engranaje (104) de entrada unido de manera fija al cubo (92) de engranaje planetario por detrás del conjunto trasero de los dientes (96) de salida de cada uno de los engranajes (74) planetarios, engranando el engranaje (104) de entrada de cada uno de los engranajes planetarios con un engranaje (108) solar, y unos cojinetes (111, 112) delantero y trasero axialmente separados dispuestos entre los engranajes (74) planetarios y los husillos (75);

### caracterizado porque

los husillos (75) son soportados por unos chasis (76, 77) portadores cónicos delantero y trasero de un portador (72) anular,

15 incluyendo los chasis (76, 77) portadores cónicos delantero y trasero unas bridas (79, 81) portadoras delantera y trasera radialmente exteriores, respectivamente,

incluyendo los chasis (76, 77) portadores cónicos delantero y trasero unas bridas (83, 85) de soporte delantera y trasera radialmente interiores, respectivamente, que soportan de manera fija los husillos (75) entre ellas, y

20 estando las bridas (83, 85) de soporte delantera y trasera radialmente internas conectadas por unos brazos (88, 90) de soporte delantero y trasero cónicos a las bridas (79, 81) portadoras delantera y trasera radialmente externas.

25 2.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con la reivindicación 1, estando los cojinetes (111, 112) de rodillos delantero y trasero axialmente alineados con o en posición adyacente al conjunto delantero separado de dientes (94) de salida y al engranaje (104) de entrada, respectivamente.

3.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con la reivindicación 2, estando el cojinete (111) de rodillos delantero axialmente alineado con el conjunto delantero de dientes (94) de salida y estando el cojinete (112) de rodillos trasero axialmente en posición adyacente al engranaje (104) de entrada.

4.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

30 una corona (100) dentada que circunscribe y engrana con el conjunto delantero de dientes (94) de salida y un engranaje (102) externo que engrana con el conjunto trasero de dientes (96) de salida.

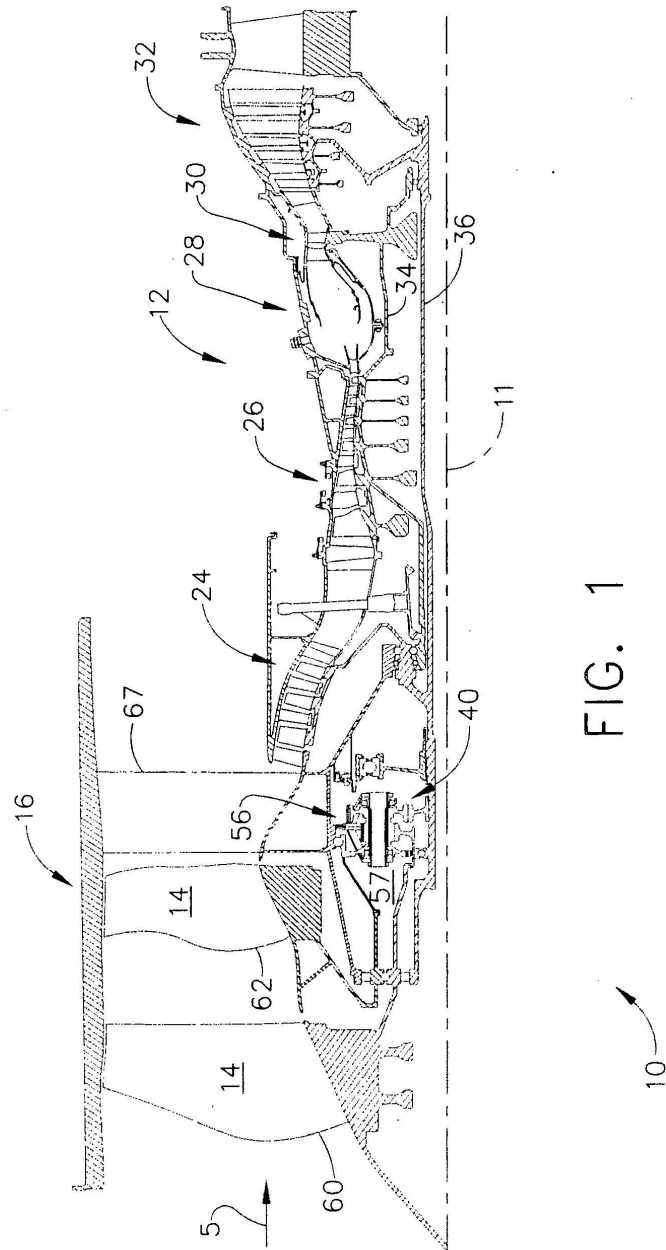
35 5.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con la reivindicación 4, engranando el conjunto delantero de dientes (94) de salida con la corona (100) dentada radialmente hacia fuera de los husillos (75), engranando el conjunto trasero de dientes (96) de salida con el engranaje (102) externo radialmente hacia dentro de los husillos (75), y

engranando el engranaje (104) de entrada de cada uno de los engranajes (74) planetarios con el engranaje (108) solar radialmente hacia dentro de los husillos (75).

40 6.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con la reivindicación 5, estando los cojinetes (111, 112) de rodillos delantero y trasero axialmente alineados con o en posición adyacente al conjunto delantero separado de dientes (94) de salida y al engranaje (104) de entrada, respectivamente.

7.- Un tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con la reivindicación 5, siendo helicoidales los conjuntos delantero y trasero de dientes (94, 96) de salida, los engranajes (104) de entrada de los engranajes (74) planetarios, la corona (100) dentada, el engranaje (102) externo y el engranaje (108) solar.

45 8.- Una caja (56) de engranajes epicicloïdales que comprende el tren (40) de engranajes epicicloïdales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.



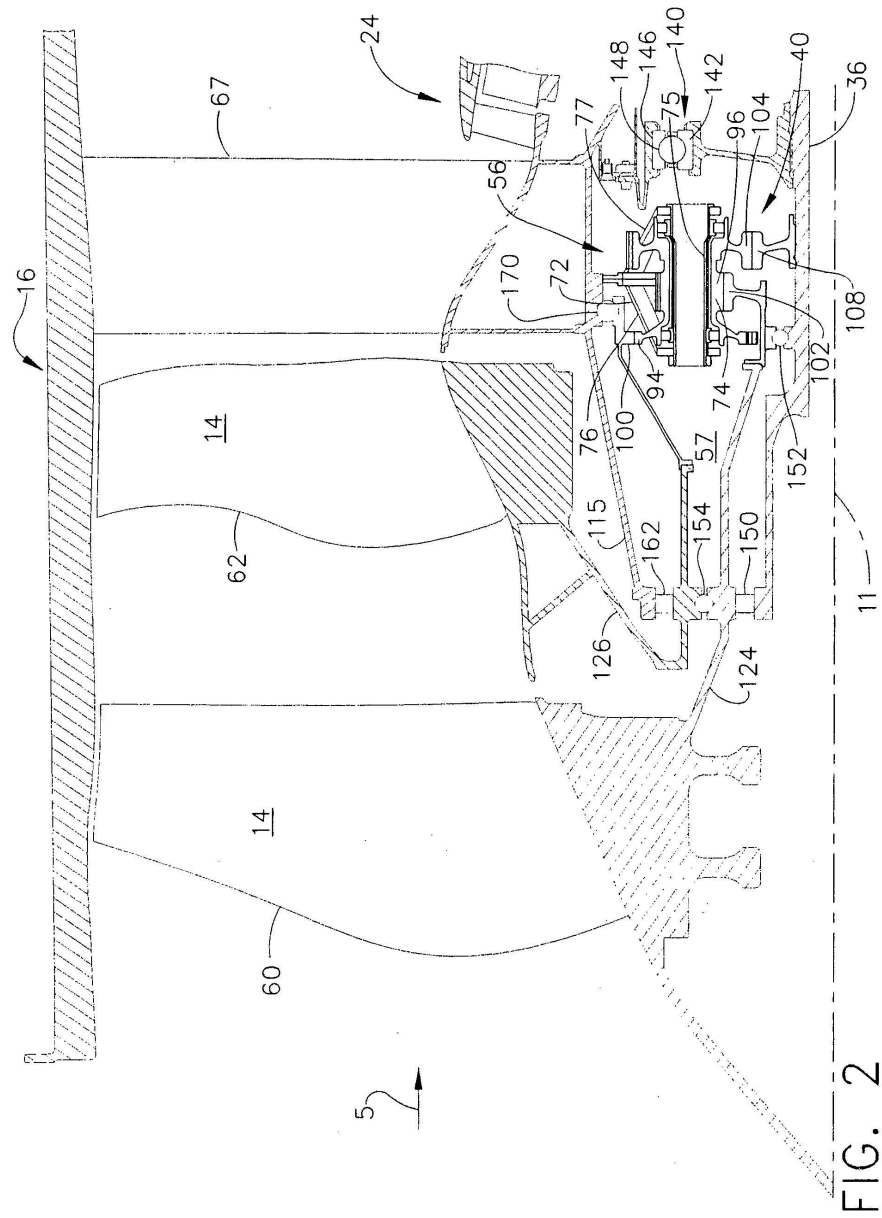


FIG. 2



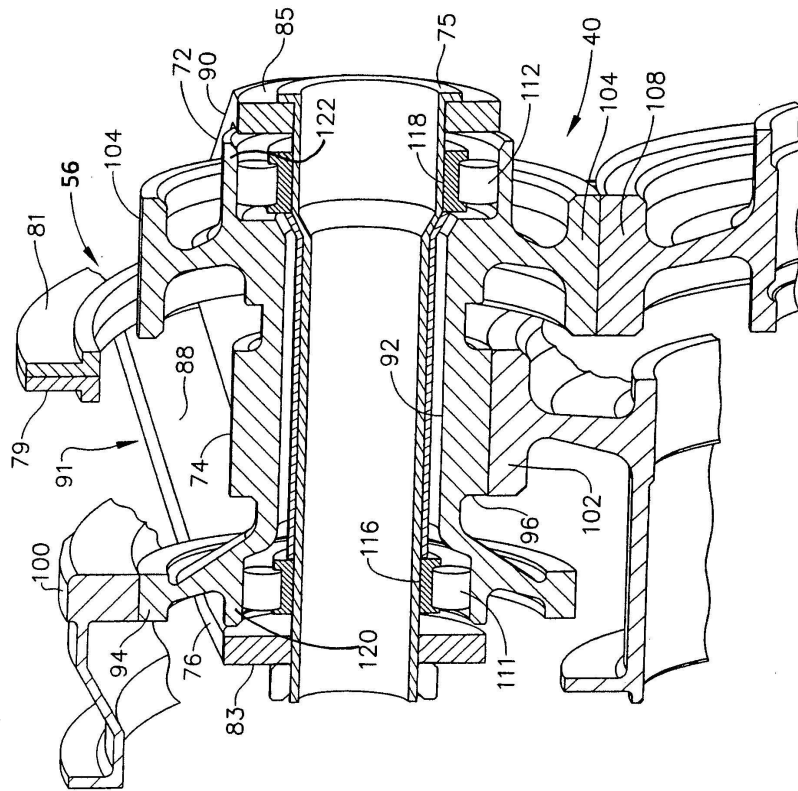


FIG. 3.

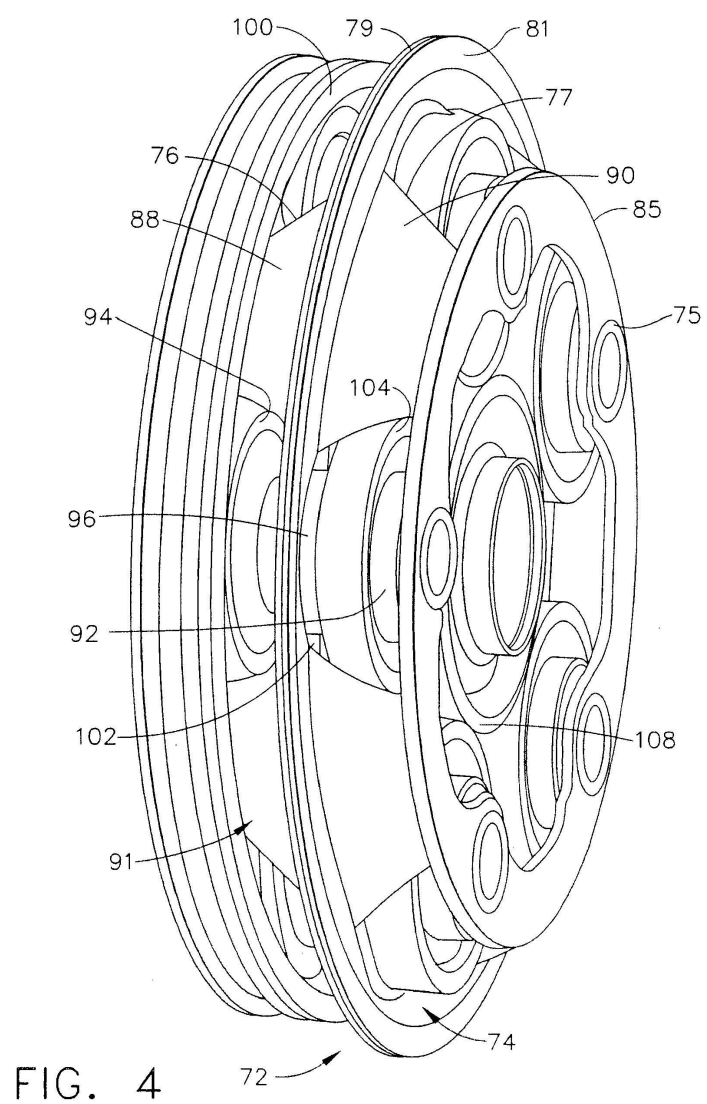


FIG. 4

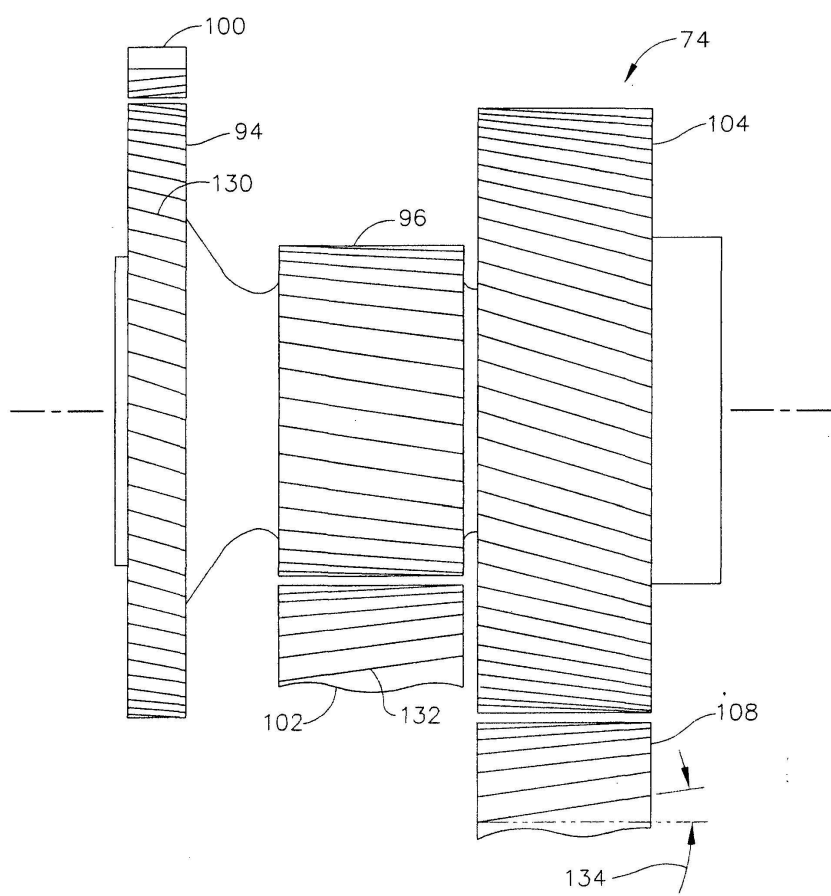


FIG. 5