

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 277**

51 Int. Cl.:

F02C 7/262 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2012 E 12702576 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2663759**

54 Título: **Procedimiento de arranque de una turbomáquina**

30 Prioridad:

11.01.2011 FR 1150206

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.02.2015

73 Titular/es:

**TURBOMECA (100.0%)
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**VERDIER, HUBERT PASCAL;
ETCHEPARE, PHILIPPE;
GIRALT, PIERRE y
REBERGA, LUC**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 528 277 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

Procedimiento de arranque de una turbomáquina

La presente invención se refiere al ámbito de las turbomáquinas y especialmente al de los turbomotores de aeronaves.

- 5 La presente invención concierne de modo más preciso a un procedimiento de arranque de una turbomáquina, comprendiendo la citada turbomáquina:
- una cámara de combustión que comprende un dispositivo de encendido y al menos un inyector principal, presentando la cámara una salida;
 - 10 - un árbol unido a una rueda de compresor dispuesta aguas arriba de la cámara de combustión para su alimentación de aire comprimido;
 - un motor de arranque unido al citado árbol;
- comprendiendo el citado procedimiento:
- una primera etapa de arranque en el transcurso de la cual se acciona el motor de arranque a fin de arrastrar al árbol en rotación; y
 - 15 - una primera etapa de encendido en el transcurso de la cual se inyecta carburante en la cámara de combustión, siendo accionado a su vez el citado dispositivo de encendido. Durante esta etapa los inyectores principales son alimentados preferentemente de carburante.

20 Normalmente, tras la primera etapa de encendido, en el interior de la cámara de combustión se instala una combustión estable, iniciada por el dispositivo de encendido, que generalmente es una bujía, lo que conduce al arranque de la turbomáquina.

Cuando haya tenido lugar el arranque de la turbomáquina, es decir cuando la turbina de alta presión, arrastrada por el flujo de gases quemados que salen de la cámara de combustión, arrastre de manera autónoma al árbol en rotación, se apagan el dispositivo de encendido y el motor de arranque.

25 Sin embargo, un intento de arranque de la turbomáquina puede fracasar si, por ejemplo, el par del motor de arranque es demasiado elevado o bien si la presión de inyección de carburante se establece cuando el árbol ya está arrastrado por el motor de arranque a una velocidad de rotación demasiado elevada. Este último caso puede ser debido por ejemplo a la presencia de aire en el circuito de alimentación de carburante o bien producirse cuando la temperatura exterior es muy baja.

30 Un objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de arranque de una turbomáquina que sea más fiable, al tiempo que permita extender el ámbito de arranque a condiciones difíciles, como por ejemplo un arranque a alta altitud o bien a temperatura muy baja.

La invención logra su objetivo por el hecho de que el procedimiento comprende además una etapa de reactivación realizada si la combustión no está perfectamente instalada cuando el árbol haya alcanzado un primer valor de velocidad predeterminado, comprendiendo la citada etapa:

- 35 - una etapa de parada en el transcurso de la cual se paran el motor de arranque y el dispositivo de encendido;
- una segunda etapa de encendido en el transcurso de la cuales se inyecta carburante en la cámara de combustión, siendo accionado a su vez el dispositivo de encendido, realizándose esta segunda etapa de encendido cuando la velocidad de rotación del árbol llegue a un segundo valor de velocidad predeterminado; y
- 40 - una segunda etapa de arranque en el transcurso de la cual se acciona de nuevo el motor de arranque a fin de arrastrar al árbol en rotación.

La etapa de reactivación se realiza por tanto si el encendido de la turbomáquina ha fracasado.

45 En estas etapas de encendido y de arranque, la inyección de carburante se realiza a través del inyector principal, o por medio de un inyector de arranque, cuando éste está presente, y del inyector principal. El inyector de arranque puede ser distinto del inyector principal o bien estar integrado en este último (caso de inyector principal de doble circuito).

50 El fracaso del encendido de la turbomáquina es definido aquí como la ausencia de una combustión que produzca suficientemente calentamiento cuando el árbol haya alcanzado el primer valor de velocidad predeterminado. En este caso concreto, la velocidad del árbol se encuentra fuera de una ventana de velocidad, denominada « ventana de encendido », definida entre un valor de velocidad muy pequeño y otro valor de velocidad comprendido entre los primero y segundo valores de velocidad predeterminados.

Además, la segunda etapa de encendido y la segunda etapa de arranque son realizadas después de la etapa de desaceleración.

5 Se comprende por tanto que en el caso en que el primer intento de encendido del turbomotor haya fracasado, la etapa de reactivación tiene por objetivo intentar de nuevo el arranque de la turbomáquina. Esta etapa se realiza ventajosamente cuando la velocidad de rotación del árbol haya disminuido suficientemente, gracias a la parada del motor de arranque, de manera que se sitúe de nuevo en la ventana de encendido.

Además, gracias a la invención, la velocidad de rotación del árbol se mantiene más tiempo en la ventana de encendido, gracias a lo cual se optimizan las posibilidades de arranque.

10 Así pues, de acuerdo con la invención, se lleva la velocidad de rotación del árbol a la ventana de encendido parando el motor de arranque antes de realizar la segunda etapa de encendido. En otras palabras, el árbol se desacelera durante la etapa de parada.

Preferentemente, pero no de modo exclusivo, se detiene la inyección de carburante durante la etapa de parada.

De acuerdo con una variante, la segunda etapa de encendido y la segunda etapa de arranque pueden ser simultáneas.

15 De modo preferente, pero no exclusivamente, para un turbomotor de aeronave de tipo helicóptero, el primer valor de velocidad predeterminado está comprendido entre el 15% y el 20% del régimen motor máximo de la turbomáquina, cuando el segundo valor de velocidad predeterminado está comprendido entre el 10% y el 15% del régimen motor máximo.

20 Ventajosamente, la etapa de parada se realiza si la temperatura de la salida de la cámara de combustión, medida cuando el árbol haya alcanzado el primer valor de velocidad predeterminado, es inferior a un primer valor de temperatura predeterminado.

La medición de la temperatura a la salida de la cámara de combustión es un indicador ventajoso de si la combustión está correctamente instalada (es decir si el o los inyectores principales están correctamente encendidos o no y/o los inyectores de arranque están correctamente encendidos o no).

25 El primer valor de temperatura predeterminado se elige por tanto de modo que una temperatura medida a la salida de la cámara de combustión que es superior a aquélla significa que la cámara de combustión está muy probablemente correctamente encendida.

A la inversa, una temperatura medida que es inferior al primer valor de temperatura predeterminado significa que el encendido de la cámara de combustión es muy poco probable.

30 De manera preferente, pero no exclusivamente, el primer valor de temperatura predeterminado está comprendido entre 150 °C y 250 °C.

35 De acuerdo con una variante, el primer valor de temperatura predeterminado se determina a partir de la temperatura del turbomotor al inicio de la primera etapa de encendido. Por ejemplo, el primer valor de temperatura predeterminado puede corresponder a una elevación de temperatura del orden de 100 °C con respecto a la temperatura del turbomotor al inicio del primer intento de arranque.

Así, si el encendido de la cámara durante la primera etapa de encendido ha fracasado, siendo detectado este fracaso por una medición de temperatura a la salida de la cámara de combustión, se paran el motor de arranque y el dispositivo de encendido hasta que la velocidad del árbol se haga inferior al segundo valor de velocidad predeterminado, a continuación de lo cual se realiza la segunda etapa de encendido.

40 Ventajosamente, la segunda etapa de arranque se realiza un período de tiempo después de la segunda etapa de encendido.

Un interés radica en asegurarse del correcto encendido del inyector principal (o del inyector de arranque, cuando éste esté presente), antes de aumentar de nuevo la velocidad de rotación del árbol, lo que limita el riesgo de salirse de nuevo de la ventana de encendido sin que la cámara esté encendida.

45 Preferentemente, la segunda etapa de arranque se realiza cuando la temperatura de salida de la cámara de combustión ha alcanzado un segundo valor de temperatura predeterminado.

Esta prueba permite asegurarse de que el inyector principal o/y el inyector de arranque están correctamente encendidos.

50 Este segundo valor de temperatura predeterminado es inferior al primer valor de temperatura predeterminado. Preferentemente, el segundo valor de temperatura predeterminado está comprendido entre 50 °C y 150 °C.

De acuerdo con esta variante, el segundo valor de temperatura predeterminado se determina a partir de la temperatura del turbomotor al inicio de la segunda etapa de encendido. Por ejemplo, el segundo valor de temperatura predeterminado puede corresponder a una elevación de temperatura del orden de 25 °C con respecto a la temperatura del turbomotor al inicio de la segunda etapa de encendido.

5 Ventajosamente, la segunda etapa de arranque se realiza simultáneamente con la segunda etapa de encendido.

A continuación de la segunda etapa de arranque, la velocidad del árbol aumenta de nuevo y, de acuerdo con la invención, se repite la etapa de reactivación antes citada si la combustión sigue estando no correctamente instalada en la cámara de combustión cuando el árbol haya alcanzado nuevamente el primer valor de velocidad predeterminado.

10 El tercer valor de velocidad predeterminado superior al segundo valor de velocidad predeterminado se elige de tal modo que cuando la velocidad del árbol haya alcanzado este valor, no quepa duda de que la turbomáquina es autónoma.

En este momento, la pulverización de carburante se realiza solamente por los inyectores principales.

15 Preferentemente, el tercer valor de rotación predeterminado está comprendido entre el 30% y el 65% del régimen motor máximo.

De acuerdo con esta variante, la etapa de reactivación puede ser repetida varias veces en caso de fracasos sucesivos. Sin embargo, puede ser ventajoso limitar el número de intentos, que preferentemente será mandado automáticamente por medios de mando apropiados. A título de ejemplo no limitativo, en el caso de un motor de helicóptero estarán previstos preferentemente únicamente dos intentos de arranque (una primera etapa de arranque y una etapa de reactivación).

20 De acuerdo con un modo de realización preferido, la cámara comprende además un inyector de arranque, preferentemente distinto del o de los inyectores principales. En el transcurso de la primera etapa de encendido, el inyector de arranque inyecta carburante en la cámara de combustión.

25 Se comprende por tanto que, en este modo de realización, el encendido de una turbomáquina de este tipo, que por ejemplo puede ser, pero no necesariamente, un turbomotor de helicóptero, se realiza por la utilización de uno o varios inyectores específicos que se denominan inyectores de arranque. Con miras a arrancar el turbomotor, la llama de estos inyectores es transmitida después al sistema de inyección principal que está constituido por el o los inyectores principales.

30 En este modo de realización, de manera preferente pero no exclusiva, se para igualmente el inyector de arranque en el transcurso de la etapa de parada de la etapa de reactivación.

Además, continuando con este modo de realización, el inyector de arranque inyecta carburante en la cámara de combustión durante la segunda etapa de encendido.

35 La presente invención se refiere igualmente a un programa de ordenador que comprenda instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de arranque de acuerdo con la invención, cuando el programa de ordenador sea ejecutado en un ordenador. La invención se refiere también a un soporte de grabación legible por un ordenador en el cual esté grabado el citado programa de ordenador.

La invención concierne finalmente a un ordenador para turbomotor que comprenda el soporte de grabación de acuerdo con la invención.

40 La invención se comprenderá mejor y sus ventajas se podrán mejor de manifiesto con la lectura de la descripción que sigue, de un modo de realización indicado a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es un gráfico que muestra la evolución en función del tiempo de la temperatura a la salida de la cámara de combustión, de la velocidad de rotación del árbol y de la presión de inyección de carburante, durante la puesta en práctica del procedimiento de arranque de acuerdo con la invención;
- 45 - la figura 2 es un diagrama que ilustra el procedimiento de arranque de acuerdo con la invención; y
- la figura 3 ilustra un turbomotor de helicóptero que comprende un ordenador para la puesta en práctica del procedimiento de arranque de acuerdo con la invención.

50 Un ejemplo de turbomotor de helicóptero 10 está representado en la figura 3. Clásicamente, el turbomotor 10 comprende un árbol 12 en el cual están montadas sucesivamente una rueda de compresor 14 de una etapa de compresión 16 y una rueda de turbina de alta presión 18. El turbomotor 10 comprende además una entrada de aire fresco 20 que desemboca en la etapa de compresión. El aire comprimido por la etapa de compresión 16 es llevado a una cámara de combustión 22 para ser mezclado en la misma con carburante. La mezcla así obtenida es quemada

y los gases de combustión son evacuados de la cámara de combustión 22 por su salida 24. Como se ve en la figura 3, el flujo de gases quemados arrastra en rotación a la rueda de turbina de alta presión 18 así como a una turbina libre 26 dispuesta aguas abajo de la rueda de turbina de alta presión 18.

5 Así y de manera conocida, en funcionamiento normal, el árbol es arrastrado en rotación gracias al flujo de gases quemados generado por la cámara de combustión.

El interés radica aquí de modo más particular en la cámara de combustión 22.

Como se ve en la figura 3, la cámara de combustión comprende uno o varios inyectores de arranque 28 (estando representado solo uno) y varios inyectores principales 30 (estando representado solo uno).

10 Evidentemente, el procedimiento de arranque de acuerdo con la invención puede ser utilizado en una turbomáquina cuya cámara de combustión esté desprovista de inyectores de arranque o cuando el inyector principal desempeñe igualmente la función de inyector de arranque. El modo de realización descrito a continuación no es por tanto limitativo.

La función de los inyectores principales es pulverizar el carburante en la cámara de combustión 22 con miras a su mezcla con el aire comprimido.

15 Además, un dispositivo de encendido 32, asociado a los inyectores de arranque 28, permite encender estos últimos. Este dispositivo de encendido 32 tiene la función de inflamar el carburante pulverizado por los inyectores de arranque 28. Este último es por ejemplo una bujía destinada a producir una chispa. El encendido correcto de los inyectores de arranque 28 produce entonces una llama que se propaga en la cámara e inflama el carburante pulverizado por los inyectores principales 30.

20 De acuerdo con la invención, el turbomotor 10 comprende un ordenador 40 que comprende un soporte de grabación 42 de tipo RAM, ROM, disco duro, o cualquier otro tipo de memoria, en el cual esté almacenado un programa de ordenador, comprendiendo este último las instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de arranque que se va a describir en lo que sigue. El ordenador comprende además un microprocesador para efectuar los cálculos. El programa de ordenador es por tanto ejecutado por el ordenador 40.

25 Como se concibe refiriéndose a la figura 3, los inyectores de arranque 28, los inyectores principales 30 y el dispositivo de encendido 32 son gobernados por el ordenador 40.

Por otra parte, el árbol 12 está unido igualmente a un motor de arranque 44 por medio de una cadena de transmisión 46, por otra parte conocida. El arrancado 44 tiene clásicamente la función de arrastrar al árbol en rotación durante la fase de arranque del turbomotor.

30 El motor de arranque 44 es gobernado igualmente por el ordenador 40.

Finalmente, una sonda de temperatura 48, unida al ordenador 40, está dispuesta aguas abajo de la cámara de combustión 22 de manera que mida la temperatura T de los gases quemados que salen de la cámara de combustión 22, preferentemente entre la turbina de alta presión 18 y la turbina libre 26.

35 Con la ayuda de las figuras 1 y 2, se va a describir en primer lugar un modo de realización del procedimiento de arranque de acuerdo con la invención para el turbomotor de helicóptero 10. Evidentemente, este procedimiento de arranque puede ser utilizado perfectamente para otros tipos de turbomáquinas.

El gráfico representado en la figura 1 resulta de la superposición de varias curvas, a saber la curva de temperatura T de los gases quemados aguas abajo de la cámara de combustión, la curva de velocidad de rotación NG del árbol 12, así como la curva de presión del carburante D_p pulverizado por los inyectores de arranque 28.

40 En abscisas figura el tiempo t.

De modo más preciso, la figura 1 ilustra el procedimiento de arranque de acuerdo con la invención que comprende ventajosamente una etapa de reactivación E2 que es realizada después de que un primer intento de arranque E1 haya fracasado.

45 Durante el primer intento de arranque, se realiza una primera etapa de arranque S100 en el transcurso de la cual se acciona el motor de arranque 44 a fin de arrastrar al árbol 12 en rotación. Esta etapa es puesta en marcha un poco antes del instante t1.

50 En el instante t1, se realiza una primera etapa de encendido S110 en el transcurso de la cual el (o los) inyectores de arranque inyectan carburante en la cámara de combustión 22, siendo accionado a su vez el dispositivo de encendido a fin de inflamar el carburante pulverizado por el inyector de arranque. Dicho de otro modo, a partir del instante t1, se busca encender el inyector de arranque y después los inyectores principales.

Entre el instante t_1 y t_2 , la velocidad del árbol 12, arrastrado por el motor de arranque 44, aumenta cuando el inyector de arranque pulveriza carburante sin poder sin embargo producir una llama suficientemente estable para inflamar la cámara de combustión. Resulta así que la temperatura T aumenta solo muy débilmente.

5 De acuerdo con la invención, se mide la temperatura T en el instante t_2 que corresponde al instante en que la velocidad de rotación del árbol 12 sobrepasa un primer valor de velocidad predeterminado NG_1 , en este caso el 20% del régimen motor máximo $NG_{\text{máx}}$, siendo este último del orden de varios millares de vueltas por minuto.

En este estado, se realiza una prueba T_{120} : si la temperatura medida es superior o igual a un primer valor de temperatura predeterminado T_1 , en este caso $250\text{ }^\circ\text{C}$, entonces la prueba es positiva y esto significa que la combustión ha sido iniciada correctamente y que el turbomotor arranca correctamente.

10 Por el contrario, si la temperatura medida T es inferior a T_1 , lo que es el caso en el ejemplo representado, entonces la prueba es negativa, lo que significa que los inyectores principales 30 no han sido encendidos, es decir que la combustión no se ha iniciado correctamente y por tanto que el turbomotor no ha arrancado.

En este caso concreto, de acuerdo con la invención, se realiza una etapa de reactivación S_{200} que pretende intentar de nuevo el arranque del turbomotor 10.

15 Esta etapa de reactivación S_{200} comprende sucesivamente las etapas siguientes.

En primer lugar, en el transcurso de una etapa de parada S_{210} , se paran el motor de arranque 44, el inyector de arranque 28 así como el dispositivo de encendido 32. A continuación de lo cual, la velocidad NG del árbol 12 disminuye en la medida en que este último no es arrastrado por el motor de arranque.

20 Después, en el transcurso de una prueba T_{220} , se determina si la velocidad NG del árbol 12 ha alcanzado un segundo valor de velocidad predeterminado NG_2 , en este caso el 10% del régimen motor máximo citado. Si la prueba T_{220} es negativa entonces se empieza de nuevo la prueba. A la inversa, si la prueba T_{220} es positiva, esto significa que la velocidad del árbol 12 vuelve al intervalo de encendido. De acuerdo con la invención, se realiza entonces una segunda etapa de encendido S_{230} a fin de encender los inyectores de arranque, etapa en el transcurso de la cual el inyector de arranque 28 inyecta carburante en la cámara de combustión 22, siendo accionado a su vez el dispositivo de encendido 32. En el gráfico de la figura 1, la segunda etapa de encendido S_{230} se inicia en el instante t_3 .

30 A continuación se realiza una segunda etapa de arranque S_{250} en el transcurso de la cual se acciona de nuevo el motor de arranque a fin de arrastrar en rotación al árbol 12. Esta segunda etapa de arranque se realiza si, en el transcurso de la prueba T_{240} , se detecta que la temperatura T medida a la salida de la cámara de combustión ha alcanzado un segundo valor de temperatura predeterminado T_2 , en este caso $50\text{ }^\circ\text{C}$. En el ejemplo representado, la segunda etapa de arranque S_{250} se realiza en el instante t_4 . A partir de este instante, la velocidad de rotación NG del árbol 12 aumenta de nuevo.

35 Después, se realiza de nuevo la prueba T_{120} , a saber se mide la temperatura a la salida de la cámara de combustión 22 en el instante en que el árbol 12 alcanza de nuevo el valor NG_1 . En el gráfico, se constata que en este instante, la temperatura T es superior al primer valor de temperatura predeterminado T_1 , que indica que los inyectores principales 30 están encendidos y por tanto que el turbomotor 10 ha sido muy probablemente arrancado correctamente.

40 En el instante t_5 , cuando el árbol ha alcanzado un tercer valor de velocidad predeterminado NG_3 , en este caso el 50% del régimen motor máximo, se paran el motor de arranque, el inyector de arranque y el dispositivo de encendido por la razón de que el turbomotor funciona de manera autónoma.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de arranque de una turbomáquina (10), comprendiendo la citada turbomáquina:
- una cámara de combustión (22) que comprende un dispositivo de encendido y al menos un inyector principal (30), presentando la citada cámara una salida;
- 5
- un árbol (12) unido a una rueda de compresor (14) dispuesta aguas arriba de la cámara de combustión para su alimentación de aire comprimido;
 - un motor de arranque (44) unido al citado árbol;
- comprendiendo el citado procedimiento:
- 10
- una primera etapa en el transcurso de la cual se acciona el motor de arranque a fin de arrastrar al árbol en rotación; y
 - una primera etapa de encendido en el transcurso de la cual se inyecta carburante en la cámara de combustión, siendo accionado a su vez el citado dispositivo de encendido;
- estando caracterizado el citado procedimiento por que éste comprende además una etapa de reactivación (S200) realizada si el inyector principal (30) no se ha encendido cuando el árbol haya alcanzado un primer valor de velocidad predeterminado (NG1), comprendiendo la citada etapa de reactivación:
- 15
- una etapa de parada (S210) en el transcurso de la cual se paran el motor de arranque y el dispositivo de encendido;
 - una segunda etapa de encendido (S230) en el transcurso de la cual se inyecta carburante en la cámara de combustión, siendo accionado a su vez el dispositivo de encendido, realizándose esta segunda etapa de encendido cuando la velocidad de rotación del árbol llega a un segundo valor de velocidad predeterminado (NG2); y
 - una segunda etapa de arranque (S250) en el transcurso de la cual se acciona de nuevo el motor de arranque a fin de arrastrar al árbol en rotación.
- 20
2. Procedimiento de arranque de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la etapa de parada (S210) se realiza si la temperatura (T) de la salida de la cámara de combustión, medida cuando el árbol (12) haya alcanzado el primer valor de velocidad predeterminado (NG1), es inferior a un primer valor de temperatura predeterminado (T1).
- 25
3. Procedimiento de arranque de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el cual la segunda etapa de arranque (S250) se realiza un período de tiempo después de la segunda etapa de encendido.
- 30
4. Procedimiento de arranque de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3, en el cual la segunda etapa de arranque (S250) se realiza cuando la temperatura (T) aguas abajo (24) de la cámara de combustión (22) haya alcanzado un segundo valor de temperatura predeterminado (T2).
- 35
5. Procedimiento de arranque de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el cual la segunda etapa de arranque (S250) se realiza simultáneamente con la segunda etapa de encendido (S230).
- 40
6. Procedimiento de arranque de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual se paran el motor de arranque (44) y el dispositivo de encendido (32) después de que el árbol (12) haya alcanzado un tercer valor de velocidad predeterminado (NG3).
- 45
7. Procedimiento de arranque de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual la cámara de combustión comprende además un inyector de arranque (28), en el cual el citado inyector de arranque inyecta carburante en la cámara de combustión en el transcurso de la primera etapa de encendido, en el cual se para el citado inyector de arranque en el transcurso de la etapa de parada, y en el cual el citado inyector de arranque inyecta carburante en la cámara de combustión en el transcurso de la segunda etapa de encendido.
8. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 6 y 7, en el cual se para el inyector de arranque después de que el árbol haya alcanzado el tercer valor de velocidad predeterminado (NG3).
9. Programa de ordenador ejecutado en un ordenador (40) que comprende instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento de arranque de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Soporte de grabación (42) legible por un ordenador en el cual está grabado un programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 9.
11. Ordenador (40) para turbomotor que comprende un soporte de grabación de acuerdo con la reivindicación 10.

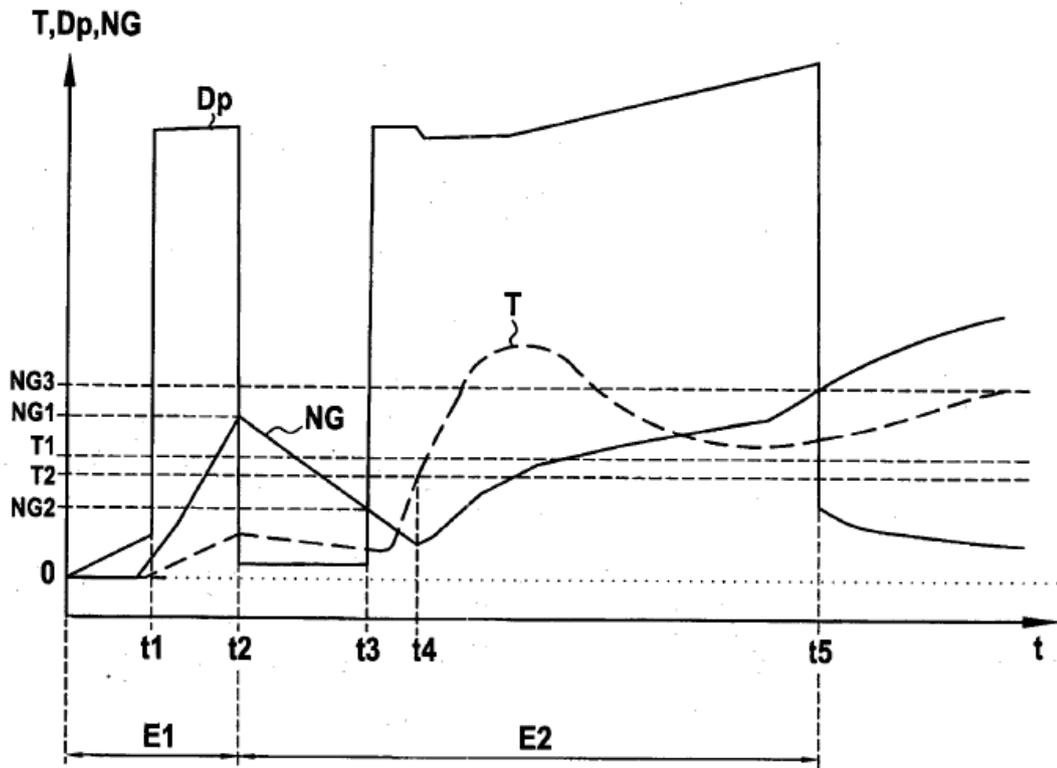


FIG.1

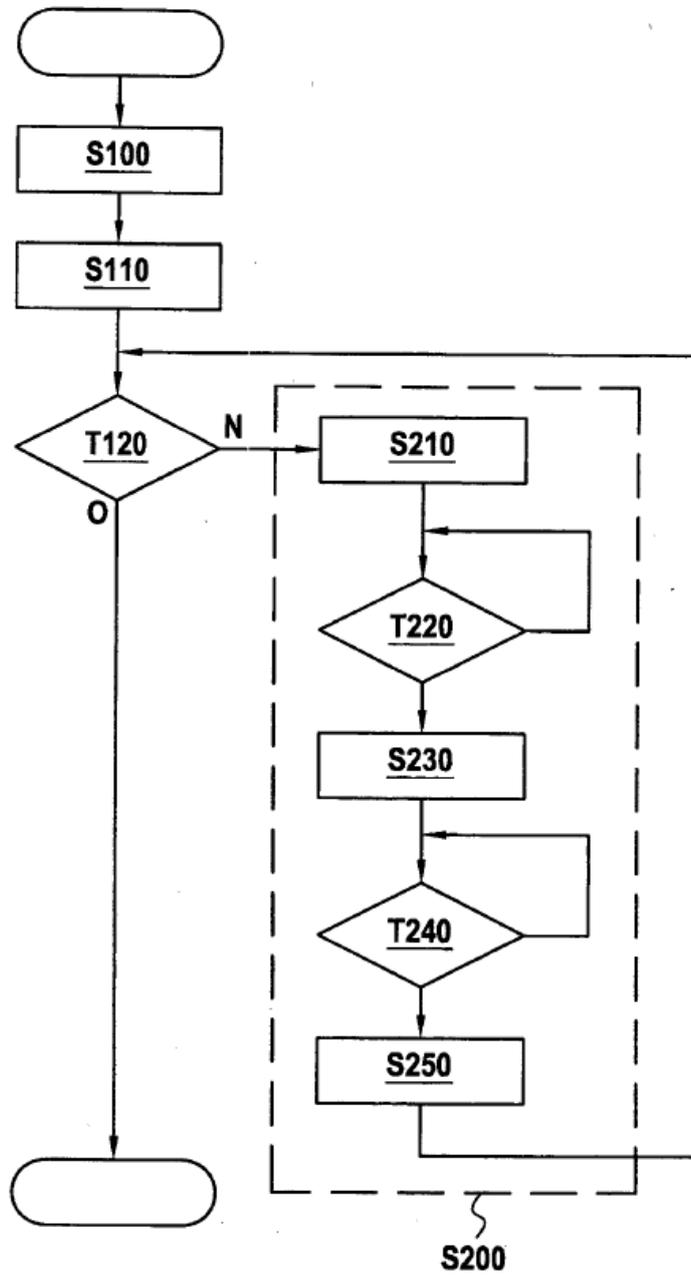


FIG:2

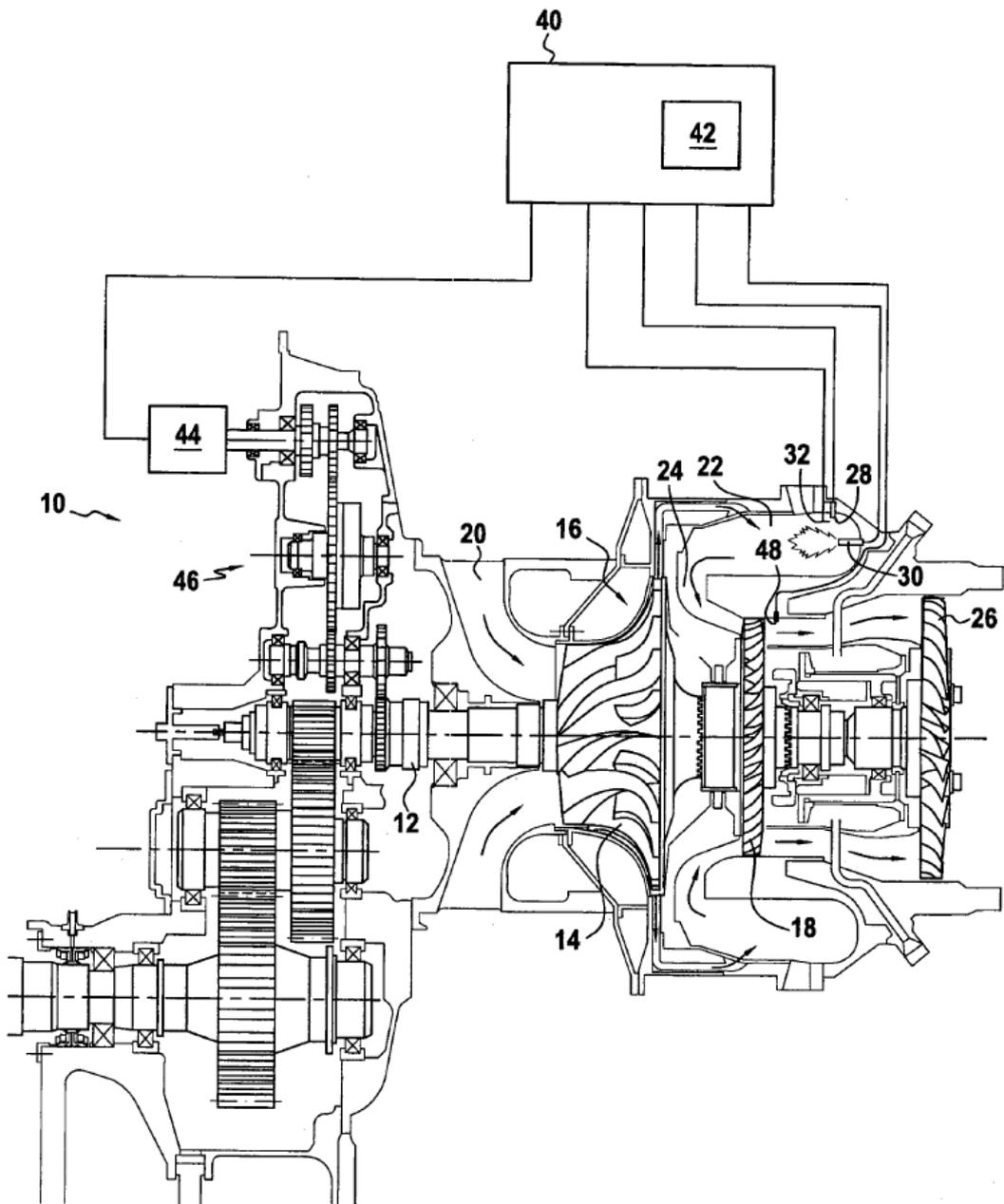


FIG.3