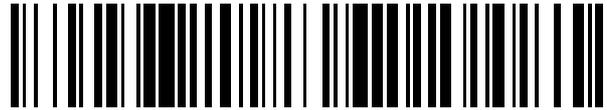


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 739**

51 Int. Cl.:

B29C 35/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2013 PCT/GB2013/051651**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14001772**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2013 E 13735364 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2864093**

54 Título: **Sistema de manejo de herramientas**

30 Prioridad:

25.06.2012 GB 201211191

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

01.03.2017

73 Titular/es:

**SURFACE GENERATION LIMITED (100.0%)
7 Brackenbury Court, Oakham
Leicestershire LE15 8TW, GB**

72 Inventor/es:

HALFORD, BEN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 603 739 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

Sistema de manejo de herramientas

5 La presente invención se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, para el manejo de los recursos de suministros de una herramienta de moldeo. En forma más específica, la presente invención se refiere a un método de acuerdo con la reivindicación 13 y un sistema de acuerdo con la reivindicación 16, para el manejo de una pluralidad de herramientas de moldeo, cada una de las cuales utiliza calefacción basada en fluido.

10 El control de la temperatura de una herramienta de moldeo por el uso de un fluido calentado es conocido, de acuerdo con lo mostrado, por ejemplo, en la solicitud de patente anterior del solicitante publicada con el número W02011/048365.

15 La solicitud de patente todavía no publicada del solicitante, GB1113658.7, describe un tipo de herramienta de moldeo que comprende una serie de elementos calentados individuales. El aire comprimido se conduce hacia una cámara de fluido de cada elemento y se calienta en forma selectiva por medio de un calentador de aire en línea en la entrada de cada cámara con el fin de controlar en forma dinámica la temperatura de la cara de la herramienta. Por lo tanto, la herramienta de moldeo se puede calentar y enfriar (por medio de la desactivación del calentador).

20 Las herramientas de moldeo calentadas por aire requieren tanto la energía eléctrica para el calentador como una fuente de aire comprimido. Algunas veces se proporciona un compresor que a su vez requiere energía eléctrica. Por lo general, el compresor tendrá una salida limitada en función de su rendimiento. Por lo tanto, el número de herramientas que se puede ejecutar al mismo tiempo está limitada por dos factores: la energía eléctrica y el aire comprimido disponible en cualquier momento dado.

El requerimiento de energía eléctrica máxima de tal herramienta de moldeo se puede determinar por medio del cálculo de la energía máxima a ser consumida cuando todas las zonas están calentando la herramienta, es decir, cuando están "completamente encendidas".

25 El requerimiento de aire comprimido máximo de dicha herramienta de moldeo se puede determinar por medio del cálculo del aire comprimido máximo a ser consumido cuando todas las zonas están enfriando la herramienta.

Las instalaciones de fabricación por lo general, tienen una capacidad máxima de energía eléctrica, que se puede determinar, por ejemplo, por medio de las capacidades de la infraestructura de energía. De acuerdo con lo descrito con anterioridad, el caudal de aire comprimido pico está limitado por el sistema de suministro de aire (ya sea por medio de un compresor o almacenado en tanques).

30 Si varias herramientas de moldeo están instaladas en una sola planta, de acuerdo con la técnica anterior, el número máximo de herramientas de moldeo se basa en la suma de sus requerimientos de recursos máximos combinados. El término "recursos" se refiere a la utilidad de consumo, en particular, la energía eléctrica o el aire comprimido. Esto limita el número de herramientas de moldeo presentes en una planta determinada.

35 La Patente US2010/003359 A1 describe un sistema de la técnica anterior para el control de la calefacción y la refrigeración de múltiples máquinas de moldeo.

Un objetivo de la presente invención es mitigar la limitación en el número de herramientas de moldeo instaladas en una sola planta.

40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo que tiene una pluralidad de herramientas de moldeo, el método comprende los pasos de: proporcionar una pluralidad de herramientas de moldeo calentadas, en la que cada una tiene un ciclo de moldeo con un consumo de recursos variable,

proporcionar una capacidad máxima de recursos del sistema, menor que la suma de un consumo de recursos máximo total sumado de la pluralidad de herramientas de moldeo,

iniciar un ciclo de moldeo de una primera herramienta de moldeo,

45 monitorear el consumo de recursos de la primera herramienta de moldeo,

determinar una disponibilidad de recursos del sistema no utilizados de la capacidad máxima de recursos del sistema y el consumo de recursos de la primera herramienta de moldeo,

iniciar un ciclo de la segunda herramienta de moldeo en función de la disponibilidad de recursos del sistema no utilizados.

50 En forma ventajosa, este tipo de manejo de herramientas permite que una planta de fabricación pueda instalar más herramientas, o en forma específica más herramientas que el consumo teórico de recursos máximo sumado permite.

- Como tal, y por medio de la ejecución de las herramientas al mismo tiempo por la superposición de sus ciclos, se incrementa la producción. El recurso puede ser la energía eléctrica, la capacidad de suministro de aire comprimido o ambos (por cuanto se pueden proporcionar dos capacidades máximas de recursos del sistema, uno para la energía eléctrica, y una para aire comprimido). El fluido puede ser aire comprimido desde una utilidad de la planta. En forma alternativa, el fluido puede ser aire comprimido con un aumento de la presión generado por ejemplo, por medio de ventiladores con conductos alimentados eléctricamente.
- 5
- Preferiblemente, las herramientas de moldeo son herramientas de moldeo calentadas por fluidos.
- Preferiblemente, las herramientas de moldeo calentadas por fluidos tienen un flujo de escape durante una parte de refrigeración de sus respectivos ciclos, y en el que el método comprende el paso de:
- 10
- iniciar el ciclo de la segunda herramienta de moldeo durante la parte de refrigeración del ciclo de la primera herramienta de moldeo, y,
- utilizar la energía térmica del flujo de escape de la primera herramienta de moldeo para calentar, por lo menos parcialmente, la segunda herramienta de moldeo.
- Preferiblemente, el método comprende el paso de:
- 15
- determinar el consumo de recursos de la primera herramienta de moldeo, teniendo en cuenta la energía disponible del flujo de escape de la primera herramienta de moldeo durante la parte de refrigeración del ciclo de la primera herramienta de moldeo.
- De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método de fabricación de una pluralidad de piezas de trabajo que comprende los pasos de:
- 20
- proporcionar una pluralidad de unidades de material de piezas de trabajo,
- insertar cada una de las unidades de material de piezas de trabajo en una herramienta de moldeo respectiva,
- controlar las herramientas de moldeo de acuerdo con el método del primer aspecto,
- extraer las piezas de trabajo moldeadas,
- monitorear el consumo de recursos de una herramienta de moldeo en funcionamiento,
- 25
- utilizar el sistema de control para reprogramar los ciclos de demanda de recursos de herramientas de moldeo para dar cuenta de cualquier desviación del ciclo de demanda de herramientas de moldeo desde el ciclo de demanda de recursos de la herramienta de moldeo en funcionamiento.
- En forma ventajosa, este aspecto de la invención permite la planificación y por lo tanto la predicción de la capacidad de fabricación de una planta de fabricación dada. El método de acuerdo con el segundo aspecto permite adaptar la programación en función del rendimiento de la herramienta o herramientas en funcionamiento. Esto reconoce que el rendimiento de la herramienta variará del rendimiento esperado en función de un número de factores tales como las condiciones ambientales (temperatura, humedad) y la condición del material (por ej., edad del preimpregnado).
- 30
- Preferiblemente, el método sólo ajusta la programación, y no los datos de consumo de recurso predichos de la herramienta en sí (por ej., para el próximo ciclo), ya que reconoce que se producirá alguna variación.
- 35
- De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de control para un sistema de herramientas que tiene una pluralidad de herramientas de moldeo que comprenden,
- una primera herramienta de moldeo,
- una segunda herramienta de moldeo,
- un medidor de recursos de la primera herramienta de moldeo dispuesto para detectar el consumo de recursos de una primera herramienta de moldeo,
- 40
- una memoria que tiene:
- (i) datos de consumo de recursos para la segunda herramienta de moldeo, y,
- (ii) una capacidad máxima de recursos del sistema, almacenado en el mismo,
- un procesador configurado para:
- 45
- monitorear el medidor de recursos de la primera herramienta de moldeo,

determinar una disponibilidad de recursos no utilizados de la capacidad máxima de recursos del sistema y el medidor de recursos de la primera herramienta de moldeo, y,

activar la segunda herramienta de moldeo sobre la base de los datos de consumo de recursos de la segunda herramienta de moldeo y la disponibilidad de recursos no utilizados.

5 Preferiblemente, la memoria tiene una fila de herramientas de moldeo que comprende los datos de consumo de recursos para una pluralidad de herramientas de moldeo en fila almacenado en el mismo, y en el que el procesador está configurado para activar en forma selectiva la siguiente herramienta de moldeo en la fila con base en los datos de consumo de recursos de la siguiente herramienta de moldeo y la disponibilidad de recursos no utilizados.

10 Preferiblemente, la primera y la segunda herramientas de moldeo son herramientas de moldeo calentadas por fluido que tienen un tubo de escape de fluido, y el sistema comprende un subsistema de recalentamiento dispuesto para conducir en forma selectiva el calor del tubo de escape de la primera herramienta de moldeo en una entrada de la segunda herramienta de moldeo.

15 Preferiblemente, se proporciona un sensor de escape dispuesto para monitorear el tubo de escape de fluido de la primera herramienta de moldeo, y dispuesto para ajustar los datos de consumo de recursos de la segunda herramienta de moldeo por el uso de los datos de tubo de escape de fluido desde el sensor de calor.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un sistema para el control de una pluralidad de herramientas de moldeo que comprende,

una memoria que tiene (i) una pluralidad de ciclos de demanda de recursos, cada uno para una herramienta de moldeo respectiva y (ii) una capacidad máxima de recursos almacenado en el mismo,

20 un procesador configurado para programar la pluralidad de ciclos de demanda de recursos de manera tal que la demanda de recursos sumada de la pluralidad de herramientas de moldeo sea siempre menor que la capacidad máxima de recursos,

una salida dispuesta para controlar la pluralidad de herramientas de moldeo de acuerdo con los ciclos de demanda de recursos programados,

25 un sensor dispuesto para monitorear el rendimiento de una herramienta de moldeo en funcionamiento, y para comunicar el rendimiento al procesador,

en el que el procesador está configurado para ajustar el programa en función del rendimiento de la herramienta de moldeo en funcionamiento.

30 Un método y un sistema representativos de acuerdo con la presente invención se describirán ahora con referencia a las siguientes figuras, en las que:

La FIGURA 1 es una vista esquemática de un sistema de herramientas de moldeo de acuerdo con la presente invención;

La FIGURA 1a es un gráfico del perfil de temperatura deseado de una herramienta de moldeo típica;

35 La FIGURA 1b es un gráfico del requerimiento de energía eléctrica de una herramienta de moldeo que tiene el perfil de temperatura deseado de la Figura 1a;

La FIGURA 1c es un gráfico del requerimiento de flujo de aire de una herramienta de moldeo que tiene el perfil de temperatura deseado de la Figura 1a;

La FIGURA 1d es un gráfico de la temperatura de escape de una herramienta de moldeo que tiene el perfil de temperatura deseado de la Figura 1a;

40 La FIGURA 1e es un gráfico de flujo de escape de una herramienta de moldeo que tiene el perfil de temperatura deseado de la Figura 1a;

La FIGURA 2a es un gráfico del perfil de temperatura deseado de dos herramientas de moldeo diferentes manejadas de acuerdo con un método y un sistema de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención;

45 La FIGURA 2b es un gráfico de los requerimientos de energía individuales y sumados de las herramientas de moldeo de la Figura 2a;

La FIGURA 3a es un gráfico del perfil de temperatura deseado de dos herramientas de moldeo diferentes manejadas de acuerdo con un método y un sistema de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

La FIGURA 3b es un gráfico de los requerimientos de energía individuales de las herramientas de moldeo de la

Figura 3a;

La FIGURA 3C es un gráfico de los requerimientos de energía sumados de las herramientas de moldeo de la Figura 3a;

5 La FIGURA 4a es un gráfico del perfil de temperatura deseado de dos herramientas de moldeo diferentes manejadas de acuerdo con un método y un sistema de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

La FIGURA 4b es un gráfico de los requerimientos de energía individuales de las herramientas de moldeo de la Figura 4a;

La FIGURA 4c es un gráfico de los requerimientos de energía sumados de las herramientas de moldeo de la Figura 4a;

10 La FIGURA 5a es un es un gráfico del perfil de temperatura deseado de una herramienta de moldeo manejada de acuerdo con un método y un sistema de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención;

La FIGURA 5b es un gráfico de el requerimiento de energía de la herramienta de moldeo de la Figura 5a.

15 Un sistema de herramientas de moldeo 300 se muestra en la Figura 1. El sistema 300 comprende una primera herramienta de moldeo 302 y una segunda herramienta de moldeo 304. Las herramientas de moldeo son sustancialmente idénticas y, como tales, sólo la herramienta de moldeo 302 se describirá en detalle en la presente memoria.

20 La herramienta de moldeo 302 tiene una parte superior de la herramienta 306 y una parte inferior de la herramienta 308 que definen una cavidad 309 adecuada para el moldeo de una pieza de trabajo 310. Cada una de las herramientas de moldeo está separada en zonas de calentamiento, la temperatura de las cuales está controlada por un aparato de calentamiento y refrigeración de fluidos 312. Ambas partes superior e inferior de la herramienta suministran aire comprimido a una tasa de flujo variable y controlada a través de una línea de suministro 313, que se puede calentar en forma selectiva por un calentador de aire en línea que se muestra en forma esquemática en 315. Cada calentador 315 es alimentado por una línea de energía 314. Tanto el flujo de aire y energía a través de la línea de suministro 313 y la línea de energía 314, respectivamente, son controlados por un sistema de control 316, a su vez alimentado por un suministro de energía eléctrica 318 y un suministro de aire comprimido (no mostrado).

30 Con el fin de calentar la herramienta, el aire comprimido se conduce hacia el aparato 312 y se calienta. A medida que el aire incide en la parte trasera de la parte de herramienta respectiva 306, 308 calienta la herramienta. El flujo de fluido en el aparato 312 y la entrada eléctrica a los calentadores se controla por medio del sistema de control 316 para ajustar la temperatura de la herramienta. La herramienta también puede ser enfriada por medio del bombeo de aire a temperatura ambiente en el aparato 312 para conducir, y a continuación, someter a convección, la energía térmica de la herramienta.

35 Las herramientas 302, 304 también tienen un sistema de recirculación de escape en la que el aire desde el aparato de calentamiento y refrigeración 312 es conducido en forma selectiva a través de los conductos 320 a un colector 322 donde viaja al sistema de control para la segunda herramienta 304 y se puede utilizar en forma selectiva como la de entrada al aparato de calentamiento y refrigeración en la segunda herramienta 304. En forma ventajosa, esto evita que la energía térmica se desperdicie y reduce la carga sobre el suministro de energía eléctrica 318, de acuerdo con lo que se describirá a continuación. En la realización mostrada, el aire de escape se puede recircular de nuevo en la misma herramienta, o moverse a otra herramienta de acuerdo con lo necesario.

40 Durante un simple proceso de curado, una herramienta de moldeo tal como las herramientas 302, 304 tiene un gráfico deseado de temperatura frente al tiempo 10 de acuerdo con lo mostrado en la Figura 1a (eje y = temperatura "T", eje x = tiempo "t"). En un primer período de tiempo 12, la temperatura se eleva para a la temperatura de curado "Tc". Durante un segundo período de tiempo 14, la herramienta se mantiene a la temperatura de curado Tc mientras que la pieza de trabajo se cura. Finalmente, durante un tercer período de tiempo 16, la temperatura se reduce rápidamente después del curado con éxito (es decir, la herramienta se enfría en forma activa para inhibir el proceso de curado una vez que ha llegado a la etapa deseada).

50 Con respecto a la Figura 1b, el gráfico de temperatura 10 se muestra en líneas ocultas por orientación. Un gráfico de energía 18 se muestra en una línea continua (eje y = energía "P", eje X = tiempo "t"). De acuerdo con lo mostrado, el requerimiento de energía 18 comienza muy alto a medida que aumenta la temperatura en el período de tiempo 12. El consumo de energía disminuye hacia el período de tiempo 14, donde la temperatura es constante y luego cae a un mínimo durante el período de tiempo 16, a medida que la herramienta se enfría.

55 Con respecto a la Figura 1c, de nuevo la temperatura 10 se muestra en líneas ocultas. La Figura 1c muestra un gráfico de flujo de fluido 20 en el interior de la cámaras de fluido en línea continua (eje y = tasa de flujo "F", eje x = tiempo "t"). De acuerdo con lo que se puede observar, la tasa de flujo de 20 por lo general es baja a lo largo de los períodos de tiempo 12 y 14, mientras que se calienta la herramienta (para dar tiempo al fluido para conducir la energía térmica a la herramienta), y aumenta en el período de tiempo 16 a medida que la herramienta se enfría

(para conducir y, a continuación someter a convección tanta energía térmica hacia afuera como sea posible).

5 Con este tipo de herramienta de moldeo, se crea un flujo de escape como aire calentado, que conserva algo de energía térmica residual, y sale de la herramienta. De acuerdo con lo mostrado en la Figura 1d, la temperatura de escape ET mostrada como un gráfico 22 comienza alta y disminuye gradualmente. Con respecto a la Figura 1e, la tasa de flujo de escape EF se muestra en la línea 24, que aumenta junto con la velocidad de flujo de entrada de acuerdo con lo mostrado en la Figura 1c.

10 Con respecto a la Figura 2a, se muestran los perfiles de temperatura deseados de dos herramientas de moldeo (por ej., la herramienta de moldeo 302 y la herramienta de moldeo 304). Se muestran un primer perfil de temperatura 26 para una primera herramienta de moldeo y un segundo perfil de temperatura 28 para una segunda herramienta de moldeo. El perfil de temperatura de la primera herramienta 26 se intensifica hasta una primera temperatura de curado Tc1 y la segunda herramienta 28 se intensifica hasta una segunda temperatura de curado Tc2, ligeramente más tarde, y durante un poco más de tiempo.

15 Con respecto a la Figura 2b, el requerimiento de energía de la primera herramienta de moldeo se muestra en la línea 30 y la segunda herramienta de moldeo en la línea 32. El requerimiento de energía sumado se representa por medio de la línea 34 (es decir, la suma de las líneas 30 y 32). De acuerdo con lo que se puede observar en el eje Y, la planta de fabricación debe ser capaz de proporcionar una energía de Pmáx. 1, asumiendo que se permiten las herramientas para extraer la máxima energía al mismo tiempo.

Con respecto a las Figuras 3a a 3c, se describen características de un sistema manejado de acuerdo con la presente invención (los gráficos están numerados 100 mayores que las Figs. 2a y 2b).

20 La planta en la que se instalan las herramientas de las Figuras 3a a 3c tiene una energía máxima de Pmáx. 2, que es menor que la suma de los requerimientos máximos de la herramienta Pmáx. 1 sumados. Por lo tanto, las herramientas no pueden ser operadas por las Figuras 2a y 2b.

De acuerdo con la presente invención, las herramientas se operan de acuerdo con lo presentado a continuación:

25 En primer lugar, se inicia la primera herramienta de acuerdo con lo representado por el gráfico de temperatura 126 de la Figura 3a. El consumo de energía de la primera herramienta se muestra en la Figura 3b en la línea 130.

30 De acuerdo con lo discutido con anterioridad, a medida que la temperatura de la primera herramienta aumenta, su requerimiento de energía cae. El método de acuerdo con la invención prevé que tan pronto como el consumo de energía de la primera herramienta caiga por debajo de un nivel predeterminado P_{1-1} en el tiempo t_1 , se inicie la segunda herramienta (representada por el gráfico 132). El nivel de energía P_{1-1} se calcula por medio de la sustracción de la energía máxima de la segunda herramienta (P_{2-1}) de Pmáx. 2. (Es concebible que un factor de seguridad también se reste al P_{1-1} determinado).

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 3c, el requerimiento de energía máxima del sistema es en el tiempo t_1 , y por lo tanto es igual a Pmáx. 2.

35 Otras herramientas pueden ser manejadas por este sistema, de manera tal que se ejecuten en forma consecutiva. Se forma un sistema de fila en el que el requerimiento de energía máxima de la siguiente herramienta se resta de la salida de energía máxima del sistema para determinar el nivel predeterminado. Cuando el consumo de energía de la herramienta que se está ejecutando cae a ese nivel predeterminado, se inicia la siguiente herramienta. Una sola herramienta inevitablemente se ejecuta más de una vez, y se reincorporará a la cola de acuerdo con lo apropiado.

40 En otras palabras, el método de acuerdo con la invención monitorea la energía no utilizada del sistema (esto es, Pmáx. 2 menos la energía que se utiliza). Una vez que ésta cae por debajo del consumo máximo de energía de la siguiente herramienta en la fila, se inicia la siguiente herramienta en fila. El ejemplo mostrado en las Figuras 3a a 3b ignora la posibilidad de reciclaje del calor del tubo de escape.

45 Múltiples herramientas se pueden ejecutar en forma simultánea. El método de acuerdo con la invención simplemente monitorea la energía no utilizada en el sistema, y una vez que ésta cae por debajo del requerimiento de energía máxima de la siguiente herramienta en la fila, se inicia. Puede ser el caso de que si dos herramientas se ejecutan en forma simultánea, y su consumo de energía disminuye en conjunto, los dos siguientes herramientas en fila se inicien aproximadamente al mismo tiempo.

50 Las herramientas descritas en la presente memoria se calientan y enfrían por fluido, es decir, tienen una tasa variable de flujo en la herramienta y una entrada de energía térmica variable en ese flujo con el fin de calentar o enfriar de acuerdo con lo discutido con anterioridad.

Se observará que se encuentra dentro del alcance de la presente invención monitorear el uso de aire, y la capacidad de la misma manera que se monitorea el uso de energía y la capacidad. Esto puede ser además o en lugar del control de energía descrito con anterioridad. Ya sea la energía eléctrica, el aire comprimido o ambos recursos controlan el momento de las herramientas depende de una combinación de factores, que incluyen la disponibilidad

de recursos y el consumo de recursos máximo de las herramientas.

La presente invención también prevé que el tubo de escape de fluido (es decir, el aire) de una herramienta se pueda utilizar como una entrada a otra herramienta, lo que reduce la necesidad de energía externa de la segunda herramienta. Con respecto a las Figuras 1d y 1e, está claro que un poco de energía térmica residual está presente en el escape de la primera herramienta de moldeo.

Con respecto a las Figuras 4a a 4c (con gráficos equivalentes a 3a a 3c, pero con números 100 mayores), los dos perfiles de temperatura 226, 228 de la primera y la segunda herramientas de moldeo, respectivamente, son idénticos a los de la Figura 3a.

Con respecto a la Figura 4b, el requerimiento de energía de la primera herramienta de moldeo 230 es idéntico al de 130. El requerimiento de energía de la segunda herramienta de moldeo 232 también se muestra, sin embargo, si la salida de la primera herramienta de moldeo durante la fase de refrigeración (tercer período de tiempo 16) se utiliza en la entrada a la segunda herramienta de moldeo, entonces el requerimiento de energía (externo) de la segunda herramienta de moldeo se reduce de acuerdo con la línea 234.

Con respecto a la Figura 4c, esto da lugar a un requerimiento de energía sumado $P_{máx. 3}$ que es significativamente menor que $P_{máx. 1}$ y $P_{máx. 2}$, y no significativamente más alto que una sola herramienta.

De acuerdo con lo discutido con referencia a las Figuras 1d y 1e, la salida de energía máxima de escape (es decir, la combinación del flujo y la temperatura) de la primera herramienta está en el inicio del período de tiempo de refrigeración 16. Esto se puede medir directamente por medio del sistema y se utiliza para determinar el requerimiento ajustado de energía máxima de la segunda herramienta P_{2-1} en la Figura 4b. Una vez que la energía no utilizada (es decir, $P_{máx. 3}$ menos la energía que está siendo utilizada por la primera herramienta, P_{1-1}) aumenta para el requerimiento ajustado de energía de la segunda herramienta P_{2-1} , entonces la segunda herramienta se puede iniciar, por el uso de la energía de escape de la primera herramienta.

Se observará que la energía de escape disponible en la primera herramienta caerá, sin embargo, se puede suponer que el consumo de energía de la segunda herramienta se reducirá en una tasa mayor, lo que significa que el requerimiento de energía externo máximo de la segunda herramienta está en un máximo cuando se inicia.

Una vez más, se prevé que más de una herramienta se pueda ejecutar en forma simultánea con esta realización. En estas circunstancias, una gran cámara de gas de escape a presión se podría almacenar y utilizar de acuerdo con lo requerido. Esto haría que el consumo máximo de energía ajustado (es decir, que se utiliza por las herramientas que emplean el gas de escape) sea más predecible.

Un sistema de control de acuerdo con la invención también puede almacenar datos relativos al requerimiento de energía a lo largo de todo el ciclo de moldeo para cada una de una pluralidad de herramientas. De esta manera, el sistema de control puede predecir el tiempo t_1 , y programar la siguiente herramienta para el inicio de su ciclo de moldeo. El sistema también puede contener datos de escape predichos para las herramientas de moldeo, de manera tal que la recirculación de fluido de escape también se pueda utilizar para predecir cuándo se iniciará la siguiente herramienta.

El sistema de control ajusta sus datos con base en el rendimiento de la herramienta de moldeo a través de los ciclos anteriores. Por ejemplo, si el requerimiento de energía de una primera herramienta cae más rápido de lo previsto, a continuación, los datos de la primera herramienta de moldeo se modificarán de acuerdo con lo apropiado (el efecto de lo cual será iniciar la segunda herramienta más pronto en futuros ciclos). Como tal, el sistema comprende una base de datos del rendimiento de la herramienta y de los diversos parámetros que se muestran en las Figuras 1a a 1e.

En algunos casos, el perfil del requerimiento de energía de una herramienta de moldeo es predecible, por ejemplo, si la herramienta se ha ejecutado antes y parece ser coherente en su comportamiento.

En este caso, la invención proporciona un método en el que los ciclos de herramienta de moldeo se programan de acuerdo con su consumo de recursos predicho. Las realizaciones descritas con anterioridad utilizan un sistema que monitorea el recurso no utilizado (energía) en el sistema y activa la herramienta siguiente en la fila una vez que se dispone de suficientes recursos. En un sistema programado, los ciclos de la herramienta de moldeo predichos se almacenan en una memoria del sistema de control, y un procesador calcula cuándo se puede iniciar cada herramienta de moldeo. Por lo tanto, cada herramienta de moldeo se asocia con una hora de inicio predicha.

Una vez que el sistema se ha iniciado, el sistema de control monitorea las herramientas en funcionamiento para comparar su progreso con los ciclos de la herramienta de moldeo predichos. En el caso de que cualquier herramienta se comporte de manera diferente al ciclo predicho, entonces el programa se modifica para dar cuenta de esto.

Por ejemplo, si una herramienta está calentando más rápidamente de lo previsto, a continuación, la hora de inicio de la siguiente herramienta se puede adelantar para dar cuenta de esto. Las herramientas no pueden funcionar de

acuerdo con lo predicho por una variedad de razones, por ejemplo, variaciones en las condiciones del ambiente, la edad y la composición del material de moldeo (por ej., preimpregnado).

De esta manera, el sistema se vuelve de adaptativo para evitar cualquier "tiempo eliminado" cuando no se utiliza la capacidad de recursos completa.

- 5 En las realizaciones discutidas con anterioridad, cada herramienta tiene un gráfico de temperatura fijo, es decir, un ciclo de calentamiento predeterminado con el fin de lograr las propiedades deseadas de la pieza de trabajo en el molde.

10 Se entenderá que en muchas situaciones, el requerimiento de temperatura en cualquier punto en el tiempo puede ser dado por un intervalo de valores. Es decir, se puede lograr sustancialmente el mismo efecto en un "margen de tolerancia" de temperaturas. Con referencia a la Figura 5a, una herramienta tiene un requerimiento de temperatura media 400. Durante la fase de calentamiento, la herramienta se puede calentar a una tasa acelerada 404 o una tasa más lenta 402 que proporciona sustancialmente las mismas propiedades del material. Las partes de estado estable y de refrigeración de los gráficos 400, 402, 404 son idénticas, pero sus tiempos de terminación serán diferentes desde el más corto (t404), pasando por el tiempo intermedio (t400) al más largo (t402).

- 15 De acuerdo con lo mostrado en la Figura 5b, esto afecta el consumo de energía. El consumo máximo de energía del gráfico de temperatura 404, p404, es P404. El consumo máximo de energía del gráfico de temperatura 400, p400, es P400, que es menor que P404. Por último, el consumo máximo de energía del gráfico de temperatura 402, p402, es P402, que es menor que P404 y P400.

20 Si el sistema comprende una memoria que almacena el margen de tolerancia para cada herramienta, será capaz de utilizar los márgenes para afectar el rendimiento del sistema. Por ejemplo, el sistema puede estar en un modo de "ahorro de energía" durante el día, cuando el consumo total de energía se debe mantener al mínimo debido al aumento de los costos de energía. Como tal, el sistema se puede programar para ejecutar cada herramienta en el extremo inferior del margen de tolerancia 402. La producción industrial se reducirá, pero también se reducirán los costos.

- 25 Por el contrario, durante la noche, cuando la energía es más barata, el consumo máximo de energía se puede subir y cada herramienta se puede trabajar en el extremo superior del margen de tolerancia 404. Entonces aumenta la producción de la fábrica, pero por el uso de una energía más barata.

Las variaciones caen dentro del alcance de la presente invención.

- 30 De acuerdo con lo discutido, cualquiera de las realizaciones anteriores se puede controlar sobre la base de la capacidad de aire comprimido en lugar de la capacidad de energía eléctrica, o ambas cosas.

Cada una de las herramientas puede utilizar calentadores de AC monofásica, pero en funcionamiento con una fuente de suministro trifásica. En este caso, la disponibilidad de energía de cada fase se puede considerar en forma individual y las herramientas se pueden cargar en una fase apropiada.

REIVINDICACIONES

1. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) que tiene una pluralidad de herramientas de moldeo (302, 304), el método comprende los pasos de:
- proporcionar una pluralidad de herramientas de moldeo calentadas (302, 304), en la que cada una tiene un ciclo de moldeo con un consumo de recursos variable,
- 5 almacenar un consumo de recursos máximo para cada herramienta de moldeo,
- almacenar una capacidad máxima de recursos del sistema para el sistema de herramientas de moldeo, la capacidad máxima de recursos del sistema es menor que la suma de los consumos de recursos máximos de la pluralidad de herramientas de moldeo,
- iniciar un ciclo de moldeo de una primera herramienta de moldeo (302),
- 10 monitorear el consumo de recursos de la primera herramienta de moldeo,
- determinar una disponibilidad de recursos del sistema no utilizados,
- iniciar un ciclo de moldeo de una segunda herramienta de moldeo (304) dependiente de la disponibilidad de recursos del sistema no utilizados y el consumo de recursos máximo de la segunda herramienta de moldeo.
2. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las herramientas de moldeo son herramientas de moldeo calentadas por fluidos.
- 15 3. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las herramientas de moldeo calentadas por fluidos tienen un flujo de escape durante una parte de refrigeración de sus respectivos ciclos, y en el que el método comprende el paso de:
- iniciar el ciclo de la segunda herramienta de moldeo durante la parte de refrigeración del ciclo de la primera herramienta de moldeo, y,
- 20 utilizar la energía térmica del flujo de escape de la primera herramienta de moldeo para calentar, por lo menos parcialmente, la segunda herramienta de moldeo.
4. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende los pasos de:
- 25 determinar un consumo de recursos máximo ajustado de la segunda herramienta de moldeo teniendo en cuenta la energía disponible del flujo de escape de la primera herramienta de moldeo durante la parte de refrigeración de la ciclo de la primera herramienta de moldeo,
- iniciar el ciclo de la segunda herramienta de moldeo dependiente de la disponibilidad de recursos del sistema no utilizados y el consumo de recursos máximo ajustado de la segunda herramienta de moldeo.
- 30 5. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende los pasos de:
- ajustar la capacidad máxima de recursos desde un primer valor a un segundo valor, menor que el primer valor,
- disminuir el consumo de recursos máximo de las herramientas de moldeo dentro de una margen de tolerancia de cada herramienta de moldeo.
- 35 6. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende los pasos de:
- ajustar la capacidad máxima de recursos desde un primer valor a un segundo valor, mayor que el primer valor,
- aumentar el consumo de recursos máximo de las herramientas de moldeo dentro de una margen de tolerancia de cada herramienta de moldeo.
- 40 7. Un método para el control de un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que el paso de ajustar es en respuesta a un cambio en el costo de recursos.
8. Un método de fabricación de una pluralidad de piezas de trabajo que comprende los pasos de:
- proporcionar un sistema de herramientas de moldeo (300) que comprende una pluralidad de herramientas de moldeo (302, 304),

- proporcionar un sistema de control de las herramientas de moldeo (316),
proporcionar una pluralidad de unidades de material de piezas de trabajo (310),
insertar cada una de las unidades de material de piezas de trabajo (310) en una herramienta de moldeo respectiva (302, 304), controlar las herramientas de moldeo (302, 304) con el sistema de control (316) de acuerdo con el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,
5 extraer las piezas de trabajo moldeadas (310).
9. Un sistema de herramientas de moldeo (300) que comprende,
una primera herramienta de moldeo (302),
una segunda herramienta de moldeo (304),
10 un medidor de recursos de la primera herramienta de moldeo dispuesto para detectar el consumo de recursos de la primera herramienta de moldeo (302),
una memoria que tiene:
(i) datos de consumo de recursos para la segunda herramienta de moldeo (304), y,
(ii) un consumo de recursos máximo del sistema, almacenado en el mismo,
15 un procesador configurado para:
monitorear el medidor de recursos de la primera herramienta de moldeo,
determinar una disponibilidad de recursos no utilizados, y,
activar el segunda herramienta de moldeo (304) con base en los datos de consumo de recursos de la segunda herramienta de moldeo (304) y la disponibilidad de recursos no utilizados.
- 20 10. Un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la memoria tiene una fila de herramientas de moldeo que comprende los datos de consumo de recursos para una pluralidad de herramientas de moldeo en fila almacenada en el mismo, y en el que el procesador está configurado para activar en forma selectiva la siguiente herramienta de moldeo en la fila con base en los datos de consumo de recursos de la siguiente herramienta de moldeo y la disponibilidad de recursos no utilizados.
- 25 11. Un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que:
la primera y la segunda herramientas de moldeo son herramientas de moldeo calentadas por fluido que tienen un tubo de escape de fluido,
el sistema comprende un subsistema de recirculación de calor dispuesto para conducir en forma selectiva el calor del tubo de escape de la primera herramienta de moldeo en una entrada de la segunda herramienta de moldeo.
- 30 12. Un sistema de herramientas de moldeo (300) de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende un sensor de escape dispuesto para monitorear el tubo de escape de fluido de la primera herramienta de moldeo, y dispuesto para ajustar los datos de consumo de recursos de la segunda herramienta de moldeo por el uso de datos de tubo de escape de fluido desde el sensor de calor.
- 35 13. Un método para el control de una pluralidad de herramientas de moldeo (302, 304) que comprende los pasos de:
proporcionar un sistema de control de las herramientas de moldeo (316),
proporcionar una pluralidad de herramientas de moldeo calentadas (302, 304), en la que cada una tiene una ciclo de demanda de recursos variables,
proporcionar una capacidad máxima de recursos menor que la suma de las demandas de recursos máximas de la pluralidad de herramientas de moldeo,
40 programar los ciclos de demanda de recursos de herramientas de moldeo por el uso del sistema de control (316) tal que la demanda de recursos resumió de la pluralidad de herramientas de moldeo es siempre menor que la capacidad máxima de recursos,
monitorear el consumo de recursos de una herramienta de moldeo en funcionamiento,
- 45 utilizar el sistema de control (316) para reprogramar los ciclos de demanda de recursos de herramientas de moldeo

para dar cuenta de cualquier desviación del ciclo de demanda de herramientas de moldeo que va desde el ciclo de demanda de recursos de la herramienta de moldeo en funcionamiento.

14. Un método para el control de una pluralidad de herramientas de moldeo (302, 304) de acuerdo con la reivindicación 13, en la que la capacidad máxima de recursos varía con el tiempo.

5 15. Un método de fabricación de una pluralidad de piezas de trabajo (310), que comprende los pasos de:

proporcionar una pluralidad de herramientas de moldeo calentadas (302, 304), cada una tiene un ciclo de demanda de recursos variable,

proporcionar una pluralidad de unidades de material de piezas de trabajo,

insertar cada una de las unidades de material de piezas de trabajo en una herramienta de moldeo respectiva,

10 controlar las herramientas de moldeo de acuerdo con el método de acuerdo con la reivindicación 13 o 14,

extraer las piezas de trabajo moldeadas.

16. Un sistema de control (316) para el control de una pluralidad de herramientas de moldeo (302, 304) que comprende,

15 una memoria que tiene (i) una pluralidad de ciclos de demanda de recursos, cada uno para una herramienta de moldeo respectiva y (ii) una capacidad máxima de recursos almacenado en el mismo,

un procesador configurado para programar la pluralidad de ciclos de demanda de recursos de manera tal que la demanda de recursos sumada de la pluralidad de herramientas de moldeo sea siempre menor que la capacidad máxima de recursos,

20 una salida dispuesta para controlar la pluralidad de herramientas de moldeo de acuerdo con los ciclos de demanda de recursos programados,

un sensor dispuesto para monitorear el rendimiento de una herramienta de moldeo en funcionamiento, y para comunicar el rendimiento al procesador,

en el que el procesador está configurado para ajustar el programa en función del rendimiento de la herramienta de moldeo en funcionamiento.

25 17. Un sistema de herramientas de moldeo (300) que comprende:

un sistema de control (316) de acuerdo con la reivindicación 16, y,

una pluralidad de herramientas de moldeo (302, 304) controlada por la salida.

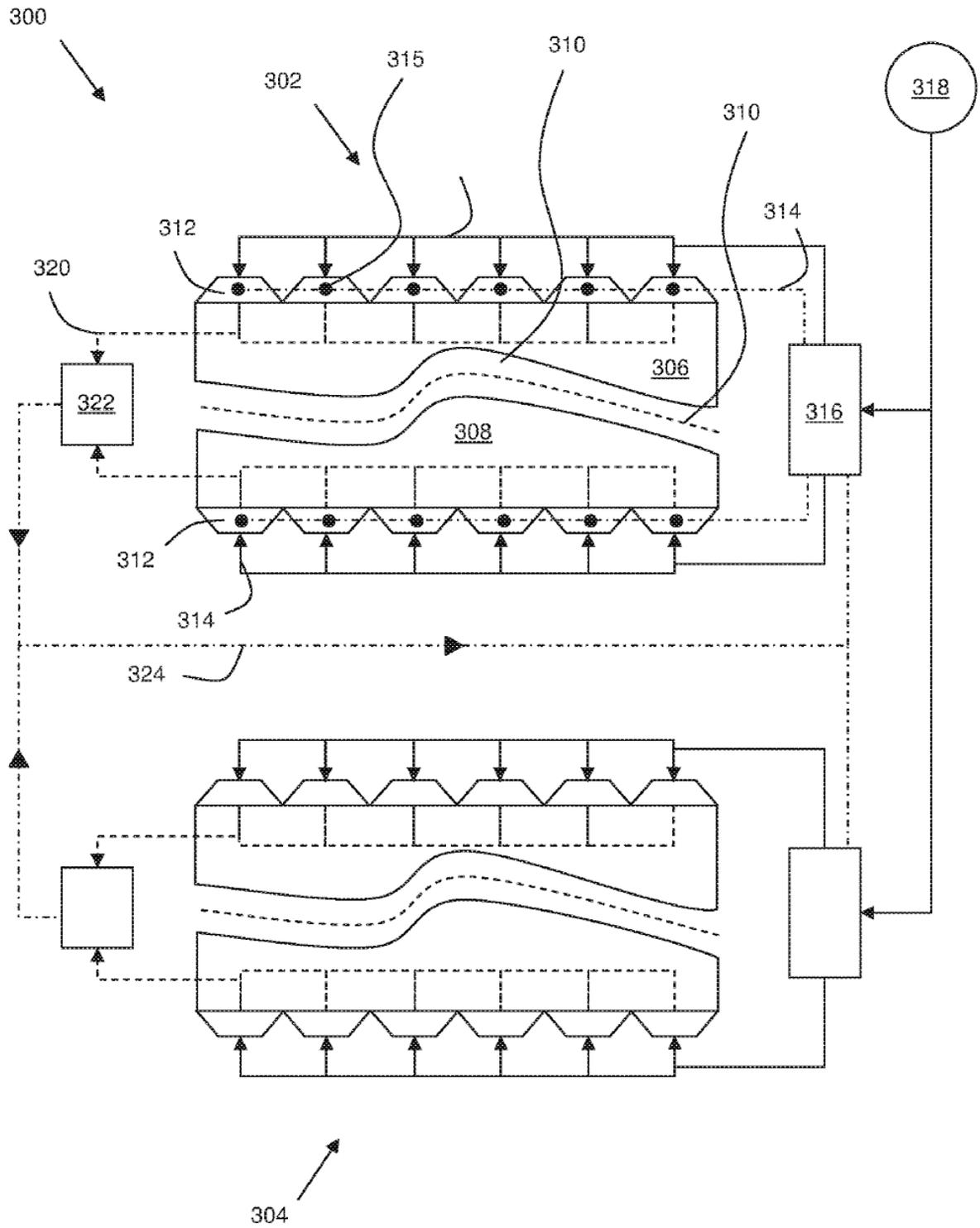


Fig. 1

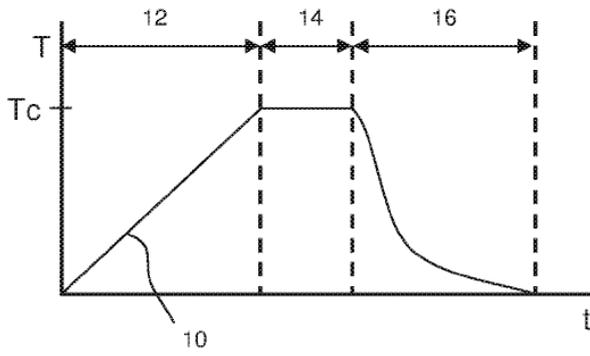


Fig. 1a

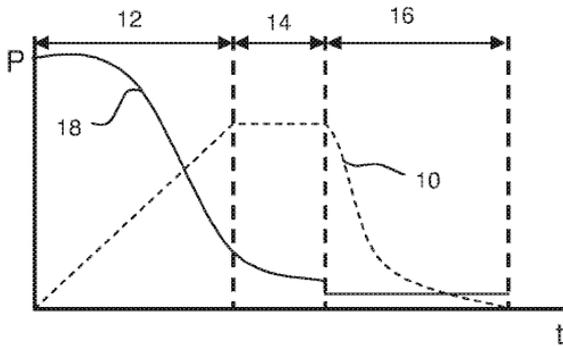


Fig. 1b

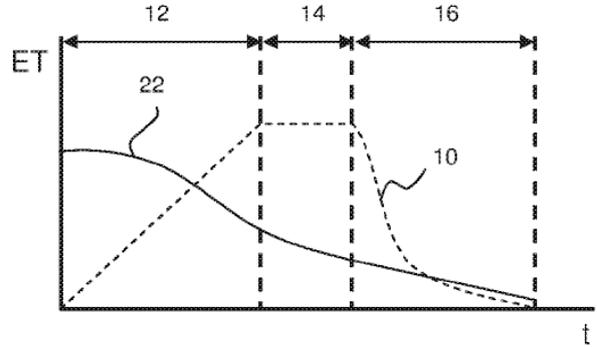


Fig. 1d

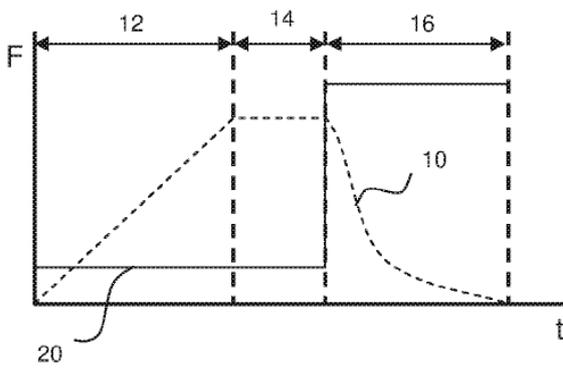


Fig. 1c

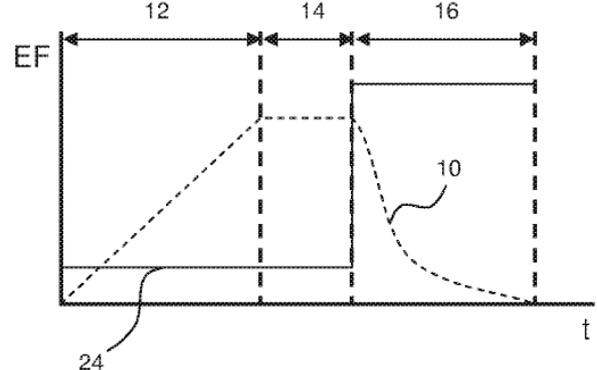


Fig. 1e

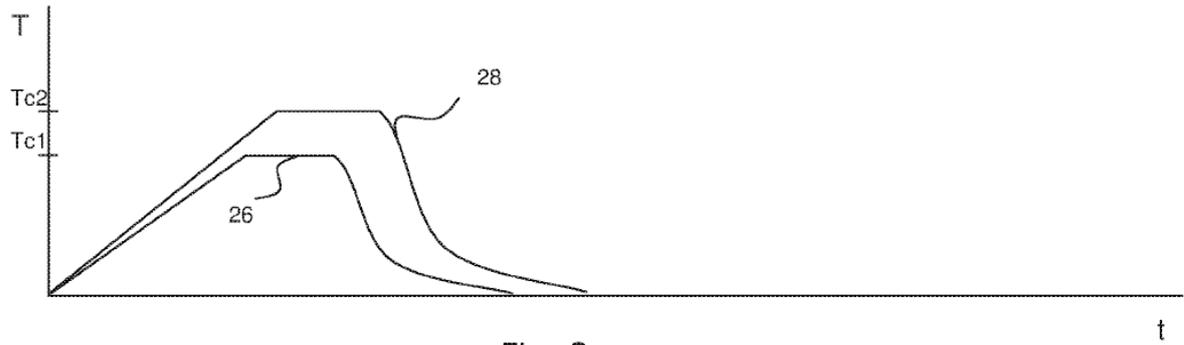


Fig. 2a

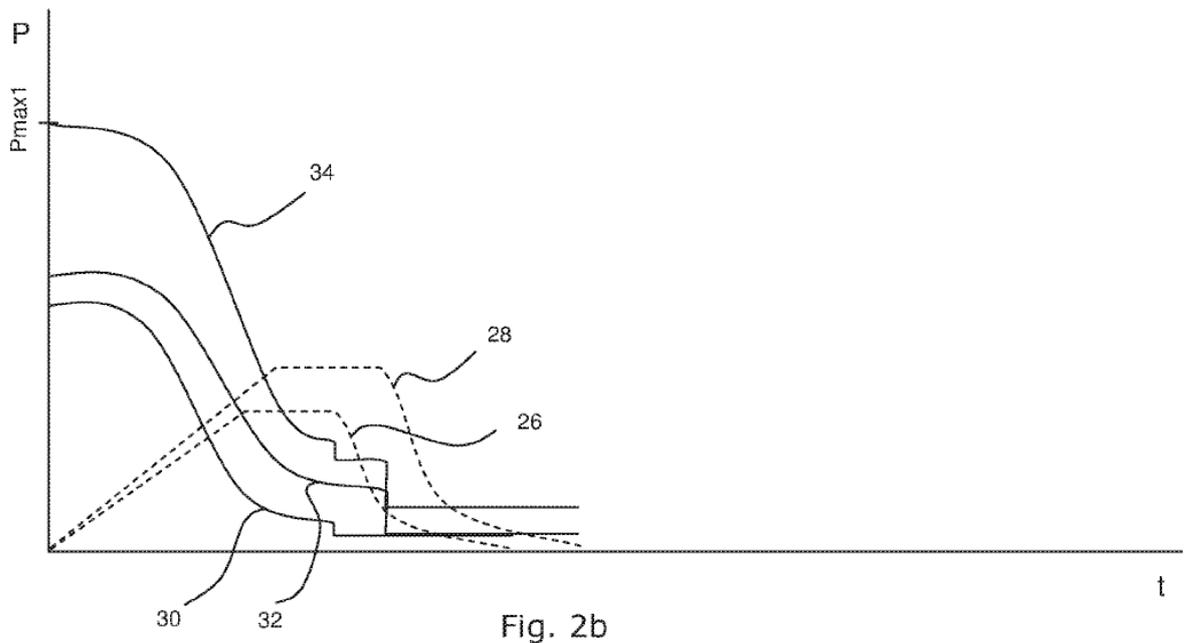


Fig. 2b

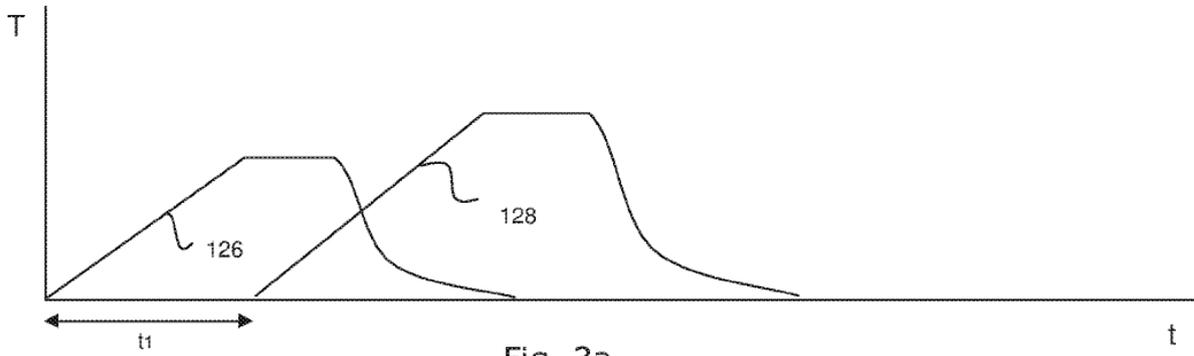


Fig. 3a

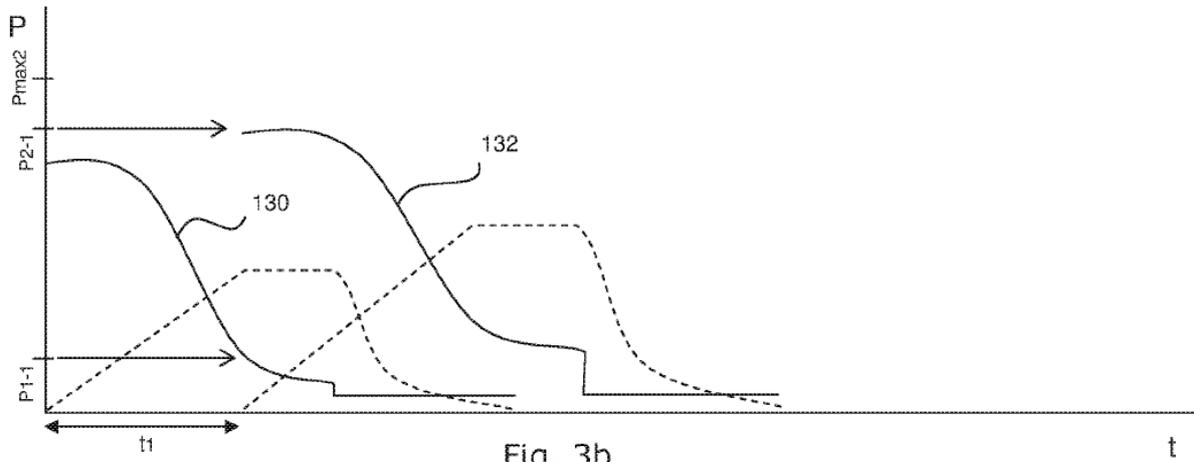


Fig. 3b

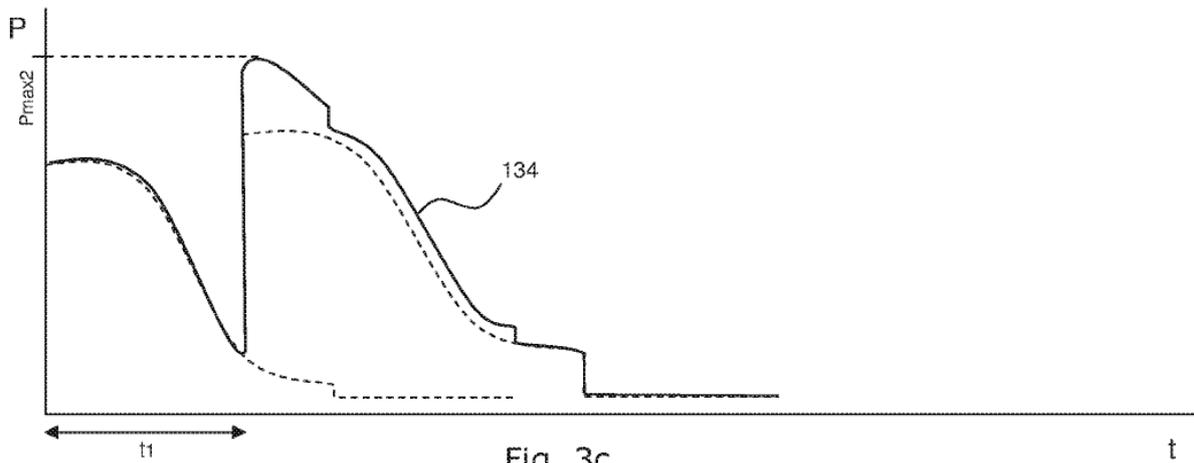
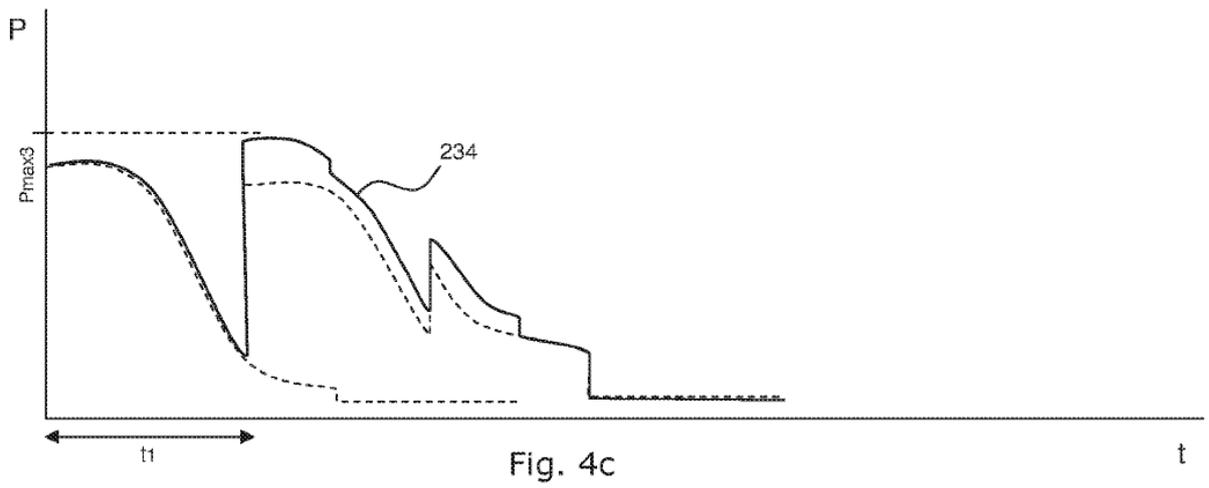
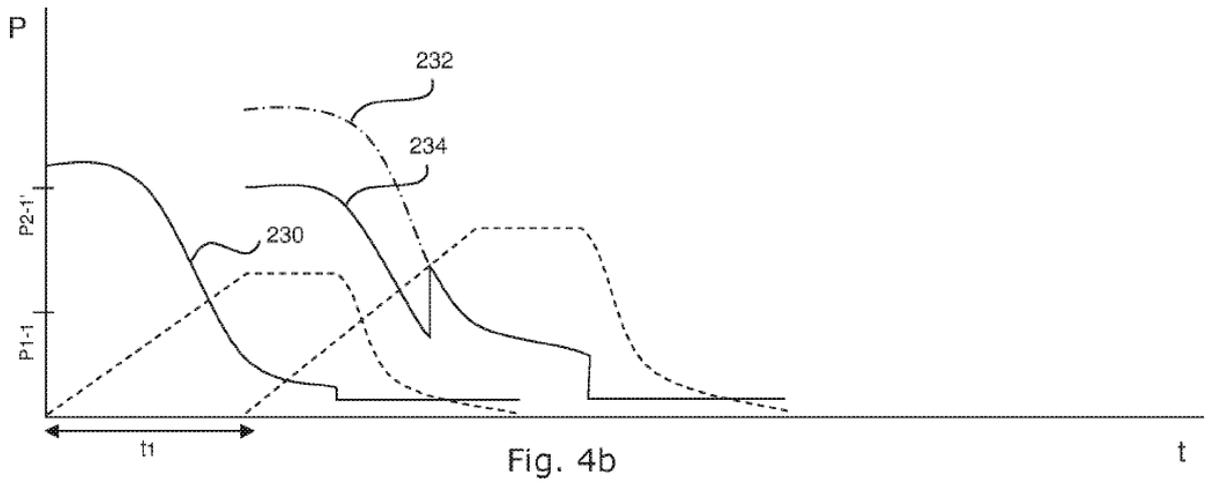
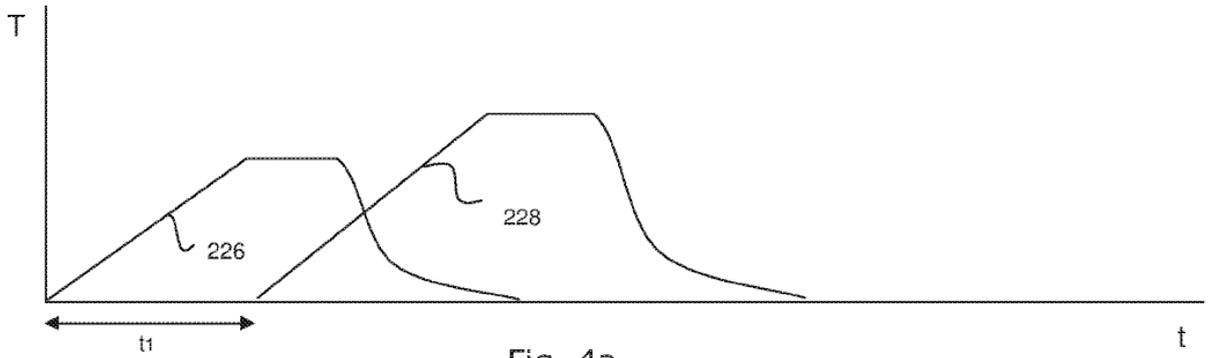


Fig. 3c



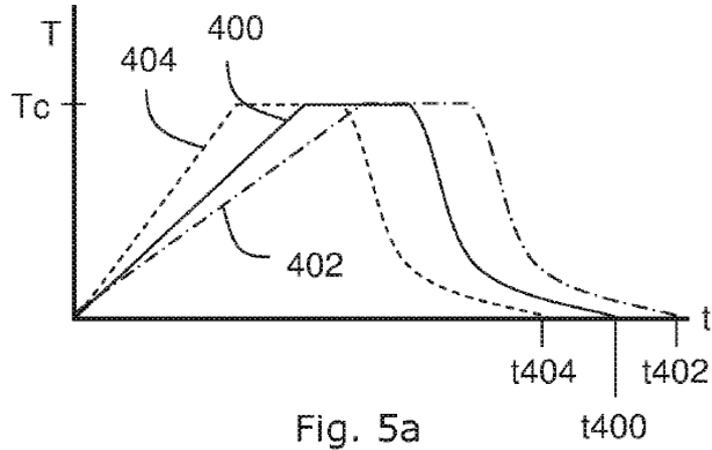


Fig. 5a

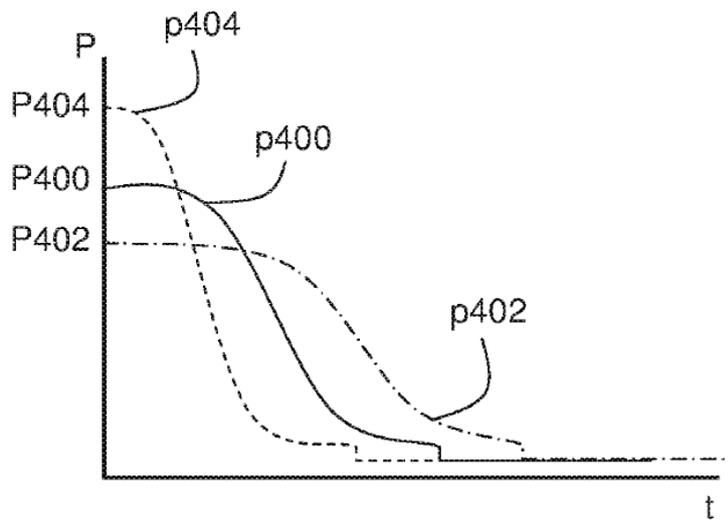


Fig. 5b