

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 876 242**

51 Int. Cl.:

**B64C 25/60** (2006.01)

**B64F 5/60** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2016** **E 16172398 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.05.2021** **EP 3251950**

54 Título: **Solución de almacenamiento y mantenimiento rápido de tren de aterrizaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.11.2021**

73 Titular/es:

**SAFRAN LANDING SYSTEMS UK LTD (100.0%)**  
**Cheltenham Road East**  
**Gloucester, Gloucestershire GL2 9QH, GB**

72 Inventor/es:

**SIMONNEAUX, YANN y**  
**SMITH, JON**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 876 242 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**

Solución de almacenamiento y mantenimiento rápido de tren de aterrizaje

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un método para presurizar un amortiguador para un avión. Más específicamente, la presente invención describe un método en el que se conoce o se puede calcular el peso del avión, y se puede medir la temperatura ambiente alrededor del mismo. En tal caso, se puede calcular el requisito de presurización para el amortiguador y se puede presurizar correctamente el amortiguador sin la necesidad de que el personal de mantenimiento utilice un diagrama de presurización y una herramienta de medición para presurizar iterativamente el tren de aterrizaje.

**10 Antecedentes de la invención**

15 La invención se refiere al tren de aterrizaje de un avión y al almacenamiento de un avión durante períodos largos o cortos. Durante el transporte o almacenamiento, los amortiguadores de un avión se presurizan a una presión de almacenamiento específica, típicamente baja, para mantener los sellados activados, pero no lo suficientemente alta como para generar cargas significativas en la estructura, lo que daría como resultado fugas. En esta condición, el amortiguador estará completamente comprimido. Antes de utilizar el avión, el amortiguador debe estar completamente presurizado.

El tren de aterrizaje debe estar presurizado para lograr una longitud de extensión particular del amortiguador, específica para el tipo de avión. Este nivel de presurización se calcula utilizando el peso del avión, la temperatura ambiente alrededor del mismo y las curvas elásticas de diseño estático.

20 Debido a la amplia variedad de pesos de los aviones, generalmente se desconoce el peso específico de cualquier avión dado. Como tal, la presión de almacenamiento del tren de aterrizaje y la temperatura ambiente se deben medir para definir la extensión correcta del amortiguador. Sin embargo, para un avión en condiciones de almacenamiento o transporte, donde el amortiguador está completamente comprimido y ajustado a una presión de almacenamiento, no es posible determinar la extensión requerida sin presurizar el amortiguador hasta que se establezca la presión, dando una indicación del peso del avión.

25 La mayoría de las técnicas de presurización de amortiguadores generalmente implementan un proceso iterativo de presurización. De esta manera, un ingeniero presurizará inicialmente el amortiguador hasta que se logre aproximadamente la longitud correcta. Entonces, el amortiguador se presurizará o despresurizará más y se medirá repetidamente la longitud del amortiguador, hasta que dicho amortiguador esté a la longitud deseada. Este proceso puede ser oportuno, ya que el ingeniero deberá ajustar el nivel de presurización del amortiguador en incrementos cada vez más pequeños, para lograr la longitud requerida del amortiguador. Este proceso se debe repetir para cada tren de aterrizaje en un avión.

30 El artículo "Shock Strut Servicing", en Lockheed Service News, vol. 7, n° 3, julio-septiembre de 1980, páginas 13-19, describe un método de mantenimiento de los puntales de un avión, durante el que se despresurizan y se vuelven a presurizar los puntales. Se determina el peso bruto del avión y se selecciona la curva en un diagrama de verificación rápida del tren de aterrizaje principal (MLG) correspondiente al avión particular. Si la diferencia entre la distancia MLG "X" indicada en el diagrama de verificación rápida para este peso bruto y la distancia MLG "X" medida es menor que 3,175 milímetros (1/8 de pulgada), el puntal no requiere mantenimiento.

35 El documento EP 2957201 A1 describe un sistema para regular la longitud de un puntal y la cantidad de gas en el puntal para compensar los efectos de los cambios de temperatura.

40 El documento US 2016/0101877 A1 describe un método para realizar el mantenimiento de un puntal de tren de aterrizaje en servicio que soporta un avión, que incluye: determinar una cantidad actual de fluido amortiguador en el puntal de tren de aterrizaje; determinar una cantidad requerida del fluido amortiguador para el mantenimiento correcto del puntal de tren de aterrizaje; y ajustar la cantidad actual de fluido amortiguador en el puntal de tren de aterrizaje de modo que la cantidad actual de fluido amortiguador cumpla con la cantidad requerida de fluido amortiguador.

45 El documento US 3 581 836 A describe un método para reducir los errores de rozamiento al determinar el peso de un objeto soportado por un dispositivo neumático/hidráulico. Se determina la diferencia entre una presión de estado permanente más alta y una presión de estado permanente más baja, y la mitad de la diferencia de presión se añade a la presión de estado permanente más baja. Alternativamente, la mitad de la diferencia de presión se resta de la presión de estado permanente más alta.

50 La presente invención tiene como objetivo superar el problema anterior al implementar un método de presurización de amortiguadores, en el que el peso de un avión se conoce o se puede calcular fácilmente. En tal caso, el requisito de presurización de un amortiguador se puede calcular automáticamente y, como tal, el amortiguador se puede

presurizar a la longitud correcta sin la implementación de un proceso iterativo. El método se puede implementar simultáneamente entre todos los trenes de aterrizaje en el avión.

### **Compendio de la invención**

5 En una realización de la presente invención, un método para presurizar o despresurizar un amortiguador de avión comprende las características de la reivindicación independiente 1.

La longitud objetivo del amortiguador puede ser una longitud de mantenimiento, una longitud de vuelo o una longitud de almacenamiento.

La longitud del amortiguador se puede medir usando un Transformador diferencial variable rotatorio (RVDT).

10 En otra realización, un sistema para presurizar o despresurizar un amortiguador de un avión comprende las características de la reivindicación independiente 6.

15 Las ventajas de estas realizaciones se refieren a la velocidad a la que se pueden presurizar los amortiguadores de un avión. El cálculo de la longitud requerida para el amortiguador antes de la presurización permite eliminar el proceso iterativo de presurización, reduciendo así el tiempo necesario para lograr el nivel de presurización correcto en el amortiguador. Esta es una ventaja para un avión no tripulado almacenado que debe desplegarse en caso de emergencia.

Otra ventaja es que cada uno de los amortiguadores de un avión se puede presurizar simultáneamente, en lugar de uno a uno. Además, el peso de un avión se puede supervisar midiendo la longitud del amortiguador y la temperatura ambiente.

20 Además, el proceso automatizado de presurizar o despresurizar los amortiguadores significa que el proceso puede ser iniciado desde la cabina por un piloto, en la pista por personal de mantenimiento o desde un lugar remoto como una estación.

Otra ventaja es la capacidad de elevar el avión a una altura de mantenimiento a fin de mejorar el acceso para tareas de mantenimiento o cargar equipos debajo del avión de manera oportuna.

25 Finalmente, las curvas elásticas utilizadas para calcular la longitud requerida del amortiguador basándose en la temperatura ambiente pueden contener más puntos de datos o calcularse directamente mediante una lógica de control, lo que proporciona una mayor precisión sobre las curvas elásticas usuales, que suelen tener una precisión de 20°C.

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

30 Otras ventajas y beneficios de la presente invención resultarán evidentes al considerar la siguiente descripción y los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 muestra un ejemplo de una arquitectura del sistema de Unidad de control de inflado del tren de aterrizaje (LGICU); y

la figura 2 muestra una curva elástica típica de amortiguador para un tren de aterrizaje de avión.

### **Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo**

35 En la figura 1 se muestra un método para presurizar el amortiguador de un avión de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

40 Un avión se almacena con sus trenes de aterrizaje 101, 102, 103 presurizados a una baja presión de almacenamiento conocida, en la que los amortiguadores están completamente comprimidos. La presurización del amortiguador desde este punto aumenta la presión sin extender el amortiguador. En el punto en el que la presión esté en equilibrio con el peso del avión, el amortiguador comenzará a extenderse. De esta manera, se puede calcular el peso del avión, utilizando la presión de equilibrio, si aún no se conoce. Al recibir un orden de presurización, una Unidad de control de inflado del tren de aterrizaje (LGICU) 104 lee la temperatura exterior que, junto con el peso del avión, corresponde a un requisito específico de longitud del amortiguador para cada tren de aterrizaje.

45 El sistema comprende una unidad de control (la LGICU) 104, al menos un tren de aterrizaje 101, 102, 103 y un suministro de gas a alta presión 105 (por ejemplo, nitrógeno).

50 Como se muestra en la figura 1, un avión típico comprende tres conjuntos de tren de aterrizaje: un tren de aterrizaje de morro 103 (NLG); un tren de aterrizaje principal a laderecha (RH MLG) 102; y un tren de aterrizaje principal a la izquierda (LH MLG) 101. El método de la presente invención se puede realizar en un tren de aterrizaje 101, 102, 103 individual o simultáneamente en todos los conjuntos de tren de aterrizaje 101, 102, 103 en un avión.

La LGICU 104 puede estar situada en el avión o formar parte de un equipo de tierra. La unidad de control 104 requiere una fuente de alimentación electrónica. Las entradas a la lógica de control 104 se reciben desde un piloto o un miembro del personal de mantenimiento y un sensor de temperatura 106 que mide la temperatura ambiente alrededor del avión. Las salidas de la lógica de control 104 son señales electrónicas para controlar unas válvulas 108 que imponen el flujo de gas a través de los amortiguadores. La información de retroalimentación desde un Transductor diferencial variable rotatorio (RVDT) 107 con relación a la longitud del amortiguador se utiliza para determinar un punto en el que se detiene la presurización. La unidad de control 104 es una unidad electrónica que comprende leyes lógicas para definir los requisitos de presurización y para controlar las válvulas 108 de gas.

Cada tren de aterrizaje 101, 102, 103 tiene un colector, idealmente situado en o cerca del tren de aterrizaje 101, 102, 103. El componente principal del colector es una válvula 108 que está controlada electrónicamente por la LGICU 104. El colector tiene un suministro de nitrógeno 105 y una conexión al amortiguador, de modo que, tras la activación de la válvula 108 por la LGICU 104, el suministro de nitrógeno 105 se conectará al amortiguador y, por lo tanto, lo presurizará. La figura 1 muestra una válvula de dos vías 108 sencilla para usar en la presurización de un amortiguador. Alternativamente, se puede usar una válvula de tres vías de manera que el amortiguador se pueda despresurizar electrónicamente. La válvula 108 puede ser activada electrónicamente o manualmente por el personal de mantenimiento.

El suministro de nitrógeno 105 a alta presión puede provenir de una conexión en el avión o de un suministro en tierra. Alternativamente, se puede montar un mamparo estanco en el fuselaje. En otra realización, la estructura del tren de aterrizaje 101, 102, 103 se puede usar como un mamparo estanco para almacenar nitrógeno 105 a alta presión independientemente del amortiguador. En una realización adicional, un recipiente a alta presión desmontable y reproducible puede conectarse directamente a cada colector o conectarse a todos los colectores para una presurización o despresurización simultánea.

Los RVDT 107 instalados en cada tren de aterrizaje 101, 102, 103 (por ejemplo, en una unión de timonería de torsión para un tren de aterrizaje telescópico) proporcionan la retroalimentación para la longitud del amortiguador basándose en las lecturas del transductor y las relaciones geométricas. Se pueden utilizar otros medios para medir la longitud del amortiguador.

Los transductores de presión (no mostrados en la figura 1) en cada tren de aterrizaje 101, 102, 103 también pueden proporcionar la retroalimentación de lectura de presión para cada tren de aterrizaje 101, 102, 103.

El tren de aterrizaje 101, 102, 103 comprende amortiguadores que incluyen aceite contenido en un cilindro, y un pistón. En equilibrio, la presión del peso del avión que empuja hacia abajo el amortiguador es igual a la presión del fluido que empuja hacia arriba en el amortiguador. El conocimiento de esta presión y del tamaño de los amortiguadores permite calcular el peso del avión. La lógica de control LGICU 104 se puede programar para compensar el rozamiento de los sellados y los cojinetes.

Debido a los diferentes pesos de los aviones y a las diferentes temperaturas ambiente en las que se utilizan los aviones, introducir una cantidad específica de gas en un amortiguador no da como resultado la misma longitud del amortiguador. Como tal, para los sistemas actuales, un ingeniero debe meter iterativamente más gas en el amortiguador y aumentar gradualmente el volumen de gas hasta que el amortiguador alcance la longitud deseada.

Dado que es difícil calcular el peso de la mayoría de los aviones, los sistemas actuales para inicializar amortiguadores emplean el proceso iterativo descrito anteriormente. Se añade y se retira gas hasta lograr la longitud deseada del amortiguador. La realización a modo de ejemplo de la presente invención no usa este proceso iterativo, ya que usa la retroalimentación del RVDT 107 en tiempo real para definir cuándo dejar de presurizar.

En algunas realizaciones de la presente invención, se desconoce el peso de un avión. En tales circunstancias, el peso se puede calcular aumentando la presión dentro del amortiguador hasta que dicho amortiguador comience a extenderse en longitud. En este punto, la presión dentro del amortiguador está en equilibrio con el peso del avión. Por lo tanto, se puede calcular el peso del avión, debido a la relación:

$$P = \frac{F}{A}$$

donde P es la presión, F es la carga y A es el área de pistón conocida del amortiguador.

Una vez que se conoce el peso del avión, la siguiente etapa es medir la temperatura ambiente alrededor del vehículo. La temperatura se puede medir usando un sensor de temperatura 106 en comunicación con la LGICU 104 o, alternativamente, la temperatura se puede recibir desde una entrada externa (p.ej., desde un sistema separado o mediante una entrada manual). El valor de temperatura y el peso del avión se utilizan entonces para determinar la longitud requerida del amortiguador, que puede cambiar según la situación. Por ejemplo, el amortiguador puede extenderse completamente a fin de proporcionar una mejor holgura para el personal de mantenimiento, puede estar completamente despresurizado si se va a almacenar un avión o puede ajustarse a la longitud óptima para el vuelo.

## ES 2 876 242 T3

Una vez que se ha calculado la longitud requerida del amortiguador, se abre una válvula 108 y se presuriza el amortiguador. El RVDT 107 se utiliza para proporcionar una señal de retroalimentación en tiempo real directamente relacionada con la longitud del amortiguador. Una vez que la LGICU 104 recibe la señal deseada desde el RVDT 107, se cierra la válvula 108.

- 5 La figura 2 muestra una curva elástica típica de amortiguador, donde la carga está trazada gráficamente frente al cierre del amortiguador (también conocido como Recorrido del amortiguador (SAT)) para varias temperaturas. La temperatura ambiente alrededor del amortiguador se usa para determinar qué curva utilizar para calcular la longitud correcta del amortiguador. Una vez que se ha elegido la curva, la longitud del amortiguador se calcula utilizando el peso del avión.
- 10 Por ejemplo, para un avión en una condición de almacenamiento con una masa de 15.000 kg, para una configuración típica de tren de aterrizaje de triciclo de rueda de morro 101, 102, 103, con amortiguadores telescópicos oleoneumáticos y una carga del 10% en el tren de aterrizaje de morro 103, la carga de almacenamiento  $F_s$  para los dos trenes de aterrizaje principales 101, 102 será:  $F_{SMLG} = 15.000 \times 9,81 \times 0,45 = 66,2 \text{ kN}$ ; y para el tren de aterrizaje de morro 103 será  $F_{SNLG} = 15.000 \times 9,81 \times 0,1 = 14,7 \text{ kN}$ .
- 15 Si la temperatura exterior se mide en 48°C, la lógica LGICU 104 seleccionará la curva de temperatura apropiada más cercana, p. ej., una curva de 50°C, que definirá el SAT requerido para una temperatura ambiente de 48°C. Luego, la LGICU enviará la orden para presurizar el tren de aterrizaje 101, 102, 103 hasta que la lectura del RVDT 107 coincida con el requisito del SAT definido por las cargas calculadas con anterioridad. Alternativamente, la LGICU 104 puede calcular una nueva curva elástica basándose en la temperatura ambiente.
- 20 Alternativamente, existen varias realizaciones intermedias que resultarán evidentes para el experto en la materia. Por ejemplo, la presurización manual por un ingeniero que utiliza un recipiente de gas interno, el cálculo manual de la presión objetivo con presurización automática o el cálculo automático de la presión objetivo, pero que requiere la presurización manual.
- 25 Debe apreciarse que el método específico descrito anteriormente es el de una realización a modo de ejemplo, y que estas etapas pueden implementarse de manera y en orden alternativos, dependiendo del sistema específico.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para presurizar o despresurizar un amortiguador de un tren de aterrizaje de avión, que comprende:
- determinar el peso del avión;
  - medir la temperatura ambiente alrededor del amortiguador;
- 5            calcular una longitud objetivo del amortiguador basándose en la temperatura ambiente y el peso determinado del avión; y
- presurizar o despresurizar el amortiguador a la longitud objetivo,
- en el que la etapa de determinar el peso del avión comprende:
- 10            aumentar la presión interna del amortiguador hasta que el amortiguador comience a extenderse en longitud; entonces,
- medir la presión interna del amortiguador; y, entonces,
- calcular el peso del avión basándose en la presión interna medida y un área de pistón conocida del amortiguador.
- 15            2. El método según la reivindicación 1, en el que la longitud objetivo es una longitud de mantenimiento del amortiguador, una longitud de vuelo o una longitud de almacenamiento.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, en el que la longitud del amortiguador se mide usando un Transductor diferencial variable rotatorio (107).
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el amortiguador se presuriza usando gas nitrógeno.
- 20            5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el método se realiza en al menos dos amortiguadores simultáneamente.
6. Un sistema para presurizar o despresurizar un amortiguador de un tren de aterrizaje de avión, que comprende:
- medios de presurización (105), para estar en conexión de fluido con el amortiguador;
  - un sensor de temperatura (106), dispuesto para medir la temperatura ambiente alrededor del sistema; y
- 25            una lógica de control (104), dispuesta para controlar los medios de presurización,
- en el que la lógica de control (104) comprende un procesador dispuesto para:
- determinar el peso del avión;
  - recibir una medición de temperatura ambiente desde el sensor de temperatura (106);
- 30            calcular una longitud objetivo del amortiguador basándose en la medición de temperatura y el peso determinado del avión; y
- mandar instrucciones a los medios de presurización (105) para presurizar o despresurizar el amortiguador a la longitud objetivo,
- en el que la determinación del peso del avión comprende que el procesador esté dispuesto además para:
- 35            mandar instrucciones a los medios de presurización (105) para aumentar la presión interna del amortiguador hasta que el amortiguador comience a extenderse en longitud;
- recibir la presión interna medida del amortiguador; y
- calcular el peso del avión basándose en la presión interna medida y un área de pistón conocida del amortiguador.

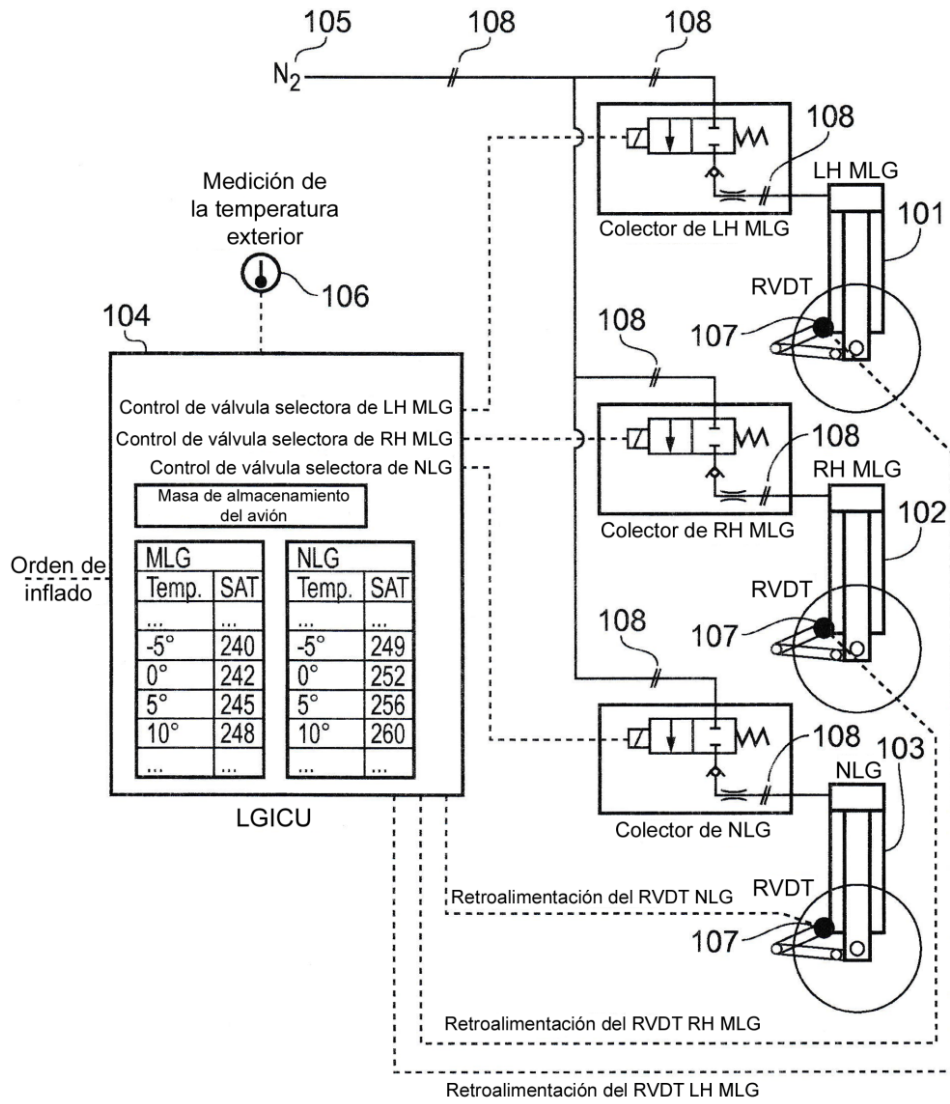


FIG. 1

Variación representativa con la temperatura  
de la curva elástica del amortiguador

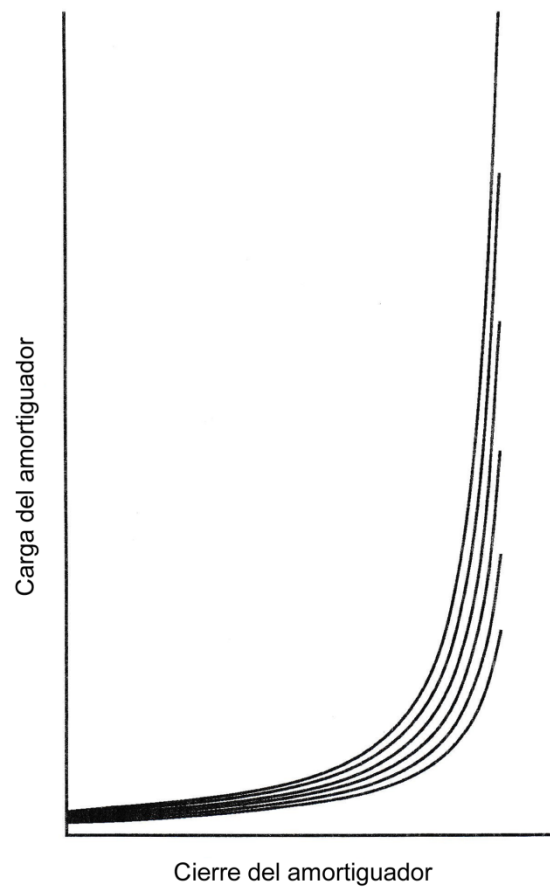


FIG. 2