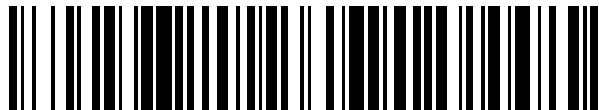


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 641**

51 Int. Cl.:

B60K 15/03 (2006.01)

B64D 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.10.2013 PCT/FR2013/052364**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14053787**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2013 E 13782799 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2903848**

54 Título: **Depósito resistente a las sobrepresiones provocadas por un impacto de proyectil**

30 Prioridad:

04.10.2012 FR 1259425

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

07.12.2017

73 Titular/es:

**AIRBUS GROUP SAS (100.0%)
2 Rond Point Emile Dewoitine
31700 Blagnac, FR**

72 Inventor/es:

THEVENET, PASCAL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 645 641 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

Depósito resistente a las sobrepresiones provocadas por un impacto de proyectil

La presente invención concierne al ámbito de los depósitos de líquido, como por ejemplo carburante, y de modo más particular a un depósito que comprende un dispositivo que permite gestionar la sobrepresión generada por un proyectil que atraviese un depósito lleno de líquido.

El problema, cuando el líquido de un depósito flexible o integrado en el interior de una estructura, como por ejemplo una aeronave o un vehículo terrestre, es atravesado por un proyectil, es el de la sobrepresión que se genera. Esta sobrepresión en el seno del líquido puede llevar a la destrucción del depósito por estallido.

En efecto, el proyectil desplaza en su trayectoria un volumen de líquido que, por naturaleza, es en general incompresible.

En los depósitos actuales, no hay expansión posible del volumen que contiene el líquido, durante el atravesamiento del líquido por un proyectil, lo que hace que se aplique una presión de manera creciente sobre las paredes del depósito hasta la rotura de las paredes del depósito. De modo más preciso, la interacción entre el proyectil y el fluido produce en el primero una pérdida de energía cinética y, en el segundo, un desplazamiento creciente que, si el mismo no es compensado, generará esta elevación de presión. La onda de presión resultante golpeará la pared del depósito de carburante en una zona relativamente grande y, en función de la amplitud de esta onda y de la construcción del depósito de carburante, puede romper la pared del depósito.

Actualmente, ningún depósito permite gestionar totalmente esta presión de volumen. El riesgo de perder una aeronave o un vehículo por explosión del depósito después de un impacto balístico es por tanto muy importante.

Ciertos depósitos flexibles, en particular los dotados con una doble pared que contiene una espuma con una función de auto-obturación después de la perforación, por ejemplo en el caso de ciertas aeronaves militares, pueden eventualmente limitar los efectos de disparos de balas. Sin embargo, tal espuma está lejos de ser adecuada para absorber la sobrepresión generada por la penetración del proyectil.

Diversas técnicas conocidas pueden responder más o menos al objetivo de reducción de vulnerabilidad de un depósito frente a una amenaza balística. Estas técnicas tendentes a reducir los efectos de sobrepresión son las siguientes:

- imbricación de dos depósitos (denominado igualmente « tank in tank » según la terminología inglesa), debiendo romperse el que está en el interior del más grande bajo el impacto balístico y vaciar su contenido en el otro,

- utilización de un revestimiento de caucho en el interior del depósito (denominado igualmente « rubber layers around tank » según la terminología inglesa), que permite desacoplar el fluido de la estructura que forma el depósito,

- utilización de un revestimiento de caucho reforzado con fibras en el interior del depósito, que es un derivado del concepto precedente,

- utilización de un depósito flexible de Kevlar lleno de espuma de células abiertas (denominado igualmente « foam in bladder tank » según la terminología inglesa).

- utilización de un depósito de paredes hinchables (denominado igualmente « nitrogen inflated ballistic bladder » system según la terminología inglesa), descrito en la patente US 4925057,

- utilización de refuerzos ondulados de fibras de vidrio/resina pegados entre el depósito de paredes rígidas y la estructura que contiene a este último (retomando un principio descrito en las patentes US 4469295 y US 7566489) y que puede deformarse bajo el efecto de sobrepresión,

- utilización de una capa sacrificial (denominada igualmente « sacrificial layer » según la terminología inglesa) que tapiza el interior del depósito, hecha de bloques alveolares recubiertos de una piel de fibras de vidrio/resina (para la estanqueidad de los alvéolos), que puede aplastarse bajo el efecto de sobrepresión.

Sin embargo, estos depósitos no están adaptados a elevadas presiones y además no permiten limitar los daños causados por varios impactos sucesivos o simultáneos de proyectiles.

Por la patente EP 2048079 se conoce igualmente un conjunto de depósitos de carburante y un procedimiento correspondiente que permiten limitar los daños que podría ocasionar el impacto de un proyectil balístico, en particular los daños de tipo orificio que favorece una fuga de carburante. Esta patente describe un doble depósito formado por dos vejigas imbricadas y así capaz de limitar los daños ocasionados por un impacto balístico. El conjunto comprende igualmente una pluralidad de conectores dispuestos entre las dos vejigas a fin de limitar al menos parcialmente la expansión de la vejiga. Así, este conjunto permite limitar la expansión de la vejiga interna, pero no permite impedir la explosión del depósito si la presión ejercida por la expansión de volumen de carburante durante la penetración del proyectil es demasiado importante.

Finalmente, se conoce un producto a base de espuma de poliuretano que protege los depósitos de carburante únicamente contra los efectos electrostático y el traqueteo, al tiempo que asegura la inertización de los vapores y una barrera contra los residuos externos. Este sistema no permite gestionar las sobrepresiones generadas por un impacto balístico.

5 El documento US 3567536 describe un depósito de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención tiene por tanto por objeto paliar uno o varios de los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo un depósito adaptado para resistir las sobrepresiones generadas por un impacto de proyectil.

De modo más preciso, la presente invención propone un dispositivo de gestión de las sobrepresiones en el seno de un depósito de líquido.

10 Para esto, la presente invención propone un depósito, de líquido, adaptado para resistir las sobrepresiones provocadas por un impacto de proyectil y dispuesto en el interior de una estructura, comprendiendo el citado depósito un dispositivo de gestión de las sobrepresiones.

La mejora se refiere por tanto a la expansión del volumen que contiene el líquido a través de un dispositivo mecánico adaptado muy simple.

15 El objetivo de la invención es obtener una expansión de manera simple, duradera y pasiva, tanto para depósitos existentes como para nuevos depósitos que haya que diseñar. Por duradero hay que entender la aptitud para obtener expansiones sucesivas si varios proyectiles atraviesan el depósito a lo largo del tiempo. Dicho de otro modo, el dispositivo mecánico no debe ser un consumible.

20 De acuerdo con la invención, el dispositivo de gestión de las sobrepresiones comprende una capa de espuma hiperelástica. Se entiende por espuma hiperelástica una espuma capaz de comprimirse fuertemente bajo carga y retomar su forma inicial tras la descarga. Se trata preferentemente de una espuma a base de polietileno.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo está dispuesto en el interior del depósito, especialmente cuando el depósito es parte integrante de una estructura como, por ejemplo, un plano de sustentación o un fuselaje.

25 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo está dispuesto al exterior del depósito, entre la pared externa flexible del depósito y la estructura que contiene a este último.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el espesor de la capa de espuma hiperelástica está adaptado en función del volumen de expansión deseado.

De acuerdo con la invención, el espesor de la capa de espuma hiperelástica está comprendido entre 5 mm y 15 mm.

30 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo recubre al menos cuatro caras del depósito cuando el depósito tiene una forma paralelepípedica.

De acuerdo con la invención, la espuma hiperelástica es de células cerradas.

35 Otras características y ventajas de la invención se comprenderán mejor y se pondrán de manifiesto de modo más claro en la lectura de la descripción hecha a continuación, refiriéndose a las figuras anejas y dadas a título de ejemplo:

- la figura 1 es una representación esquemática de una vista en corte de una parte de una variante del depósito de acuerdo con un modo de realización de la invención,

- la figura 2 es una representación esquemática de una vista en corte media de una variante del depósito de acuerdo con un modo de realización de la invención,

40 - la figura 3 ilustra los resultados (fuerza global de reacciones de las cuatro paredes en función del tiempo) obtenidos para un depósito de acuerdo con la técnica anterior a) totalmente lleno, b) lleno al 90%,

- la figura 4 ilustra los resultados (fuerza global de reacciones de las cuatro paredes en función del tiempo) obtenidos para un depósito de acuerdo con la invención a) totalmente lleno, b) lleno al 90%.

45 La presente invención concierne a un dispositivo totalmente mecánico, pasivo, simple que permite obtener la expansión de un depósito que contiene un líquido.

En el marco de la invención el depósito es por ejemplo un depósito flexible o un depósito integrado. Se entiende por depósito flexible, un depósito formado por una envuelta que no es la estructura en el interior de la cual el mismo está dispuesto. Se entiende por depósito integrado, un depósito formado por la estructura en el interior de la cual el mismo está dispuesto.

El líquido presente en el interior de depósito es por ejemplo carburante.

5 Las paredes del depósito definen el volumen de almacenamiento de líquido. El depósito está dispuesto en el interior de una estructura, y por ejemplo en el interior de una estructura de tipo aeronave. El depósito puede estar dispuesto igualmente en el interior de una estructura de tipo vehículo terrestre o cualquier otro tipo de estructura que comprenda un depósito que pueda ser llenado de líquido.

10 El dispositivo utilizado para contrarrestar los efectos debidos al atravesamiento de un proyectil en el líquido, está constituido por una capa de espuma. La espuma utilizada en el marco de la presente invención tiene un comportamiento mecánico de tipo hiperelástico. En efecto, es importante que el dispositivo permita gestionar el aumento de presión debido a la penetración de un proyectil en el depósito, pero que igualmente permita gestionar aumentos de presión sucesivos o simultáneos. Para esto, es necesario que la espuma, después de haber sido comprimida bajo el efecto de la sobrepresión, retome rápidamente su forma inicial. Además, la rigidez de compresión de la capa de espuma debe ser tal que la misma debe solicitar débilmente la estructura que la soporta, sea en presencia o no de un depósito añadido.

15 Se entiende por espuma hiperelástica una espuma capaz de comprimirse fuertemente bajo carga y retomar su forma inicial tras la descarga. Una espuma de polietileno como la Ethafoam® 900, cuyas propiedades están precisadas en la tabla 1, presenta dicho comportamiento. Pueden utilizarse otras referencias de espumas hiperelásticas.

Propiedades físicas	Valores
Densidad	140 kg*m ³
Deformación remanente tras compresión	< 5%
Nivel de compresión:	Nivel de tensión
10%	400 kPa
25%	500 kPa
50%	700 kPa

Tabla 1. Propiedades de la espuma hiperelástica

La solución propuesta en el marco de la presente invención se aproxima así a aquella de la citada « capa sacrificial » pero utilizando un material de comportamiento mecánico adaptado.

20 En función del tipo de depósito utilizado, el dispositivo de acuerdo con la invención se dispondrá en el interior del depósito denominado integrado o al exterior del depósito de paredes flexibles.

25 De modo más preciso, de acuerdo con una variante de la invención ilustrada en la figura 1, en el caso de un depósito flexible, el dispositivo es colocado entre la estructura y la pared externa del citado depósito. En esta variante, el líquido 2 está almacenado en el volumen interno del depósito 10. El proyectil 5 al penetrar en el depósito 10 crea ondas 51 que ejercerán una sobrepresión 52 y deformarán la pared 53 del depósito 10. Esta deformación es amortiguada por la capa de espuma 3 dispuesta entre la estructura 4 y el depósito 10.

30 De acuerdo con un modo de realización, la estructura está compuesta de dos pieles de material compuesto entre las cuales está dispuesta por ejemplo una capa de material 41 alveolar. La capa de espuma está intercalada entre la pared del depósito flexible y el panel sándwich así construido. La resistencia mecánica de esta estructura 4 es superior a la resistencia mecánica de la espuma. El panel sándwich puede comprender un soporte 6 de fijación.

En este tipo de variante, es decir un depósito 10 flexible alojado en el fuselaje o en el plano de sustentación, puede utilizarse una espuma de células abiertas o cerradas. En efecto, el líquido no está directamente en contacto con la espuma, no es por tanto necesario que la misma sea de células cerradas.

35 De acuerdo con otra variante de la invención ilustrada en la figura 2, en el caso de un depósito 100 integrado, es decir formado por la estructura de la aeronave, la espuma 3 tapiza la pared interna 11 del citado depósito 100 al menos en 4 caras. En esta variante, las paredes 12 del depósito pueden estar formadas directamente por la estructura, por ejemplo, de la aeronave. El proyectil 8 está representado en una pared, en fase de perforación. El nivel de líquido en el depósito 100 está ilustrado por la línea 7.

40 En este tipo de variante, es decir en el caso de un depósito 100 integrado por ejemplo en fuselaje o en plano de sustentación, la espuma en contacto directo con el carburante es preferentemente de células cerradas para evitar cualquier migración de líquido en las células.

En los dos tipos de variantes, depósito flexible o integrado, cuando el depósito es de forma paralelepípedica, y por ejemplo cúbico o rectangular, la espuma está dispuesta preferentemente al menos en cuatro caras paralelas a la

trayectoria del proyectil. De acuerdo con un modo de realización, la espuma tapiza la totalidad de las caras del depósito.

De acuerdo con un modo de realización, la capa de espuma hiperelástica tiene un espesor comprendido entre 5 mm y 15 mm, y preferentemente igual a 10 mm.

- 5 De acuerdo con una variante de la invención la espuma utilizada puede ser a base de polietileno (PE) de células cerradas, como la presentada con el nombre comercial Ethafoam® 900.

- 10 De acuerdo con una variante de la invención, tal dispositivo puede ser utilizado por los diseñadores de depósitos flexibles, y por ejemplo para depósitos de doble pared dotados en origen de una espuma que tiene principalmente la función de auto-obturación, por reacción química con el carburante, en caso de perforación. La adición de la espuma entre dos paredes de elastómero permite además gestionar la sobrepresión debida a la penetración de un proyectil.

Puede considerarse una actualización de los depósitos existentes, pero también el diseño de nuevos depósitos integrados que incorporen el dispositivo de acuerdo con la invención.

En todos estos tipos de aplicaciones, el hecho de utilizar una espuma con comportamiento hiperelástico permite garantizar una utilización eficaz en el tiempo.

- 15 En efecto, en el caso, por ejemplo, de una aeronave militar, la amenaza balística no es única, varios proyectiles pueden alcanzar y atravesar el depósito sucesiva y/o simultáneamente. Son por tanto necesarias múltiples y sucesivas expansiones del volumen que contiene el carburante. Una espuma hiperelástica permite así responder a este tipo de exigencias y de este modo limitar el riesgo de perder la aeronave por explosión del depósito no equipado con esta capa de espuma, después de un impacto balístico.

20 **Ejemplo de puesta en práctica de la invención**

La solución propuesta es puesta en práctica a través de simulaciones numéricas a fin de mostrar el beneficio aportado por una espuma hiperelástica.

El ejemplo concierne a un depósito cúbico (ilustrado en la figura 2, visto en corte medio) de dimensiones 200 mm (H) x 200 mm (A) x 200 mm de acuerdo con dos configuraciones.

- 25 - totalmente lleno,
- lleno al 90%.

Todas las paredes se suponen infinitamente rígidas y cuatro de las mismas en periferia soportan una capa de espuma:

- 30 - de poliuretano (PU) rígido,
- o de polietileno (PE) de tipo Ethafoam® 900 de acuerdo con la invención.

En los dos casos, el espesor de la espuma es de 10 mm. Un proyectil cúbico de 8 mm llega a la velocidad inicial de 250 m/s al campo líquido.

En el transcurso de las simulaciones se registra, para cada pared rígida que soporta una capa de espuma, el esfuerzo global de reacción en función del tiempo.

- 35 La figura 3a ilustra los resultados obtenidos en presencia de un depósito totalmente lleno y dotado de una espuma rígida de PU, el pico de esfuerzo alcanza aproximadamente 57800 N, o sea una presión media superior a 14 bares. Cuando el depósito, siempre dotado de la misma espuma, está lleno al 90% (véase la figura 3b), el pico de esfuerzo llega aproximadamente a 31800 N, o sea una presión media próxima a 9 bares.

- 40 La figura 4a ilustra los resultados obtenidos en presencia de un depósito totalmente lleno y dotado de una espuma de PE de tipo Ethafoam® 900 con un llenado al 100%, el esfuerzo máximo es de aproximadamente 2430 N, o sea una presión media de aproximadamente 0,6 bares. El depósito, dotado siempre de la misma espuma, está lleno al 90% (véase la figura 4b), el esfuerzo de reacción permanece inferior a 1800 N, o sea una presión media inferior a 0,5 bares.

- 45 Estos resultados de simulaciones son significativos porque se observa una reducción de la sobrepresión del 95% para un depósito lleno al 100% o al 90% y dotado de la espuma PE hiperelástica. El rendimiento de la espuma PE hiperelástica como la Ethafoam® 900, es ampliamente superior a lo que puede obtenerse con una espuma PU rígida.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Depósito (10, 100) de líquido (2), adaptado para resistir las sobrepresiones provocadas por un impacto de proyectil y dispuesto en el interior de una estructura (4), comprendiendo el citado depósito un dispositivo de gestión de las sobrepresiones, comprendiendo el citado dispositivo una capa (3) de espuma hiperelástica a base de polietileno, caracterizado por que el espesor de la capa de espuma hiperelástica está comprendido entre 5 mm y 15 mm y la espuma hiperelástica a base de polietileno es de células cerradas.
2. Depósito de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el dispositivo (3) está dispuesto en el interior del depósito (10, 100).
- 10 3. Depósito de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el dispositivo (3) está dispuesto al exterior del depósito, entre la pared externa del depósito (10, 100) y la estructura (4).
4. Depósito de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el espesor de la capa de espuma hiperelástica es adaptado en función del volumen de expansión deseado.
5. Depósito de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, teniendo el citado depósito una forma paralelepípedica y recubriendo el dispositivo (3) al menos cuatro caras del citado depósito.

15

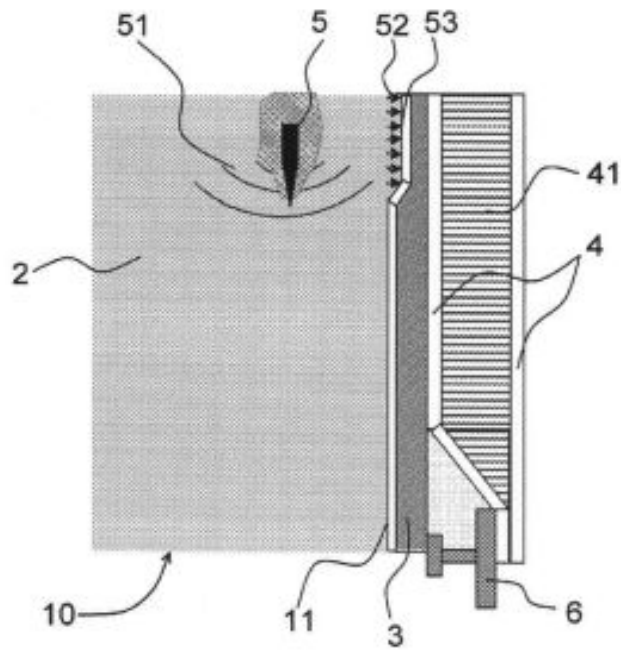


Figura 1

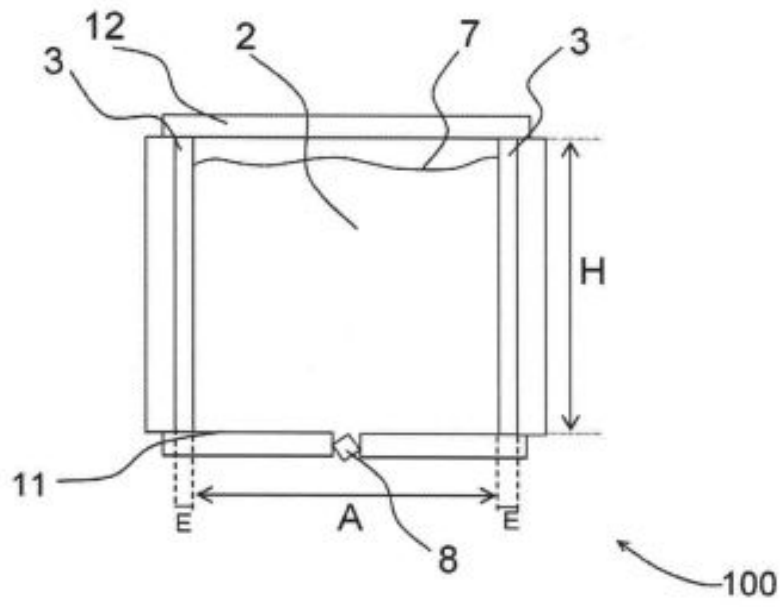


Figura 2

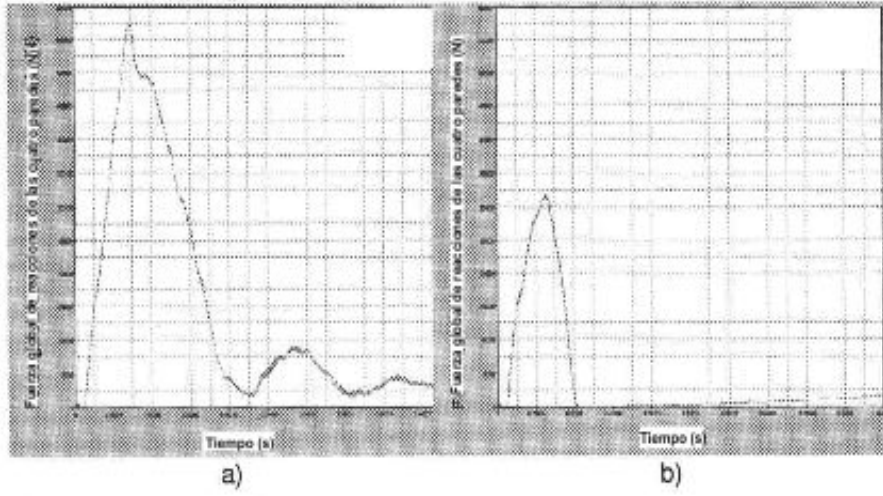


Figura 3

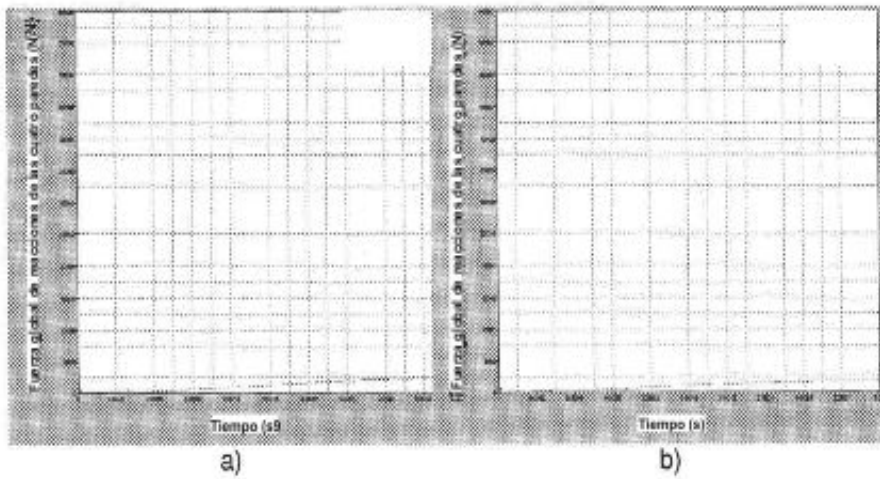


Figura 4