

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 198**

51 Int. Cl.:  
**B62D 1/19** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06829514 .6**
- 96 Fecha de presentación: **12.12.2006**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1960250**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2008**

54 Título: **Dispositivo de absorción de energía que opera con un medio capaz de fluir**

30 Prioridad:  
**12.12.2005 EP 05027133**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.11.2012**

73 Titular/es:  
**INVENTUS ENGINEERING GMBH (100.0%)  
NR. 181  
6771 ST. ANTON IM MONTAFON, AT**

72 Inventor/es:  
**BATTLOGG, STEFAN y  
PÖSEL, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 391 198 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

Dispositivo de absorción de energía que opera con un medio capaz de fluir.

5 La invención se refiere a un dispositivo de absorción de energía para la protección de ocupantes de vehículos, compuesto de un recipiente que pasa en medio de una constricción a un canal, y que contiene un medio magnetoreológico, y un dispositivo que produce un campo magnético variable y encierra el canal para influenciar la capacidad de flujo del medio en el canal, estando el dispositivo asignado al canal de manera tal que sus líneas de campo atraviesen el canal perpendiculares al sentido de flujo del medio.

10 En aplicaciones con líquidos magnetoreológicos pueden diferenciarse, generalmente, sistemas de baja y de alta presión. Los amortiguadores de vibraciones, amortiguadores de asiento, aparatos de gimnasia, etc. son sistemas de baja presión mediante cuya acción repetida en un sistema pistón-cilindro o similar debe realizarse una presión interior del líquido magnetoreológico de no más de 50 bar, aproximadamente. Las bajas presiones se consiguen mediante la relación entre el diámetro de cilindro y el diámetro de pistón, siendo necesario, debido a una bobina en el pistón, un mayor diámetro de pistón.

15 Un dispositivo del tipo nombrado al comienzo en forma de un amortiguador de automóvil se conoce, por ejemplo, por el documento US 2.820.471. El amortiguador presenta un cilindro con un pistón de doble efecto y una tubería de conexión entre los dos semicilindros. En cilindro y la tubería de conexión están llenos de un líquido magnetoreológico que por medio de la tubería de conexión puede fluir ida y vuelta entre los dos semicilindros. La viscosidad del líquido se modifica bajo la influencia del dispositivo de magnetización asignado a una aplanadura en la tubería de conexión, y la absorción de energía del amortiguador puede ser adaptada de este modo a los diferentes estados iniciales y condiciones.

20 El documento WO 00/29264 perteneciente al estado actual de la técnica muestra también un dispositivo de absorción de energía que incluye un sistema de pistón-cilindro con tubería de conexión, en combinación con una sujeción del cinturón de seguridad, pudiéndose variar la elasticidad de la sujeción de la hebilla de correa o la velocidad de rebote de la bobina de cinta.

25 Ello es diferente en los dispositivos absorbentes de energía de impacto, porque estos no pueden ser usados repetidamente sino sólo una vez en un caso de emergencia. Aquí no se presentan problemas de hermeticidad, pero se producen presiones en el intervalo de 50 bar a 200 bar, aproximadamente. El volumen necesario del caro líquido magnetoreológico es mucho menor. Dichos dispositivos de absorción de energía de impacto son ventajosos y/o necesarios en vehículos no solamente en la columna de dirección, sino también en una serie de otros componentes, por ejemplo en apoyacabezas, cinturones de seguridad, asientos y elementos de asiento, etc. En caso extremo pueden encontrarse en un vehículo motorizado más de 20 lugares de instalación diferentes.

Los componentes de cinturones de seguridad, airbags, etc., relevantes en un choque pueden, actualmente, en la mayoría de los casos, ser activados en una etapa, máximamente en dos etapas. Una activación multietapas es extremadamente complicada, una activación variable ha sido imposible hasta ahora.

35 Por ejemplo, la columna de dirección debería absorber una mayor parte de la energía de impacto del conductor, en concreto ser realizada rígida, debiendo la fuerza antagónica ser de 8000 N, aproximadamente. Si el conductor tiene puesto el cinturón y es ligero, es suficiente una fuerza antagónica de 2000 N. La excesiva fuerza antagónica de 8000 N puede producir lesiones graves hasta mortales en conductores ligeros con el cinturón puesto. Pero, si la fuerza antagónica de dirección está ajustada a 2000 N, el conductor con el cinturón no puesto sería desacelerado de manera demasiado lenta y apretado con energía residual elevada contra el tope final del desplazamiento de la columna de dirección. Como también en este caso las consecuencias son lesiones graves, se ha tratado de optimizar el airbag y el cinturón de seguridad, de modo que dicha combinación absorba la mayor parte de la energía de impacto del conductor y sólo quede una energía residual muy pequeña para la columna de dirección, de modo que es suficiente una fuerza antagónica reducida. No obstante, de este modo el problema de un ajuste variable no está solucionado, sino sólo transferido en parte.

40 Referido a los valores de desaceleración del cuerpo del conductor, ello es desventajoso debido a que se desperdicia un recorrido importante. El impacto se puede subdividir en dos trayectos importantes, en concreto en un primera recorrido de desaceleración durante el funcionamiento del airbag y del cinturón que, en promedio, es de 40 cm, y un segundo recorrido de desaceleración consecutivo, durante la deformación de la columna de dirección, que es de 10 cm, aproximadamente. Por lo tanto, el cuerpo debe ser desacelerado fuertemente en el primer recorrido de desaceleración, de manera que la energía residual sea pequeña en la transferencia al segundo recorrido de desaceleración. La desaceleración es inversamente proporcional al recorrido, es decir el reducido segundo recorrido de desaceleración significa una gran desaceleración. Pero, como en el segundo recorrido se quiere que sólo estén a disposición fuerzas antagónicas reducidas, para no poner en peligro conductores ligeros debe asumirse una desaceleración elevada en el primer recorrido, de modo que durante el primer recorrido el cuerpo es cargado fuertemente y en las personas bajas y ligeras de manera excesivamente fuerte. El recorrido promedio indicado en 40 cm para el primer recorrido de desaceleración se refiere a un conductor de estatura media. En personas bajas que están sentadas sustancialmente más cerca del volante, el primer recorrido de desaceleración es esencialmente más

5 corto y de 25 cm, aproximadamente. De este modo, la participación del segundo recorrido de desaceleración en el recorrido de desaceleración total se incrementa, aproximadamente, a un tercio sin que pueda variar la fuerza antagónica ajustada a conductores ligeros. En consecuencia, la desaceleración en el primer recorrido de desaceleración, ajustada a personas pesadas, debe aumentar aún más y es, en parte, incluso tan fuerte que el cuerpo es lanzado hacia atrás. En consecuencia, en algunos vehículos el airbag puede ser desconectado para conductores ligeros y bajos, si bien entonces le corresponde a la dirección la función de una fuerza antagónica incrementada.

10 Es razonable y efectivo aprovechar el recorrido total (en total 50 cm, aproximadamente) y en la suma de recorridos desacelerar siempre de manera adecuada. Sólo ello conduce a cargas más reducidas para el cuerpo, y solamente es posible con un sistema regulable en el que el medio magnetoreológico sea expuesto al campo magnético durante un tiempo suficientemente largo. En consecuencia, según la invención, en un dispositivo del tipo nombrado el comienzo se ha previsto que el canal forme durante el choque de un vehículo un canal de salida (5) en el cual es presionado el medio mediante la acción de una fuerza exterior, y que, para una protección de ocupantes única variar la absorción de energía del dispositivo durante un tiempo de impacto  $t_a$  mediante la variación de la resistencia al flujo de la constricción, la longitud del canal de salida encerrado por el dispositivo, respetando un tiempo de permanencia  $t_v$  para el medio en el canal de salida, está definida mediante la siguiente relación matemática entre el volumen  $V_m$  del medio en el recipiente, la superficie transversal  $F$  del canal de salida, el tiempo de impacto  $t_a$ , y el tiempo de permanencia  $t_v$ :

$$L \geq \frac{V_m t_v}{(t_a - t_v) \cdot F}$$

20 Por lo tanto, el dispositivo según la invención es un absorbedor de energía controlable en el que la absorción de energía es ajustada de forma variable no sólo en función de la desaceleración del vehículo, el ángulo de impacto, la masa del conductor, etc. sino que también puede ser ajustada durante el impacto. Por naturaleza, el tiempo de impacto es muy corto y se encuentra en el intervalo de 30 a 100 ms, de acuerdo con el test EuroNCAP (European New Car Assessment Programme). En este caso, la longitud del canal de salida está dimensionada de modo que el tiempo de permanencia en el que cada partícula magnetizable del medio se encuentra en el campo magnético sea suficientemente largo como para que todas las partículas puedan alinearse completamente. Dicho tiempo es al menos de un milisegundo.

Consecuentemente, la longitud del canal de salida se calcula mediante la fórmula:

$$L \geq \frac{V_m t_v}{(t_a - t_v) \cdot F} \quad \text{o bien} \quad L \geq \frac{X \cdot Y \cdot Z t_v}{(t_a - t_v) \cdot B \cdot H}$$

30 en la que

$V_m$  es el volumen del medio en el recipiente, siendo

X la anchura del espacio de impacto del recipiente,

Y la altura del espacio de impacto del recipiente, y

Z la longitud del espacio de alojamiento del recipiente,

35  $t_v$  el tiempo de permanencia,

$t_a$  el tiempo de impacto y

F la superficie transversal del canal de salida, siendo

B la anchura del canal de salida, y

H la altura del canal de salida.

40 Gracias a que el tiempo de permanencia mínimo es, aproximadamente, el 1% al 2% del tiempo de impacto, en un cálculo estimativo éste también puede ser despreciado, con lo cual la longitud calculada del canal de salida aumenta, aproximadamente, en 1% a 2%. Como es evidente, un mayor tiempo de permanencia se manifiesta sobre la longitud del canal de salida, en muchos casos, sin embargo, el espacio de instalación existente permite solamente una longitud mínima.

45 Para influir en la resistencia al flujo de la constricción se ofrecen diferentes opciones. Por un lado, es factible modificar la sección transversal, por ejemplo mediante la división en varios canales que puedan ser cerrados individualmente mediante correderas desplazables, diafragmas, etc. o por al menos una válvula con diferentes posiciones de apertura.

Además, es posible variar la cantidad de salida por unidad de tiempo, por ejemplo mediante recipientes de una superficie transversal variable en función de la longitud, de modo que la cantidad expulsada por unidad de recorrido y/o tiempo es fluctuante.

5 A los líquidos magnetoreológicos se le debe suministrar relativamente poca energía para la variación de la capacidad de flujo. La absorción de energía puede ser adaptada a diferentes estados iniciales y condiciones y no son necesarias juntas ni piezas mecánicas móviles. Ello es particularmente importante para el funcionamiento en caso de emergencia, porque los dispositivos amortiguadores de impacto no llegan siquiera a activarse en la mayoría de los casos, de modo que su capacidad de funcionamiento no puede ser comprobada con regularidad.

10 En un sistema pistón-cilindro, la superficie de presión del pistón no debe ser demasiado reducida porque, caso contrario, la presión se torna demasiado elevada. Cuando no se debiera superar una presión de 200 bar, equivalente a una presión superficial de  $20 \text{ N/mm}^2$ , en una fuerza de impacto de 8000 N se requiere una superficie de presión de  $4 \text{ cm}^2$ , lo que corresponde a un diámetro de pistón de 2,25 cm, aproximadamente. Cuanto mayor es el diámetro de pistón tanto menor es la presión en el cilindro, lo cual es una ventaja, sin embargo tanto mayor es la cantidad de líquido desalojada, lo cual es una desventaja, calculándose el volumen mediante la superficie de presión de  $4 \text{ cm}^2$

15 multiplicada por una carrera correspondiente a la deformación de la columna de dirección, o sea 10 cm, aproximadamente, y que en este ejemplo es de  $40 \text{ cm}^3$ , o sea 40 ml. De la superficie de presión y de la velocidad de avance del pistón, resultante de la velocidad de deformación durante el impacto (hasta 5 m/s), se genera el caudal, un volumen a magnetizar por unidad de tiempo como resultado de ello, y una sección transversal determinada de la constricción.

20 La constricción presenta una abertura de entrada que es, preferentemente, rectangular y delimitada mediante los bordes laterales del recipiente, convergiendo las paredes laterales que forman los lados rectangulares más largos hacia la abertura, de modo que se forma una hendidura estrecha. El canal de salida conectado presenta, preferentemente, la misma sección transversal y es conducido a través de la hendidura entre dos piezas de hierro, formadores de dos polos magnéticos, del dispositivo generador del campo magnético. Al mantener reducida la

25 distancia entre los dos polos -la altura de la hendidura debería ser menor que 5 mm-, las dos paredes anchas del canal de salida pueden estar interrumpidas en el sector de las piezas de hierro, de modo que el medio entra en contacto directo con las caras polares. Pero, debido a que la superficie transversal no debe ser disminuida, una reducción de la altura de hendidura conduce a un ensanchamiento del canal de salida. Consecuentemente, las alturas de hendidura útiles constructivamente se encuentran entre 1 mm y 3 mm. Una realización, a ser posible óptima, prevé que la superficie transversal del canal de salida sea de al menos 10% de la superficie transversal del recipiente.

Las dos piezas de hierro pueden ser imanes permanentes, pudiendo su campo magnético ser reforzado o debilitado, dado el caso también desactivado, mediante el campo magnético de una bobina controlable.

35 En otra realización, las dos piezas de hierro pueden ser magnetizadas mediante una bobina controlable, para aumentar la resistencia al flujo de un valor límite inferior. El mismo puede depender, por ejemplo, de la viscosidad del medio no magnetizado y, dado el caso, de un elemento de estallido que cubre el orificio y que libera el orificio a una presión específica del medio.

Para la alimentación de corriente se ha previsto, en particular, un condensador; sin embargo, también es posible pensar en otra fuente de corriente apropiada, por ejemplo un acumulador, si se dispone de ella en el lugar de uso.

40 En este caso, el campo magnético debe cargar, magnéticamente todo el canal de salida, si bien sobre la longitud, empero no sobre la anchura. Por ejemplo, el campo magnético podría también estar previsto solamente en los dos sectores marginales, de modo que una parte central del medio fluya de manera no influenciada a través del canal de salida.

45 Además, el canal de salida también podría ser complementado en el campo magnético por medio de un canal de bypass que pueda ser conectado o desconectado. Con ello podría aumentarse el sector de fuerza antagónica. El bypass también podría conducir al "aire libre", algo que con fuerzas muy elevadas es ventajoso porque aumenta el intervalo de ajuste.

A continuación, la invención se explica en detalle mediante las figuras del dibujo adjunto, sin estar restringido a ello. Muestran:

50 La figura 1, un detalle esquemático de una columna de dirección con un dispositivo según la invención,  
la figura 2, una sección longitudinal a través de un recipiente del dispositivo según la invención,  
la figura 3, una vista oblicua esquematizada del dispositivo según la invención,  
la figura 4, una vista frontal del dispositivo según la figura 3, con desarrollo del campo magnético,  
la figura 5, una sección parcial de una realización preferente del dispositivo,

las figuras 6 y 7, dos esquemas de conexiones para la aceleración de la realización del campo magnético,

las figuras 8 y 9, un recipiente para un desarrollo progresiva de fuerzas antagónicas,

las figuras 10 y 11, un recipiente para un desarrollo degresivo de fuerzas antagónicas,

las figuras 12 y 13, un recipiente para un desarrollo variable de fuerzas antagónicas,

5 la figura 14, una representación esquemática del recipiente y de la constricción, y

la figura 15, una representación esquemática del dispositivo según la invención como parte de un apoyacabeza.

Un dispositivo de absorción de energía puede estar dispuesto, como muestra la figura 1, por ejemplo, en una columna de dirección 11, de manera paralela a las piezas que en un choque son desplazados longitudinalmente. El dispositivo presenta un recipiente 1 cuyo volumen puede ser reducido y que contiene un líquido magnetoreológico.

10 El recipiente 1 está fijado en un extremo a una pieza desplazable de la columna de dirección 11, mientras que el otro extremo, al que conecta una tubería de descarga 3, está en contacto o fijado con/a una pieza no desplazable de la columna de dirección 11. En un impacto, la columna de dirección 11 puede acortarse y el líquido contenido en el recipiente 1 es expulsado a la tubería de descarga 3 a través de una constricción 4 y su canal de salida 5, retardando la resistencia al flujo de la constricción 4 la expulsión del líquido, de modo que se absorbe energía de  
15 impacto.

El canal de salida 5 está encerrado en un dispositivo 2 para la generación de un campo magnético variable. El dispositivo 2 comprende un electroimán mediante el cual se genera un campo magnético o se influye sobre el campo magnético de un imán permanente. El electroimán puede ser controlado por medio de señales de sensores que vigilan un choque en función de diferentes criterios, como peso y posición sentada del conductor, etc., cambiando el  
20 campo magnético variable la viscosidad del líquido a ser expulsado a través de la constricción, y la fuerza antagónica se torna menor o mayor.

En la figura 2, los detalles son más evidentes. El recipiente 1 que presenta una sección transversal cualquiera se estrecha hasta formar un orificio plano rectangular en la constricción 4 y su canal de salida 5 consecutivo que desemboca en la tubería de descarga 3. Las paredes del canal de salida 5 son, preferentemente, de un material  
25 antimagnético.

Las figuras 3 y 4 muestran la estructura del dispositivo 2 para la generación del campo magnético variable 10 con elementos de hierro 6 con forma de C a los que se encuentra asignada una bobina 7. El canal de salida 5 atraviesa la hendidura 9 entre las caras polares del elemento de hierro 6. Como muestra la figura 4, las dos paredes anchas del canal de salida pueden estar escotadas en los elementos de hierro 6, de modo que existan solamente las  
30 paredes estrechas 8. De esta manera, la hendidura 9 que presenta una altura de un máximo de 5 mm, preferentemente entre 1 mm y 3 mm está minimizada, y el líquido magnetoreológico está en contacto directo con las caras polares.

La figura 5 muestra detalles constructivos de un dispositivo según la invención, en sección parcial. El canal de salida 5 que atraviesa los elementos de hierro 6 está dividido mediante una placa separadora 16 desde la cual hacia  
35 ambos lados se elevan refuerzos 17. El tiempo de permanencia del medio en el canal de salida 5 es aumentado mediante los componentes 16, 17, de modo que el medio está expuesto al campo magnético durante más tiempo, sin que se deba aumentar el tamaño del electroimán. El tiempo de permanencia debiera ser de al menos un milisegundo, preferentemente al menos 1,5 milisegundo, para también con picos de fuerza, que generan velocidades de flujo extremadamente elevadas a través del canal de salida 5, conseguir una magnetización suficiente. Otras  
40 opciones para una prolongación del tiempo de permanencia son la configuración de irregularidades en las paredes delimitadoras 8 del canal de salida 5, caras frontales de elementos de hierro 6 alternantes protuberantes o retiradas en la hendidura 9, o un único o múltiple desvío de todo el canal de salida 5, por ejemplo a la manera de chicanas.

En la figura 5 se muestra, en vez de la tubería de descarga, un recipiente colector 15 en el extremo del canal de salida 5. En esta realización, la constricción 4 está configurada en una cabeza de recipiente 18, particularmente de  
45 dos piezas, equipada de nervaduras de guía 19 que conducen la canal de salida 5 para la distribución uniforme e introducción del medio. La cabeza de recipiente 18 presenta una tubuladura roscada 20 sobre la que el recipiente 1 puede ser enroscado con una rosca apropiada que porta el orificio.

Si el campo magnético está puesto en circuito desde un principio, la mayor fuerza antagónica se suma a las fuerzas de inercia de los componentes y las fuerzas de impacto/choque, de lo cual resulta un elevado pico de fuerza  
50 antagónica. Por eso es mejor que el campo magnético esté fuera del circuito hasta que haya pasado el primer pico de carga y que todos los componentes estén acelerados. Sólo después (transcurridos aproximadamente 3 ms) debería ser rápidamente realizado el campo magnético (en el intervalo de aproximadamente 10 ms). De este modo, la curva de fuerzas antagónicas puede ser adaptada a un mejorar las circunstancias y ser regulada durante el paso del medio a través del canal de salida 5, por ejemplo en adaptación a una posición del conductor y/o detección del  
55 peso de conductor, una medición de aceleración, etc.

- 5 Para realizar rápidamente el campo magnético existen, por ejemplo, los circuitos mostrados en las figuras 6 y 7. Como la constante de tiempo  $UR$ , sobre la que está realizado aproximadamente el 63% del campo magnético, es tanto menor cuanto mayor es la resistencia  $R$ , según la figura 6 puede conseguirse una realización rápida del campo magnético conectando en serie a la bobina del dispositivo 2 una prerresistencia  $R_v$ , que posteriormente es puenteada o desconectada.
- La figura 7 muestra una opción en la que el condensador  $C$  es cargado por una segunda fuente de tensión  $U_{q2}$  separada y transfiere a la bobina del dispositivo 2, junto con un diodo  $D$ , una tensión, elevada en un primer momento. Un breve pico de tensión es, más o menos, el doble o triple de la tensión entregada por la primera fuente de tensión  $U_{q1}$  mediante la cual el campo magnético es mantenido a continuación en la magnitud deseada.
- 10 Las figuras 1 y 2 muestran recipientes cilíndricos 1; el recipiente según la figura 1 está configurado a la manera de un fuelle y, consecuentemente, puede ser comprimido, y el recipiente según la figura 2 puede contener un pistón para expulsar el líquido. Debido a que la superficie transversal del recipiente es, en lo esencial, constante sobre la longitud, también es constante la resistencia al flujo de la constricción 4, porque por unidad de recorrido o unidad de tiempo es expulsada la misma cantidad.
- 15 Las figuras 8, 10 y 12 muestran alternativas en las que, sin influencia en la constricción, la resistencia al flujo  $F$  puede ser progresiva, degresiva o fluctuante. La figura 8 muestra un recipiente 1 comprimible, cuya sección transversal se agranda cada vez más desde el orificio, de modo que, como lo muestra la figura 9, la resistencia al flujo  $F$  es cada vez mayor. La figura 10 muestra un recipiente 1 comprimible cuya sección transversal aumenta al alejarse de su orificio, primero más y después menos, de manera que la resistencia al flujo  $F$  (figura 11) aumenta mucho al principio y después menos. La figura 12 muestra, finalmente, un recipiente 1 comprimible, cuya sección transversal en el medio es la mayor, de manera que la resistencia al flujo  $F$  aumenta y disminuye nuevamente (figura 13).
- 20 Las realizaciones de las figuras 8 a 13 muestran que la resistencia al flujo de la constricción 4 puede ser seleccionada a partir de una forma de recipiente apropiada, de modo que no es necesario un dispositivo de regulación en la constricción 4 para poder generar una resistencia al flujo variable. Ya es posible conseguir diferentes valores de amortiguación de impactos mediante la forma del recipiente adaptada a dicho proceso. Sin embargo, el dispositivo de regulación 2 en la constricción 4 permite una variabilidad de la resistencia al flujo en función de diferentes criterios.
- 25 Cuando se produce un accidente, mediante el impacto del torso superior sobre el volante disminuye el volumen del recipiente 1 y el dispositivo 2 regula el paso del medio a través del canal de salida 5 mediante una variación apropiada de la viscosidad en función de señales de un ordenador que procesa diferentes datos de medición y parámetros. En el caso de no uso, el electroimán está sin corriente y el medio contenido es muy líquido. Un elemento de estallido que cubre el orificio del recipiente y que se rompe a una determinada presión impide un derrame accidental del medio. En consecuencia, el electroimán sólo es excitado en caso de accidente, para
- 30 aumentar o reducir la viscosidad del medio magnetoreológico. Alternativamente, el medio también puede estar encerrado en una cápsula hermética, por ejemplo en una bolsa plástica insertada en un recipiente y que revienta por presión. La cápsula también hace prescindible el elemento de estallido.
- 35 Como fuente de corriente es suficiente un condensador alojado, por ejemplo, en el sector del volante, de modo que el sistema permanece funcional incluso con un corte de la alimentación de corriente del vehículo motorizado. En caso que la alimentación de corriente o el sistema electrónico se interrumpa completamente, en cualquier caso actúa por sí sola la resistencia al flujo de la constricción que, por ejemplo presenta una magnitud de 2000 N.
- 40 La figura 14 muestra, esquemáticamente, las dimensiones del recipiente 1 y del canal de salida 5 usadas en la fórmula anterior para el cálculo de la longitud  $L$  del canal de salida 5.
- 45 La figura 15 muestra, esquemáticamente, un apoyacabeza 12 amortiguador del impacto. En este caso, el recipiente 1 no es cilíndrico, sino tiene más bien la forma de una lata más plana, que también puede ser comprimida cuando la cabeza de una persona golpea contra el apoyacabeza 12. El canal de salida 5 es acodado y, a su vez, encerrado mediante el dispositivo 2. La referencia 13 señala un sistema electrónico mediante el que se controla el dispositivo.

**REIVINDICACIONES**

5 1. Dispositivo de absorción de energía para la protección de ocupantes de vehículos, compuesto de un recipiente (1) que pasa en medio de una constricción (4) a un canal, y que contiene un medio magnetoreológico, y un dispositivo (2) que produce un campo magnético (10) variable y encierra el canal para influenciar la capacidad de flujo del medio en el canal, estando el dispositivo (2) asignado al canal de manera tal que sus líneas de campo atraviesen el canal perpendiculares al sentido de flujo del medio, caracterizado porque el canal forma durante el choque de un vehículo un canal de salida (5) en el cual el medio que es presionado mediante la acción de una fuerza exterior, y que, para una protección de ocupantes única modificar la absorción de energía del dispositivo durante un tiempo de impacto  $t_a$  mediante la variación de la resistencia al flujo de la constricción (4), la longitud (L) del canal de salida (5) encerrado por el dispositivo (2), respetando un sostenimiento  $t_v$  para el medio en el canal de salida (5), está definida mediante la siguiente relación matemática entre el volumen  $V_m$  del medio en el recipiente (1), la superficie transversal F del canal de salida (5), el tiempo de impacto  $t_a$ , y el sostenimiento  $t_v$ :

$$L \geq \frac{V_m \cdot t_v}{(t_a - t_v) \cdot F} .$$

15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el tiempo de impacto  $t_a$  se encuentra entre 30 y 100 ms.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el tiempo de permanencia  $t_v$  es de al menos 1 ms.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el canal de salida (5) presenta una sección transversal esencialmente rectangular.

20 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la altura del canal de salida (5) es de un máximo de 5 mm.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la altura del canal de salida (5) es de un máximo entre 1 mm y 2,5 mm.

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el canal de salida (5) presenta paredes (8) de un material antimagnético.

25 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el canal de salida (5) presenta componentes (16, 17) que aumentan la resistencia al flujo.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el dispositivo (2) que genera el campo magnético variable (10) incluye al menos un imán permanente y está previsto un electroimán controlable para la variación del campo magnético del imán permanente.

30 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el dispositivo (2) que genera el campo magnético variable (10) incluye al menos un electroimán controlable, estando prevista como fuente de corriente para el electroimán al menos un condensador o acumulador.

11. Equipo según las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque se ha previsto un sistema electrónico de control (13) y al menos un sensor.

35 12. Columna de dirección comprendiendo un dispositivo de absorción de energía según una de las reivindicaciones 1 a 11.

13. Apoyacabeza comprendiendo un dispositivo de absorción de energía según una de las reivindicaciones 1 a 11.

14. Suspensión de amortiguador comprendiendo un dispositivo de absorción de energía según una de las reivindicaciones 1 a 11.

40 15. Vehículo comprendiendo un dispositivo de absorción de energía de impacto para la protección de ocupantes, según una de las reivindicaciones 1 a 11.

Fig. 1

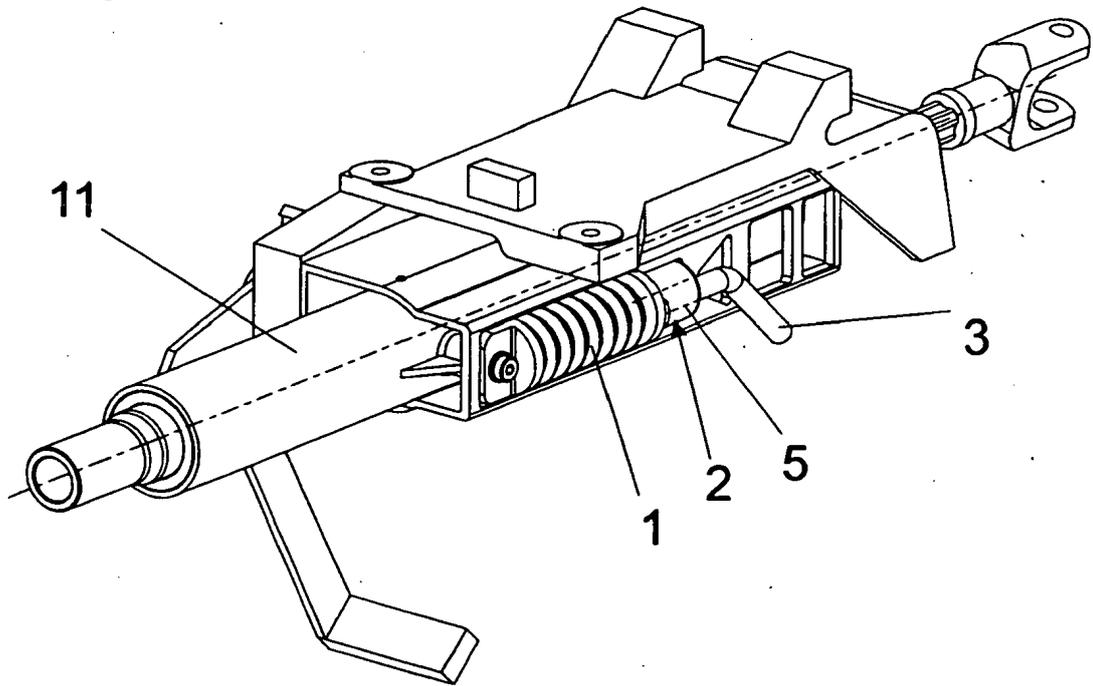


Fig. 2

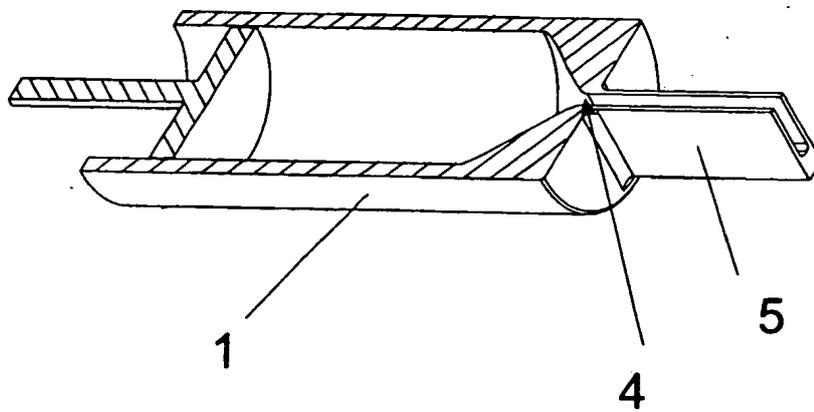


Fig. 3

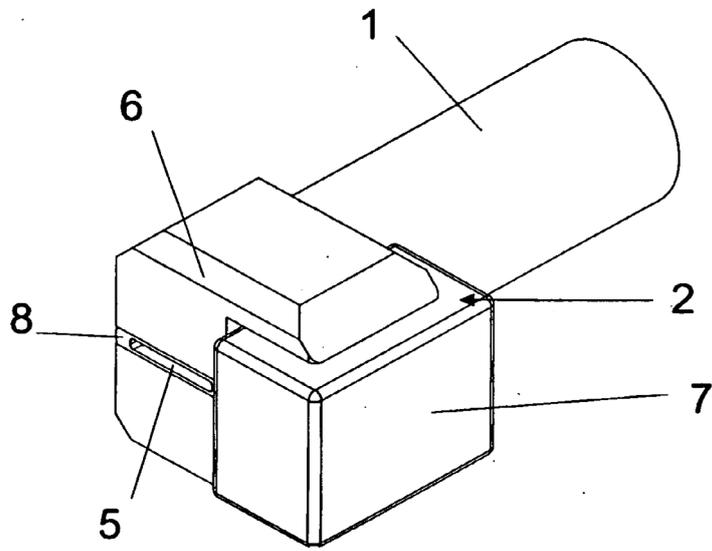
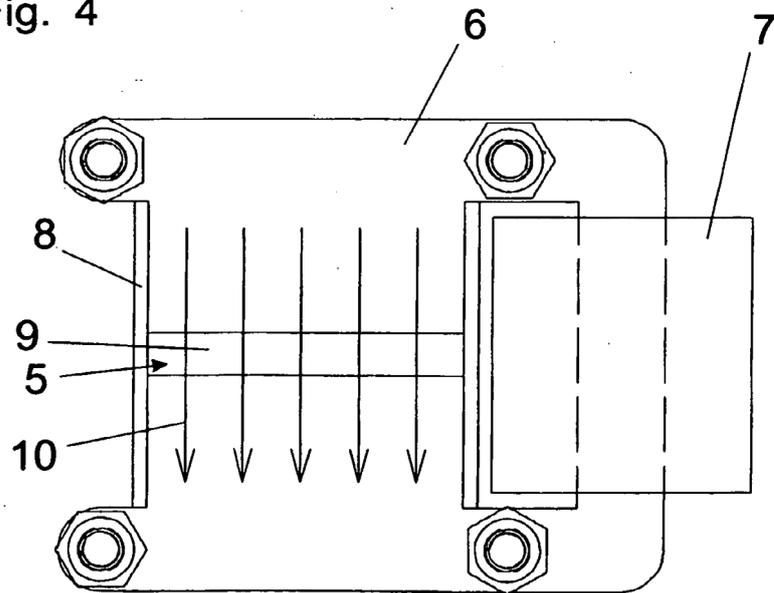


Fig. 4



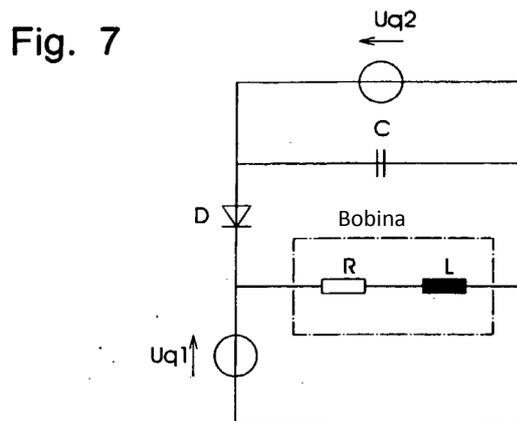
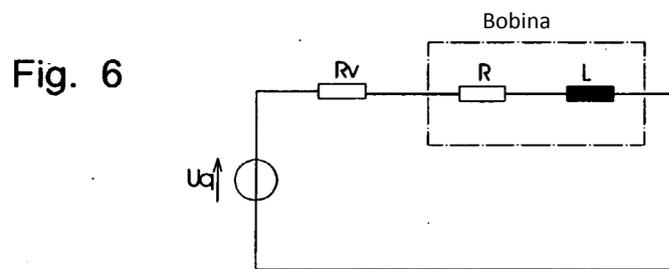
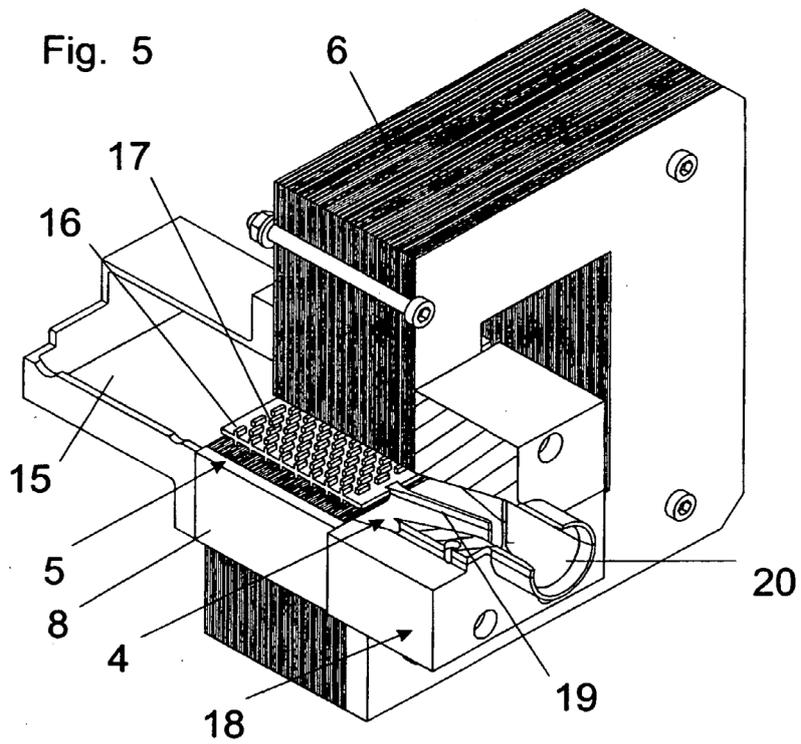


Fig. 8

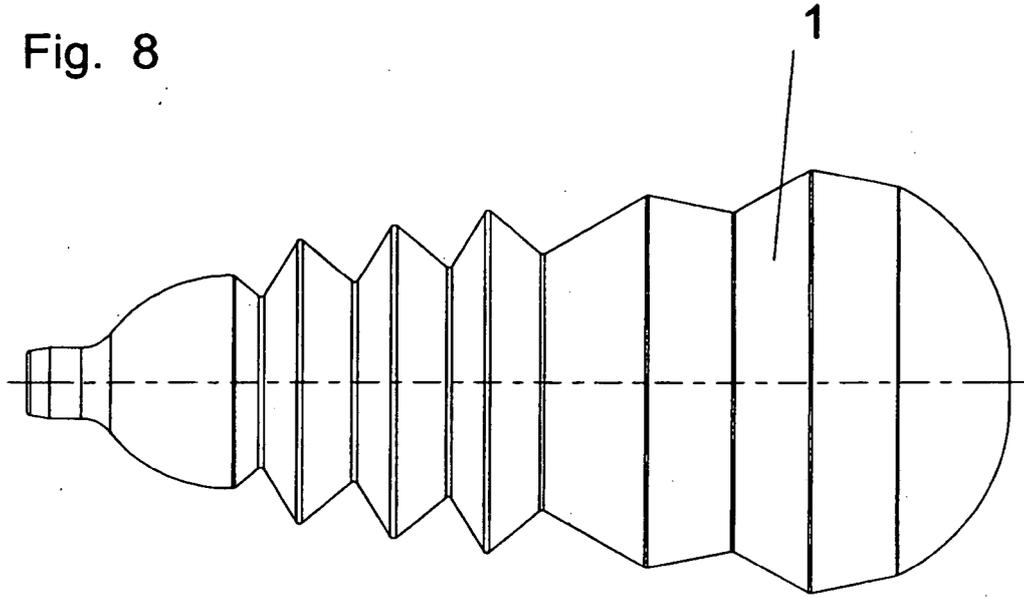


Fig. 9

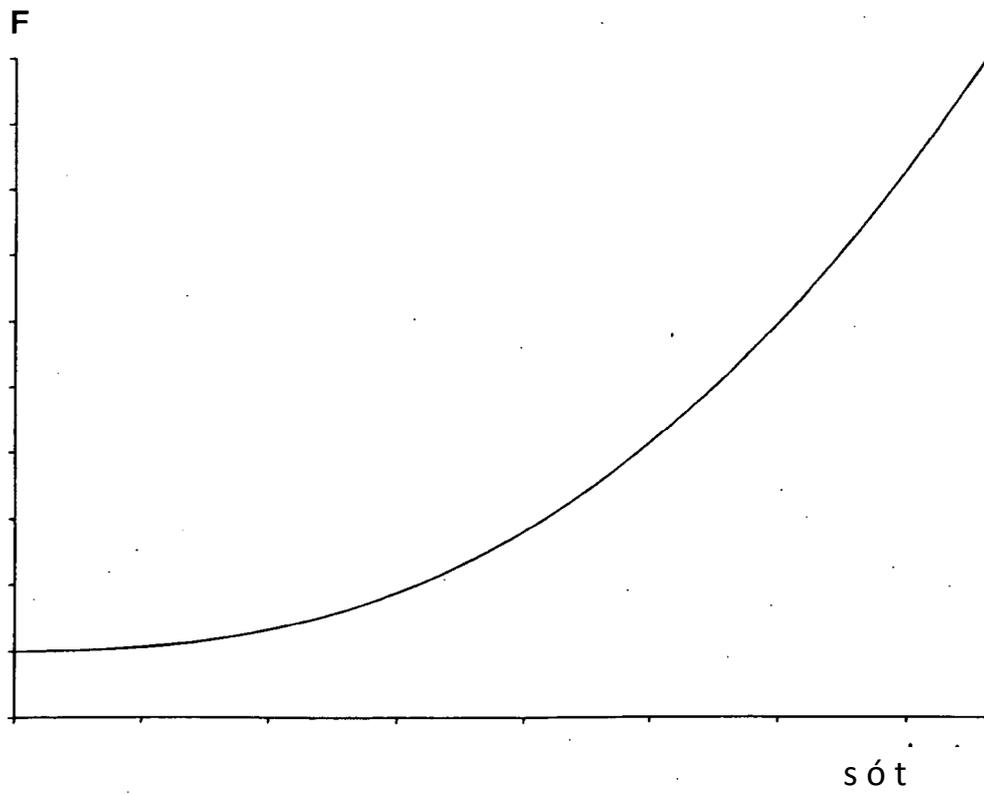


Fig. 10

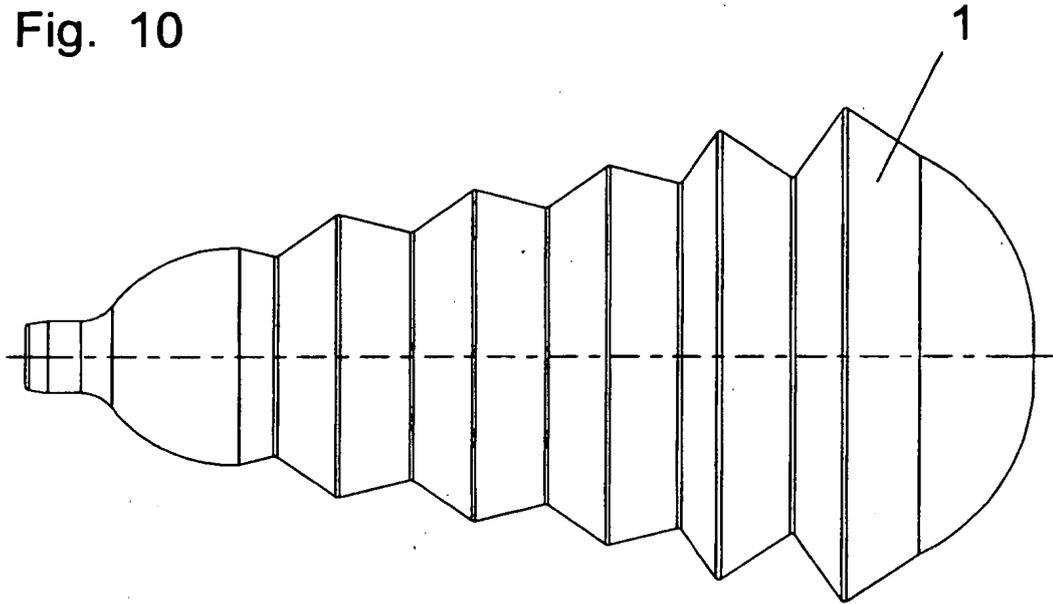


Fig. 11

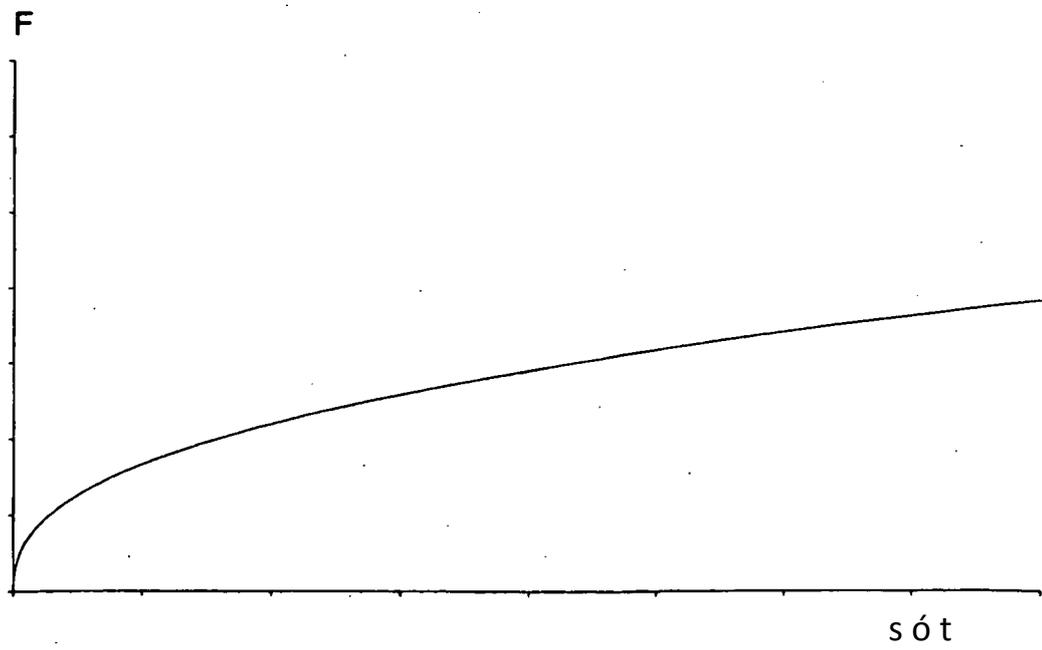


Fig. 12

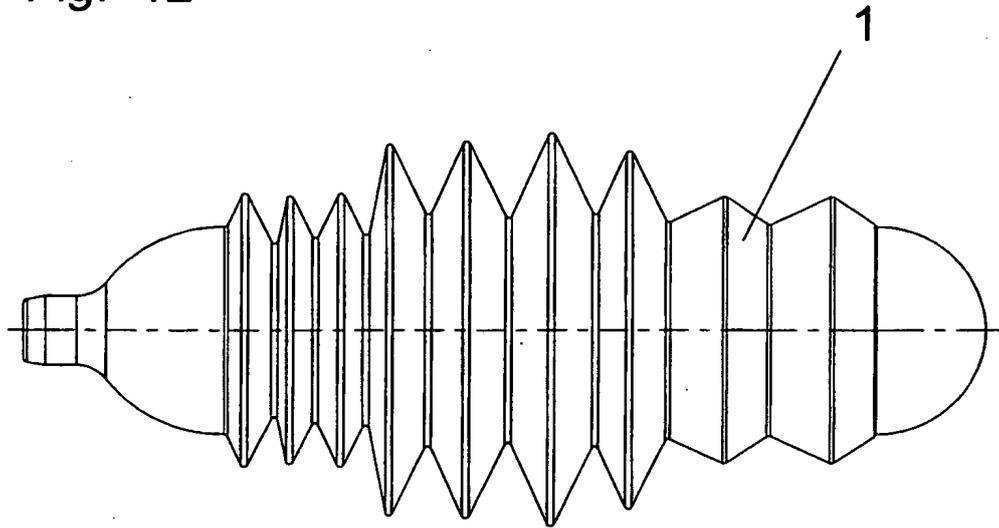


Fig. 13

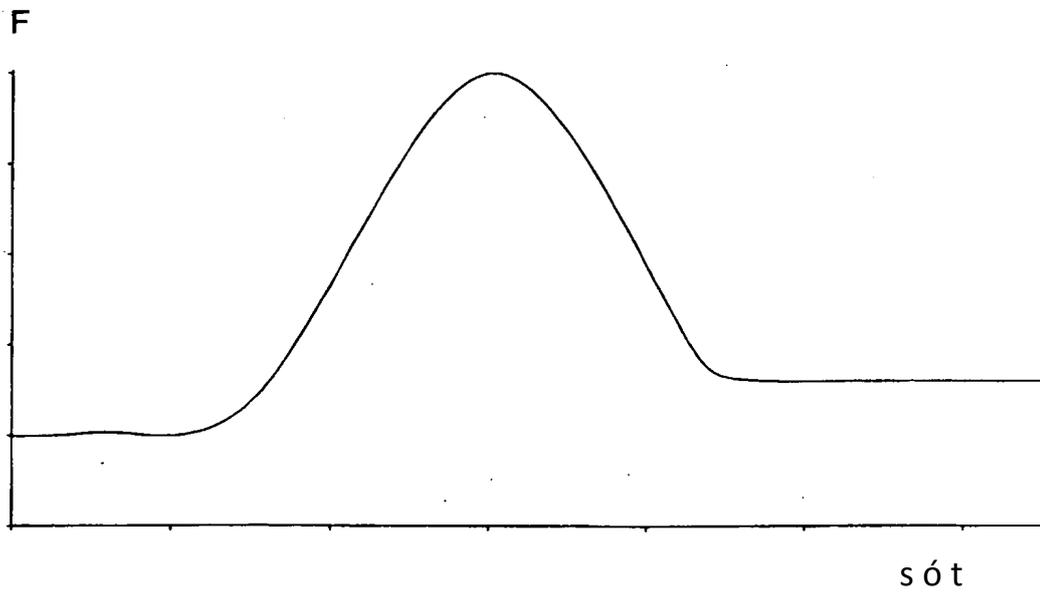


Fig. 14

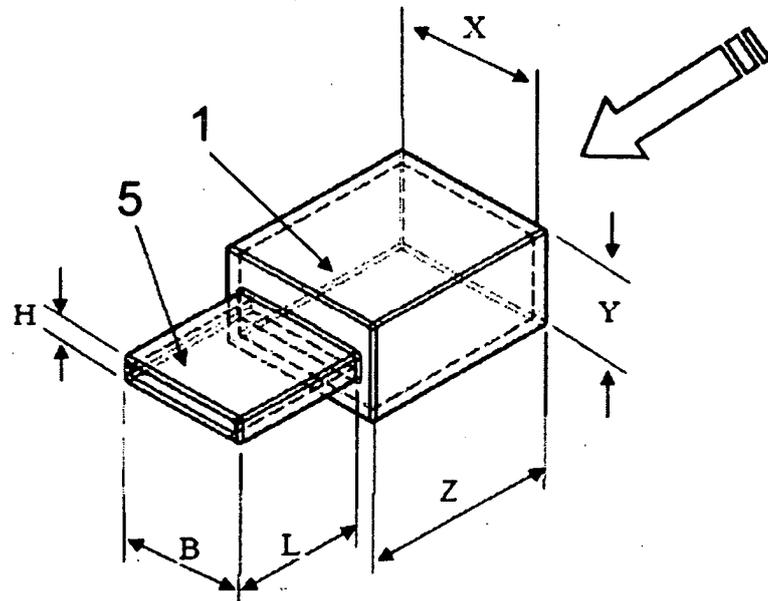


Fig. 15

