

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2000.09.26</b>	(73) Titular(es): <b>MARTIN LEHMANN</b>
(30) Prioridade(s):	<b>WANNENBÜHLSTRASSE 10 5610 WOHLLEN CH</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2003.06.25</b>	(72) Inventor(es): <b>MARTIN LEHMANN</b> CH
(45) Data e BPI da concessão: <b>2009.03.26</b> <b>098/2009</b>	(74) Mandatário: <b>PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA</b> <b>RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA</b> PT

(54) Epígrafe: **MÉTODO E APARELHO PARA VERIFICAÇÃO DE FUGAS EM RECIPIENTES FECHADOS**

(57) Resumo:

## **DESCRIÇÃO**

### **"MÉTODO E APARELHO PARA VERIFICAÇÃO DE FUGAS EM RECIPIENTES FECHADOS"**

A presente invenção refere-se a um método para verificação de fugas em recipientes fechados com, pelo menos, uma área de parede flexível e a um aparelho para verificação de fugas num recipiente fechado com tal área de parede flexível, independentemente de tal recipiente estar cheio com um produto ou não.

Quando se testam recipientes fechados, uma técnica conhecida é acomodar um recipiente a ser testado numa cavidade de teste que é, depois, fechada de modo estanque evacua-se, em seguida, o espaço interior da cavidade de teste em torno do recipiente a ser testado e avalia-se o comportamento temporal da pressão na envoltória do recipiente depois de a evacuação ter sido interrompida a um nível predeterminado. Embora esta técnica tenha uma exactidão muito elevada, necessita do máximo cuidado para alcançar tão elevada exactidão. O volume da cavidade de teste e a sua forma devem coincidir confortavelmente com a forma externa do recipiente a ser testado. Por um lado, minimizar este volume leva a um tempo de evacuação respectivamente curto e, por outro lado, o grau desta minimização controla, em grande medida, a exactidão da detecção alcançada. Uma vez que uma alteração na pressão na envoltória do recipiente é detectada como uma entidade de indicação de fuga, quanto menor for o volume no qual, através de uma fuga, a pressão for afectada, maior será a exactidão da detecção.

Além disso, a exactidão é, em grande medida, influenciada pelo grau de vácuo que é estabelecido na envoltória do recipiente, o que obriga, para exactidão elevada, a proporcionar bombas de vácuo relativamente caras, possivelmente, até, bombas de vácuo de vários andares, se se quiser estabelecer um vácuo ao nível apenas alcançado com bombas turbo-vácuo.

É um objectivo da presente invenção proporcionar um método e aparelho, como mencionado acima, que solucionem os inconvenientes da técnica de verificação de fugas do estado da técnica utilizando monitorização de pressão. Este objectivo é resolvido pelo método de verificação de fugas, como mencionado acima, compreendendo as etapas de mover, relativamente, um elemento deformador na direcção e para cima da área de parede flexível do recipiente, parar tal movimento e monitorizar uma força deformadora no referido recipiente. A força deformadora monitorizada é amostrada, num primeiro momento, resultando num primeiro sinal de medição de força e é amostrada em, pelo menos, um segundo momento subsequente, resultando num segundo sinal de medição de força. É ainda gerado um sinal de diferença resultante dos dois referidos sinais de medição, como um sinal indicador de fuga. Tal disposição é divulgada no documento US-A-4756184. Desse modo, a presente invenção deriva do reconhecimento de, se um recipiente a ser testado for deformado, levando a compressão ou expansão de tal recipiente, forças deformadoras aplicar-se-ão a superfícies aplicadas externamente à parede do recipiente como forças de reacção do recipiente expandido ou comprimido tais forças de reacção podem ser facilmente monitorizadas. Se tal deformação for levado a atingir um determinado nível e, depois, parado, um recipiente estanque levará à monitorização de uma força de reacção constante de acordo com o nível de deformação alcançado. Se o recipiente tiver fugas, ocorrerá uma troca de

meio entre a envolvência do recipiente e o seu interior, levando a uma diminuição da força de reacção monitorizada ao longo do tempo.

Desse modo, a exactidão de tal técnica é, em grande medida, independente do volume que rodeia o recipiente sob verificação, e é, além disso, dado principalmente pelo grau de deformação e pela superfície detectora de força na direcção da qual o recipiente deformado reage.

Numa forma de realização preferida do método inventivo, a deformação é criada até se atingir uma força de deformação predeterminada.

Tendo alcançado tal força de deformação predeterminada, propõe-se, além disso, esperar por um período de tempo antes de, por amostragem, os respectivos primeiro e segundo sinais de medição de força serem gerados, em resultado dos quais o sinal de diferença é gerado. Desse modo, neste período de tempo, o recipiente deformado pode estabilizar a sua forma. Numa forma de realização funcional, a deformação do recipiente da sob verificação é controlada como uma função do sinal de diferença gerado, para se manter o referido sinal de diferença com um valor predeterminado e explorar a acção do elemento deformador como uma indicação de fuga. Desse modo, é estabelecido um circuito de realimentação negativa, no qual o elemento deformador contraria, controladamente, uma alteração da força monitorizada devido a fuga, para que, no limite, não ocorra alteração da força devido ao facto de o elemento deformador manter, por acção adequada, uma força de reacção constante.

Numa forma de realização muito preferida, a deformação do recipiente não é estabelecida pelo movimento relativo de superfícies externas para a parede do recipiente, mas por ser criada uma diferença de pressão entre o interior do recipiente e a sua envoltória. Desse modo, a diferença de pressão é, numa forma de realização muito preferida, estabelecida pela evacuação da envoltória do recipiente. A área de parede flexível do recipiente tem, então, a tendência de se inclinar para fora e, se este inclinar para fora for barrado por superfícies estacionárias no exterior do recipiente, o recipiente irá agir com uma força respectiva sobre tais superfícies. Esta força é monitorizada.

Para evitar que, devido à deformação inventivamente explorada, uma força existente num recipiente seja obstruída pela área de parede, sendo tal fuga impulsionada na direcção de uma superfície externa, é proposto proporcionar com uma estrutura as áreas superficiais que entram em contacto com a superfície do recipiente, quando esta é deformada. Tal estrutura pode ser realizada pela interposição de um elemento semelhante a uma malha ou rede entre a área de parede do recipiente e uma tal superfície externa ou, e de um modo preferido, enrugando tal superfície por gravação química ou maquinação.

Numa outra forma de realização preferida, o primeiro sinal de medição de força é armazenado e o sinal de diferença é gerado em função do primeiro sinal de medição de força armazenado e do segundo sinal de medição de força.

Num outro modo de realização preferido, logo no primeiro momento, é gerado o sinal de diferença, nomeadamente do primeiro sinal de medição de força armazenado e do primeiro sinal de medição de força não armazenado. O sinal de diferença resultante,

como um sinal de compensação zero, é armazenado e a compensação zero do sinal de diferença gerado mais recentemente é compensado pelo sinal de compensação zero armazenado.

Para detectar, no início, grandes fugas e, depois, fugas pequenas, propõe-se, além disso, comparar a força deformadora monitorizada com, pelo menos, um valor limiar predeterminado, o mais tardar, quando se efectua a amostragem no referido primeiro momento, o que leva à identificação de fugas muito grandes e, também, de um modo preferido, a comparar o sinal de diferença com, pelo menos, um valor limiar predeterminado.

O aparelho para verificação de fugas, de acordo com a presente invenção, compreende um dispositivo deformador para comprimir ou expandir um recipiente sob verificação, e ainda um detector de força aplicável à parede do recipiente sob verificação e que gera um sinal eléctrico de saída. A saída do detector de força é operacionalmente ligada a uma unidade de armazenamento e a saída da unidade de armazenamento operacionalmente ligada a uma unidade de comparação. A segunda entrada da unidade de comparação é operacionalmente ligada à saída do detector de força.

A invenção é especialmente adequada para verificar fugas em chamadas bolsas, recipientes inteiramente de parede flexível cheios e. g. com material pastoso.

Outras formas preferidas de realização do método inventivo e do aparelho inventivo tornar-se-ão evidentes ao especialista que lê a seguinte descrição detalhada bem como as reivindicações.

A título de exemplos, as figuras seguintes mostram:

Fig. 1 esquematicamente, uma primeira forma de realização de um aparelho inventivo funcionando de acordo com o método inventivo, em que um recipiente sob verificação é deformado por compressão, sendo o elemento deformador e o detector de força dispostos em lados opostos do recipiente;

Fig. 2 numa representação de acordo com a fig. 1, uma forma de realização em que o recipiente se encontra num suporte e o elemento deformador assim como o detector de força são dispostos no lado oposto de tal suporte;

Fig. 3 numa representação esquemática de acordo com as das figs. 1 e 2, uma outra forma de realização preferida do aparelho e método inventivos, em que a deformação do recipiente é conseguida pela evacuação da envolvência do recipiente sob verificação;

Fig. 4 um diagrama de força qualitativa versus tempo, explicando o método inventivo, como realizado pelo aparelho inventivo;

Fig. 5 por meio de um diagrama funcional de blocos/fluxo de sinal esquemático e simplificado, uma forma de realização do aparelho inventivo que funciona de acordo com o método inventivo;

Fig. 6 esquematicamente e numa forma simplificada uma realização preferida das unidades de

armazenamento e comparação como, de um modo preferido, utilizadas no aparelho inventivo;

Figs. 7 e 8           esquematicamente e numa vista em perspectiva, uma câmara de teste para realizar a invenção, como mostrada na fig. 3 e para verificar bolsas;

Figs. 9 e 10        esquematicamente, outras características preferidas numa cavidade de teste que funciona de acordo com a fig. 3;

Figs. 11a a 11c    diagramas força-sinal versus tempo que mostram uma forma de realização preferida do método inventivo por um aparelho inventivo;

Fig. 12            por meio de um diagrama de fluxo de sinal/funcional de blocos, a forma de realização do aparelho inventivo realizando medições, como explicado com a ajuda das figuras 11a a 11c;

Fig. 13            um diagrama de sinal de força versus tempo, mostrando a distribuição estatística da força deformadora alcançada depois de um tempo predeterminado de deformação em recipiente estanques do mesmo tipo devido e. g. a tolerâncias de produção;

Fig. 14            um diagrama funcional de blocos/fluxo de sinal simplificado, mostrando uma outra característica preferida do aparelho inventivo e método para gerar um valor de limiar



adaptativo na forma de realização de acordo com a fig. 12;

Fig. 15                    ao longo do tempo, qualitativamente percursos, no tempo, de valores limiar variados adaptativamente do aparelho inventivo e método, como realizado pela forma de realização das figs. 14 e 16, onde a

Fig. 16                    mostra uma forma de realização para ajustar adaptativamente uma referência adicional ou valor de limiar para o método inventivo e como realizado no aparelho preferido, e

Fig. 17                    mostra esquematicamente uma instalação fabril em linha para montagem e verificação de recipientes em linha.

A Fig. 1 mostra, esquematicamente, um princípio de acordo com a presente invenção. Um recipiente 1 a ser testado em relação a fugas tem uma área da sua parede 3 que é flexível. O princípio da presente invenção reside no facto de que, para verificação de fugas no recipiente 1, um elemento 5 deformador é movido por meio de um accionador 7 na direcção e para cima da parede do recipiente 1 e um detector 9 de força monitoriza a força  $F$  de reacção e gera um sinal  $F_{el}$  eléctrico de acordo com essa força  $F$ . Como mostrado na fig. 2 num modo preferido, o detector 9 de força está directamente acoplado ao elemento 5 deformador e ambos são accionados em relação a e para cima da área 3 flexível da parede do recipiente 1, assentando este último se e. g. numa placa 11 de base.

Ainda numa outra forma de realização preferida e como mostrado na fig. 3, o accionador 7, que move ou o elemento 5 deformador, ou o detector 9 de força ou uma disposição combinada de detector de força e elemento 5/9 deformador em relação à área 3 flexível da parede do recipiente 1 é, de facto, realizado como um accionado pneumático. O detector 9 de força e elemento 5 deformado são mantidos estacionários numa câmara 13 de teste.

Por meio de uma bomba 15 de evacuação, a câmara 13 de teste é evacuada, gerando, por esse meio, uma diferença  $\Delta p$  de pressão entre a envoltória do recipiente 1 e o seu interior, que é dirigida do interior para o exterior do recipiente. Desse modo, a porção 3 flexível de parede é inclinada para fora e movida na direcção e para cima do detector 9 de força que, aqui e como uma forma de realização preferida, age simultaneamente como um elemento deformador e um detector de força. Como mostrado em linhas tracejadas, é também possível pressurizar o recipiente 1, e. g., com uma fonte 16 de gás pressurizado e, em função da estrutura de parede do recipiente 1, fazer com que a área 3 se incline para fora.

Independentemente da técnica, que é inventivamente explorada, e em relação a onde o elemento 5 deformador é disposto, onde o detector 9 de força é disposto e como o accionador 7 é realizado, como um accionador mecânico, como mostrado na fig. 1 ou 2, ou por uma diferença de pressão aplicada, como mostrado na fig. 3, a deformação do recipiente 1 movendo relativamente o elemento 5 deformador na direcção e para cima do recipiente 1 leva a que o detector 9 de força detecte uma força  $F$  crescente quando o recipiente 1 é impelido em conjunto nas formas de realização de acordo com a fig. 1 ou 2 ou é expandido de acordo com a forma de realização preferida da

fig. 3. De acordo com a fig. 4, assim que o elemento 5 deformador contacta com a parede do recipiente 1, a força  $F$  de reacção eleva-se quando o elemento 5 deformador continua a ser impelido para cima da parede do recipiente 1. Depois de um tempo  $t_1$  predeterminado o movimento relativo da parede 1 do recipiente e do elemento deformador é parado. Isto leva a uma força  $F_0$  de reacção constante, se o recipiente for estanque, e a sua parede deixa de reagir até alcançar equilíbrio de forma.

Se o recipiente sob tensão tiver uma grande fuga  $LL$  de acordo com o percurso (b), então o movimento de deformação do elemento deformador não vai, de modo nenhum, levar a que uma força  $F$  de reacção alcance  $F_0$ , mas, depois do período de tempo de acordo com  $t_1 - t_0$  uma força  $F_{LL}$  consideravelmente mais pequena será medida ou monitorizada pelo detector 9 de força.

Assim, uma grande fuga  $LL$  é, inventivamente, nesta altura detectada se o elemento deformador for movido a uma taxa ou velocidade predeterminada na direcção e para cima da parede do recipiente e se depois de um período de tempo predeterminado de  $t_1 - t_0$  uma força predeterminada, como de  $F_0$ , não for alcançada.

De um modo preferido, tal comportamento do recipiente é, nesta altura, detectado depois de um período de tempo que é mais curto do que  $t_1 - t_0$ , para poder parar a deformação do recipiente suficientemente cedo e antes de pressionar ou aspirar um produto contido no recipiente em direcção a e para a sua envolvência. Assim, de um modo preferido, cria-se um período de tempo mais curto  $t_{LL} - t_0$  e, depois deste período de tempo de deformação aumentada, verifica-se se uma força limiar predeterminada, de acordo com a fig. 4, de  $F_{LL}$ , é alcançada ou não. Se não for alcançado de acordo com o percurso (b) de deformação

interrompe-se a deformação e o recipiente que vaza fortemente é liberto de qualquer deformação tão depressa quanto possível.

Se o recipiente 1 não estiver a vaziar fortemente, a força  $F$  de reacção monitorizada irá alcançar, depois de um período de tempo predeterminado de desequilíbrio aumentado,  $t_1 - t_0$ , o valor limiar de  $F_0$ , como requerido, e o comportamento de fuga do recipiente só será detectado depois.

Depois de se ter verificado a existência de grandes fugas LL e tendo desactivado a continuação da deformação do recipiente, como no momento  $t_1$ , é, de um modo preferido, criado um período de tempo predeterminado  $t_2 - t_1$  até  $t_2$ , durante o qual o sistema constituído pelo recipiente 1, elemento 5 deformador e detector 9 de força desbloqueado para se alcançar o equilíbrio e. g. da forma do recipiente.

Assim, num modo preferido,  $t_2$  é colocado no valor máximo de acordo com  $t_{\max}$  e, assim,  $t_2 = t_{\max}$  é válido. Isto é sobretudo feito se o recipiente sob verificação não experimentar e. g., uma alteração de volume sob a tensão da deformação, o que leva a uma diminuição da força de reacção numa fase transitória cuja diminuição não se deve a uma fuga.

Em ou depois de alcançar  $t_2$  a força  $F$  de reacção monitorizada, então predominante,  $F_2$ , é amostrada e armazenada. Depois de passado um outro período de tempo  $t_3 - t_2$  até  $t_3$ , a força  $F$  de reacção monitorizada é amostrada como  $F_3$  e é comparada com a força  $F_2$  de reacção tal como foi armazenada. Assim, a diferença  $\Delta F$  de  $F_3$  e  $F_2$  é principalmente avaliada como sinal indicador de fuga.

Como ainda mostrado na fig. 4, é também possível amostrar e armazenar a força  $F_2$  na rampa ascendente de deformação do recipiente 1 e esperar que a força  $F$  monitorizada alcance, na rampa descendente de  $F$ , depois de se ter parado a deformação -  $t_1$  - o valor de acordo com  $F_2$ , indicando desse modo que o sistema, de facto, estabilizou. Neste caso, o momento  $t_2$  será definido pela força  $F$ , como monitorizada, alcançando o valor de  $F_2$  preestabelecido e armazenado.

Na fig. 5 é mostrado, esquematicamente, o aparelho inventivo, na sua forma principal, que realiza o processo como explicado com a ajuda da fig. 4. Deste modo, são utilizados os mesmos números de referência que nas figuras anteriores em relação às características já descritas. Na câmara 13 de teste, que é estanque sob vácuo, é depositado o recipiente 1 a ser testado. A bomba 15 de vácuo é operada e controlada por uma unidade 17 temporizadora. A bomba 15 evacua a câmara 13, de um modo preferido, a um ritmo constante e ajustável.

O elemento deformador e detector 9/5 de força combinados são montados rigidamente no interior da câmara 13 e, de um modo preferido, em frente e adjacentes à área 3 de parede flexível do recipiente 1. O detector 9 de força gera sinais  $S(F)$  eléctricos em função da força que actua entre a área 3 e a área de contacto do conjunto 9/5 deformador/detector de força que está, como mostrado esquematicamente, dotado com uma estrutura 19 superficial para impedir que essa superfície encerre uma fuga da área 3 que, por acaso, esteja aí localizada, onde a área 3 está ou vai contactar o conjunto 9/5. A mesma estrutura 19a é proporcionada, de um modo preferido, na superfície inferior da câmara 13.

O sinal  $S(F)$  é fornecido num momento  $t_{LL}$ , controlado pela unidade 17 temporizadora como mostrado esquematicamente e pela unidade  $SW_1$  comutador, a uma unidade 21 comparadora, onde, no momento  $t_{LL}$ , o sinal  $S(F)$  de saída é comparado com o valor  $S_0(F_{LL})$  limiar indicativo de uma fuga grande, como preestabelecido na unidade 23.

Sempre que, no momento  $t_{LL}$ ,  $S_0(F_{LL})$  não for alcançado pelo sinal  $S(F)$  de força, a unidade  $S_w$ , comutadora com a sua entrada ligada a  $S(F)$ , é aberta, desactivando, através de uma unidade 25 de controlo, a continuação da deformação, e. g., através da bomba 15. Se o valor  $S(F_{LL})$  de limiar for, pelo menos, alcançado por  $S(F)$  no momento  $t_{LL}$ , então, o sinal  $S(F)$  é conduzido para uma outra unidade  $SW_3$  comutadora onde, controlado pela unidade 17 temporizadora no momento  $t_2$ , o sinal dominante é, de facto, amostrado e armazenado na unidade 27 de armazenamento. Assim, na unidade 27, está armazenado um valor de acordo com a força  $F_2$  da fig. 4. A saída da unidade 27 de armazenamento é introduzida numa unidade 28 comparadora à qual, novamente controlado pela unidade 17 temporizadora, no momento  $t_3$ , o sinal  $S(F)$  é adicionalmente fornecido de acordo com o então dominante valor  $F_3$ . Assim, a unidade 28 comparadora compara o valor de força no momento  $t_2$  com o valor da força dominante no momento  $t_3$ . A saída  $\Delta F$  da unidade 28 comparadora é indicativa do comportamento do recipiente 1 sob verificação em relação a fugas, à parte de uma grande fuga prevalecente, que foi anteriormente detectada.

Em vez de avaliar directamente o sinal de saída da unidade 28 comparadora, é possível controlar a deformação em função do sinal de saída da unidade 28 comparadora. Desse modo, cria-se um circuito de controlo de realimentação negativa (não mostrado), em que a unidade 28 comparadora compara um valor nominal de acordo

com o sinal armazenado na unidade 27 de armazenamento com um sinal  $S(F)$  instantaneamente dominante e como uma unidade reguladora no circuito de controlo de realimentação negativa, um elemento deformador é accionado para minimizar o sinal de saída da unidade 28 comparadora. Desse modo, o sinal de controlo de tal elemento 15 deformador é explorado como um sinal indicativo de fuga.

Na Fig. 6, é representada uma realização muito preferida da unidade 27 de armazenamento e unidade 28 comparadora, esquematicamente mostrada na fig. 5.

O sinal de saída do detector 9 de força no conjunto 9/5 é inserido numa unidade 121 de conversão, que compreende, como um andar de entrada, um conversor 121a analógico/digital, seguido de um conversor 121b digital/analógico. A saída do andar 121 de conversão é introduzida numa unidade 123 amplificadora da diferença que, além disso, recebe directamente o sinal de saída do detector 9 de força. A saída do amplificador 123 de diferença, de acordo com a unidade 28 comparadora da fig. 5, actua numa outra unidade 125 amplificadora, cuja saída é sobreposta em 128 à sua entrada através de uma unidade 127 de armazenamento. A entrada da unidade 127 de armazenamento provém da saída da unidade 125. Uma unidade 129 temporizadora, como a unidade 17 temporizadora da fig. 5, controla o dispositivo. Para armazenar o sinal de acordo com o valor  $F_2$  de força, como a fig. 5, no momento  $t_2$ , a unidade 129 temporizadora permite um ciclo de conversão na unidade 121, para que um sinal  $el_0(F_2)$  analógico reconvertido apareça na saída analógica.

Simultaneamente, o sinal  $S(F)$  substancialmente igual do detector 9 de força é aplicado, como um sinal  $el(F_2)$ , na segunda

unidade 123 de entrada. Assim, na unidade 125 de saída, deve aparecer um sinal zero. Todavia, em geral, um sinal de compensação zero vai aparecer na saída da unidade 125, sinal esse que é armazenado na unidade 127 de armazenamento, permitindo pela unidade 129 temporizadora, de acordo com a unidade 17 da fig. 5. No momento  $t_3$  (fig. 5), a conversão na unidade 121, não é desencadeada para que apareça na entrada do amplificador 123, directamente do detector 9 de força, o sinal de acordo com o valor  $F_3$  de força dominante em  $t_3$  e, a partir do andar 121, o sinal armazenado de acordo com o valor  $F_2$  de força, que prevalecia no momento  $t_2$ . Além disso, o sinal de compensação zero, que foi armazenado na unidade 127, é agora sobreposto como um sinal compensador na saída da unidade 123, para que o sinal resultante na saída da unidade 125 amplificadora seja zero compensado. Isto permite uma medição muito exacta da diferença de força  $\Delta F$  como na fig. 4.

Quando se observa qualquer uma das figs. 1, 2 ou 3, fica claro que mesmo que se utilize vácuo para deformar as paredes do recipiente na direcção e para cima do detector de força, o volume da câmara 13 de teste não é muito crítico em relação ao volume do recipiente a ser testado. Enquanto que, ao avaliar a pressão, como é feito nos verificadores de fugas do estado da técnica, aqui, inventivamente, é avaliada uma força. Quando se avalia uma pressão como e. g., a pressão dominante na envoltória de um recipiente a ser testado, então, a exactidão da medição é, em grande medida, dependente do volume restante entre a parede da câmara de teste e a do recipiente, porque as fugas afectarão a pressão nesse volume intermédio quanto menor for o referido volume intermédio seleccionado. De acordo com a presente invenção, ao proporcionar-se uma deformação, uma porção da parede do recipiente é impelida contra o detector de força. As fugas



para a envolvência afectarão essa força independentemente do volume da envolvência e, assim, do volume relativo da câmara de teste em relação ao recipiente a ser testado.

Todavia, no que se refere a encurtar os ciclos de teste é recomendado proporcionar câmaras de teste que sejam mínimas, em termos de volume, em relação aos recipientes a ser aí testados se a deformação for realizada por aplicação de vácuo de acordo com a fig. 3.

Ao seleccionar a deformação estabelecida de acordo com  $F_0$  da fig. 4 e, desse modo, a força e, assim, o sinal  $S(F)$ , o nível de medição é definido e pode ser seleccionado. Como a porção de parede flexível, na sua acção de curvatura, vai encontrar-se ao longo de uma área de contacto sucessivamente maior no detector de força e/ou elemento deformador no que se refere à forma de realização da fig. 3, estabelecer uma maior diferença  $\Delta p$  de pressão deformadora vai levar a uma força  $F$  de deformação que aumenta proporcionalmente. Isto concorda com uma amplificação do sinal  $\Delta F$ , de acordo com a fig. 4, a ser explorado. Isto, mais uma vez melhora significativamente a exactidão do sistema de medição no seu todo e facilita o estabelecimento da gama de sinais de avaliação.

Numa forma de realização preferida que funciona de acordo com a fig. 3 são testadas bolsas cheias com um produto. Na fig. 7 e 8, são mostradas, numa representação simplificada, duas metades de uma câmara de teste ou cavidade de teste de acordo com a câmara 13 da fig. 3, adaptada para verificar bolsas.

De acordo com a fig. 7 é proporcionada, numa base 30, uma reentrância 32 substancialmente formada de acordo com a bolsa 34

(linhas interrompidas) para nela ser testada. Por exemplo, na placa 30 de base é aplicada uma ou mais do que uma linha 36 de aspiração a ser ligada a uma bomba de evacuação de acordo com a bomba 15.

A placa 37 superior, como na fig. 8, que é concebida analogamente à placa 30 de base, tem uma reentrância 38, que, depois de a placa 37 superior ser depositada sobre a placa 30 de base, define, com a reentrância 32, a câmara de teste ou cavidade de teste. A superfície 40b inferior e a superfície 40a superior das duas placas 30 e 37 ajustam-se firmemente e sob vácuo hermético e são, desse modo, se necessário, dotadas com respectivos elementos vedantes em torno das reentrâncias 32/38. Numa (ou possivelmente em ambas) as placas 30, 37 está instalado um dispositivo 42 detector de força com uma grande superfície 44 de detecção adaptada à forma da cavidade de teste. O dispositivo 42 detector de força funciona, de um modo preferido, de acordo com o princípio da detecção de resistência, i. e., a pressão sobre a superfície 44 irá gerar uma força de acordo com uma pressão multiplicada pela superfície de contacto, que irá curvar ligeiramente o elemento de detecção de resistência, gerando, desse modo, o sinal  $S(F)$  eléctrico de acordo com a fig. 5.

Todavia, outros detectores de força que funcionam de acordo com diferentes princípios físicos podem, claramente, ser utilizados, de um modo preferido, detectores de força que, desse modo, funcionam com um movimento mecânico mínimo. Assim, e. g., pode ser utilizado um detector de força iczoeléctrica.

Especialmente quando a cavidade de teste, como formada pelas duas reentrâncias 32 e 38 da fig. 7 e 8 para verificação de bolsas é concebida para se adaptar firmemente à forma de um

recipiente 1 (uma bolsa) para aí ser testada, é possível obter informação adicional, especialmente acerca de grandes fugas, medindo a impedância eléctrica fora do recipiente sob verificação, que é alterada sempre que e. g., um conteúdo líquido de um recipiente com fugas é impelido ou sugado para fora de tal recipiente. Como mostrado apenas na placa 30 inferior da fig. 7 e não na placa 37 superior da fig. 8, a superfície interior da cavidade de teste pode ser subdividida em eléctrodos 44 electricamente condutores. Cada segundo eléctrodo 44 é ligado a um conector 46 de entrada numa unidade 48 de medição de impedância e cada eléctrodo entre esses ao conector 49 de entrada. A unidade 48 de medição de impedância pode medir uma impedância AC e/ou DC, de um modo preferido, impedância DC. Assim, sempre que o recipiente, como a bolsa 32, é deformado e um conteúdo líquido ou pastoso é espremido para o interior da cavidade de teste, independentemente de uma medição de grande fuga de acordo com as figs. 4 e 5, como discutido acima, uma alteração na impedância medida na unidade 48 irá indicar tal fuga e o sinal de saída da unidade 48 de medição da impedância irá interromper a continuação da deformação do recipiente.

Para limpar uma cavidade de teste e. g., no caso do conteúdo de um recipiente líquido estar a sair do interior da cavidade de teste, linhas ou tubos adicionais (não mostrados) podem ser proporcionados contíguos na cavidade de teste e ligados a um meio de limpeza líquido e/ou gasoso, bem como a uma fonte de ar ou, e de um modo preferido, azoto e/ou a um meio líquido pressurizado de limpeza e, além disso, (não mostrado) um aquecedor pode ser incorporado nas paredes da cavidade de teste para secar e, além disso, limpar uma cavidade de teste suja.

Uma característica muito importante, que é, de um modo preferido, proporcionada independentemente do sistema funcionar de acordo com a fig. 1 ou 2 ou de acordo com a fig. 3, será agora descrita com a ajuda da fig. 9 e 10.

Sempre que um recipiente 1 a ser testado for deformado, seja de acordo com o ensinamento da fig. 1 ou 2, à qual se refere a fig. 10, ou de acordo com a fig. 3, à qual se refere a fig. 9, pelo menos, duas porções de parede do recipiente, que são dispostas uma em frente à outra, referidas nas figs 9 e 10 como 51a e 51b, serão firmemente pressionadas sobre o dispositivo do elemento deformador/detector de força ou, mais genericamente, a superfícies. Sempre que acontecer uma fuga em tal área da parede do recipiente, tal fuga pode ser obstruída por uma tal superfície. Por isso, e como esquematicamente mostrado nas figs. 9 e 10, é proporcionada em todas as áreas superficiais contra as quais, durante a deformação do recipiente, uma sua área de parede é pressionada, uma estrutura superficial, para que uma tal superfície só entre em contacto com a parede do recipiente 1 em áreas de contacto diferentes, deixando partes substanciais de tal porção de parede sem contacto. Isto pode ser realizado proporcionando um elemento semelhante a malha ou rede entre as respectivas superfícies e porções de parede do recipiente 1 ou enrugando tais superfícies por maquinação, tal como por gravação química ou jacto de areia. Zonas 53 de apoio mecânico, como esquematicamente mostrado nas figs. 9 e 10, que entram em contacto com respectivas áreas distintas da parede do recipiente, são formadas por tal micro-estruturação da respectiva superfície. Tendo em vista a forma de realização de acordo com as figs. 7 e 9, é assim recomendado maquinar mecanicamente a superfície das respectivas placas 30 e 37, que formam as reentrâncias 32 e 38, para ter uma micro-estrutura enrugada. Desse modo, impede-se que

qualquer fuga na parede do recipiente possa ser obstruída pela área de parede do recipiente em que tal fuga está a ser impelida contra uma superfície do sistema, seja a superfície do elemento deformador, a superfície do detector de força ou outra parte da superfície da cavidade de teste.

Percursos de força versus tempo, como medidos de acordo com o método inventivo e com um aparelho inventivo no modo preferido, são mostrados na fig. 11a para fugas muito grandes VGL e grandes, na fig. 11b para pequenas fugas e para recipientes sem fugas na fig. 11c. Estas figs. serão discutidas em ligação com a fig. 12, que mostra uma unidade preferida de monitorização e controlo.

De acordo com a fig. 11a, a unidade 201 temporizadora da fig. 12 inicia, no momento  $t_{10}$ , a deformação do recipiente 1 sob verificação, de acordo com a forma de realização da fig. 1 ou 2 ou 3. De acordo com a forma de realização da fig. 3, a unidade 201 inicia, assim, a evacuação da cavidade 13 de teste.

Isto é mostrado na fig. 12 pelo sinal de início de deformação BIST/ $t_{10}$ .

Depois de um período fixo e predeterminado de tempo  $\Delta T$ , o sinal de saída do detector  $S(F)$  de força começa a ser comparado com um primeiro sinal de referência preestabelecido numa fonte 107 de predefinição, RFVGL. Para este objectivo, a unidade 102 comparadora é ligada pela unidade 201 temporizadora em  $t_{10} + \Delta T$ .

Se, depois de um período de tempo  $\Delta T$ , a força real monitorizada de acordo com o sinal eléctrico  $S(F)$  da fig. 12 não tiver alcançado o valor RFVGL de acordo com o percurso I da fig. 11a, isto significa que está presente uma fuga VGL muito grande.

Isto é detectado no comparador 109 gerando o sinal VGL de saída. Se, de acordo com as características mostradas no bloco 109 da fig. 12, o sinal de saída desta unidade comparadora ligada em  $t_{11} = t_{10} + \Delta T$  está e. g., ainda num valor elevado, indicando a presença de uma VGL, este é emitido na saída VGL. Se a força  $F$  deformadora foi alcançada e ultrapassou o nível RFVGL de referência de acordo com o percurso II da fig. 11a, o sinal de saída VGL não é gerado.

O sinal VGL pára, de um modo preferido, o ciclo deformador, porque isto iria levar apenas a pressionar o conteúdo do recipiente sob verificação para a envoltória.

Como mostrado pelo percurso II da fig. 11a enquanto não ocorre VGL, a deformação do recipiente sob verificação continua até um momento posicionar  $t_{13}$ . No momento  $t_{13}$  a unidade 201 temporizadora desactiva o accionamento da deformação, seja o accionador 7 mecânico de acordo com as formas de realização das figs. 1 e 2 ou a bomba 15 de evacuação da forma de realização da fig. 3.

Além disso, a posição da unidade 201 temporizadora liga a unidade 111 comparadora, à qual é conduzido um valor RFGL de referência adicional, gerado por uma fonte 113 de sinal de referência. Se no momento  $t_{13}$ , a força detectada pelo detector de força não tiver alcançado RFGL, então, a unidade 111 comparadora gera um sinal GL de saída indicando que o recipiente sob verificação tem uma fuga grande GL. Aqui, outra vez, algumas reacções são adoptadas em relação à continuação do funcionamento do sistema de teste.

Se qualquer um dos sinais VGL ou GL for iniciado pelos respectivos comparadores 109, 111, a unidade 201 temporizadora é sobretudo reiniciada porque o teste foi completado e a qualidade do recipiente 1 estabelecido instantaneamente testado foi identificada. Isto é mostrado, esquematicamente, na fig. 12 pelo sinal  $RS_{201}$ . Se não for reiniciado pouco depois de  $t_{13}$ , o valor  $S(F)(t_{13})$  da força detectada pelo detector de força é armazenado numa unidade 117 de conservação ou armazenamento. A saída da unidade 117 de conservação ou armazenamento é levada até uma entrada da unidade 119 formadora de diferença, enquanto a segunda entrada desta unidade 119 é ligada à saída  $S(F)$  do detector de força. Depois de um tempo  $T_T$  de ciclo de teste programável, começando em  $t_{13}$  ou no momento de armazenamento de dados na unidade 117 de armazenamento como esquematicamente mostrado pela unidade 121 da fig. 12, o sinal  $\Delta F$  de diferença de força é fornecido a uma outra unidade 125 comparadora ligada durante a passagem do tempo  $T_T$  de verificação.

Por meio de uma outra fonte 127 de valor de referência, o valor de referência  $\Delta F_{REF}$  é introduzido na unidade 125 comparadora. Tal como será explicado mais tarde, o valor de  $\Delta F_{REF}$  pode ser controladamente variado no tempo e/ou um valor de referência  $\Phi_R$ , com o qual  $\Delta F_{REF}$  está relacionado, pode também ser controladamente variado no tempo.

Se a  $\Delta F$ -sinal no momento  $t_{13} + T_T$  for maior do que o valor de referência  $\Delta F_{REF}$ , então, um sinal FL é gerado na unidade 125, indicando a presença de uma fuga FL fina no recipiente 1 sob verificação. Isto está de acordo com a situação mostrada na fig. 11b. Se a  $\Delta F$ -sinal não alcançar  $\Delta F_{REF}$ , então, o recipiente é considerado estanque, uma vez que nenhum dos sinais VGL, GL e FL foi gerado. Isto está de acordo com a fig. 11c.

Se o sinal VGL for gerado de acordo com a fig. 12, independentemente da forma de realização de acordo com uma das figs. 1, 2 e 3, a continuação de deformação é imediatamente parada. Na forma de realização da fig. 3, que utiliza uma bomba 15 de evacuação como um accionador de deformação, a bomba 15 de evacuação é imediatamente desligada da respectiva câmara 13 de teste. Isto acontece porque, para uma fuga muito grande, a bomba de vácuo 15 pode ficar contaminada pelo conteúdo que vaza do recipiente 1.

Num sistema de verificação em linha com múltiplas câmaras que utiliza a forma de realização da fig. 3 com uma multiplicidade de câmaras de teste, a ocorrência do sinal GL - indicando uma fuga grande - e possivelmente mesmo a ocorrência do sinal FL - indicando uma fuga fina - leva, de um modo preferido, à desactivação ou contorno dessa câmara impedindo-a de continuar a ser fornecida com recipientes a ser testados, enquanto as outras câmaras continuam a funcionar e a realizar testes a recipientes fornecidos.

Este contorno de uma câmara 13 de teste, na qual se identificou que um recipiente vertia muito ou pouco, é realizado de modo a não influenciar outros resultados de teste nessa câmara e especialmente a não sujar a bomba 15 de vácuo aí ligada devido ao facto do conteúdo do recipiente que vaza ser aspirado na direcção e para o interior de tal bomba. Esta câmara contornada é renovada durante outros ciclos de teste noutras câmaras depois de o recipiente que vazava ter sido removido.



A renovação pode ser feita por aquecimento daquela câmara 13, esguichando-a com um líquido e/ou um gás, de um modo preferido, azoto, especialmente por um gás aquecido.

Quando se observa as figs. 11a e 11b, pode reconhecer-se que definir o valor de referência RFGL e, especialmente, definir o valor  $\Delta F_{REF}$  de diferença de força de referência pode ser muito crítico e pode afectar, em grande medida, a exactidão do sistema. Desse modo, influências como a temperatura ambiente, tolerâncias de fabrico do recipiente, etc. podem influenciar o percurso da força dominante e levar a falsos resultados, se estes níveis de referência críticos e especialmente  $\Delta F_{REF}$  forem definidos com a máxima exactidão.

Na fig. 13, é mostrado, qualitativamente, o percurso da força deformadora de acordo com os percursos das fig. 11a a 11b, mas medidos em recipientes do mesmo tipo que se demonstrou serem estanques. Isto pode ter sido feito por experiências a longo prazo e/ou por sistemas detectores de fugas que são padrões e da máxima exactidão, mas lentos e/ou muito caros.

Em  $t_{13}$ , os valores de força medidos nos recipientes estanques são ligeiramente diferentes e definem uma distribuição estatística como mostrado na fig. 13. Daí resulta um valor  $(RFGL)_m$  médio. O valor de RFGL, como utilizado no comparador 111 da fig. 12, ou como utilizado de acordo com as figs. 11a a 11c, é determinado subtraindo o valor  $\Delta RFGL$  de compensação de  $(RFGL)_m$ . Durante o funcionamento em curso em grandes séries de recipientes iguais, as temperaturas e tolerâncias de fabrico de tais recipientes podem variar. Tais parâmetros podem mudar lentamente e podem variar  $(RFGL)_m$ .

Sempre que durante testes múltiplos sucessivos, nos respectivos momentos  $t_{13}$  até aos quais se verificou que o respectivo recipiente não estava a vaziar fortemente, o sinal de saída real do detector de força é inserido numa unidade 130 de cálculo de média como mostrado na fig. 14, na qual é calculada a média dos últimos  $m$  valores da força real de recipientes que não estão a vaziar fortemente. O sinal de resultado médio de saída concorda com  $(\text{RFGL})_m$  da fig. 13, varia agora ao longo do tempo e. g., devido a parâmetros de produção variáveis de um e do mesmo tipo de recipientes. Para o resultado  $\overline{S(F)}$  médio de saída, e de acordo com a fig. 13 a compensação  $(\text{RFGL})_m$  é subtraída, o resultado desta operação é um valor RFGL de referência que varia dinamicamente, que é aplicado à unidade 111 comparadora da fig. 12. Este valor RFGL de referência que varia dinamicamente é mostrado na fig. 15, qualitativamente, começando com um ajustamento inicial como e. g., encontrado, como explicado, com a ajuda de medições a recipientes estanques testados.

Como pode claramente ser visto na fig. 15, o valor  $\overline{S(F)} (t_{13})$  médio de força é agora, também, a base para referência de  $\Delta F_{\text{REF}}$ . Por consequência, e como é mostrado na fig. 12, o valor  $\Delta F_{\text{REF}}$  de diferença de força de referência não está relacionado com um valor estático absoluto como  $\Phi_R$ , mas relaciona-se com a  $\overline{S(F)}$ .

É alcançado um ainda melhor aperfeiçoamento de exactidão, que pode ser realizado, separadamente ou adicionalmente, para obter um RFGL dinâmico e, com base neste, um limite superior dinâmico de  $\Delta F_{\text{REF}}$ . Desse modo, e de acordo com a fig. 16, no fim do período de tempo  $T_T$ , a diferença  $\Delta F$ -sinal de força real é levada até uma unidade 135 de cálculo de média sempre que o sinal FL de saída indicar que o recipiente sob verificação está estanque. O sinal de saída da unidade 135, que está de acordo com

um sinal  $\overline{\Delta F}$  de diferença de força médio cujo cálculo da média é feito com os últimos  $m$  ciclos de teste, é desviado por uma quantidade  $\Delta\Delta F$ , sendo o seu resultado utilizado como  $\Delta F_{REF}$ -sinal variante no tempo aplicado na unidade 127 da fig. 12.

Voltando para a fig. 15, em que um sinal  $\Delta F_{REF}$  constante foi aplicado, a técnica de cálculo da média de  $\Delta F$  resulta, como esquematicamente mostrado com o percurso  $(\Delta F_{REF})_t$ , num valor  $\Delta F_{REF}$  que varia dinamicamente, variando de acordo com variações de parâmetros perturbadores que influenciam tal diferença de força. É claro que a existência de um sinal  $(\Delta F_{REF})_t$  que varia dinamicamente de acordo com a representação na fig. 15 poderia ser realizado sem proporcionar um valor  $\overline{S(F)}$  de base que varie dinamicamente ao relacionar  $(\Delta F_{REF})_t$  com um valor  $\Phi_R$  constante estável como mostrado na fig. 12 em representação tracejada em vez de relacioná-lo com um valor  $\overline{S(F)}$  que varia dinamicamente.

É evidente que, de um modo preferido, a avaliação do sinal  $S(F)$  de saída de um ou mais do que um detectores de força é realizada digitalmente.

Na fig. 17 é mostrada uma instalação fabril em linha, em que a montagem e teste de recipientes é genericamente feita em linha. Como um exemplo, as bolsas são, em primeiro lugar soldadas numa estação 60 de soldagem numa placa 30 de base, como mostrado na fig. 7, utilizada como veículo e suporte para montagem. Com o mesmo veículo, nomeadamente a placa 30 de base, depois de uma bolsa ter sido aí montada por soldagem, o veículo formado pela placa 30 é movido para uma estação aplicadora, onde a placa 37 superior da fig. 8 é montada sobre a placa 30 inferior. Depois disso, a cavidade de teste assim fechada de modo estanque é movida e aplicada a uma estação 64 de teste, onde a verificação

inventivo é realizado. O sistema de aparelho 60 de soldagem e/ou aplicador 62 e/ou dispositivo 64 do teste pode, desse modo, estar estacionário em relação a um transportador 66 para a placa 30 de base. Todavia, e dependendo do tempo necessário para uma determinada operação o dispositivo 64 de teste pode, especialmente, ser movido em conjunto com o transportador 66 durante um momento predeterminado, para ficar independente da velocidade do transportador 66.

Com o método e aparelho inventivos é proporcionada uma técnica de verificação de fugas que é muito menos critica para alcançar a mesma exactidão que com técnicas de verificação de fugas que avaliam medidas de pressão. A deformação de recipientes, de acordo com a presente invenção, é muito mais simples do que estabelecer um vácuo perfeito em volta de tal recipiente e medir uma força de deformação é consideravelmente mais fácil do que medir exactamente o tempo de desenvolvimento de uma pressão de vácuo em volta do recipiente. Na medição de vácuo, muitos mais parâmetros desconhecidos e incontroláveis podem afectar as entidades medidas, nomeadamente a pressão de vácuo, do que na medição de força aqui inventivamente explorada. Enquanto a definição de um nível de medição numa técnica de medição de vácuo influencia, em grande medida, o consumo de bombas de vácuo, a variação e definição de uma força deformadora envolve muito menos esforço.

O método e aparelho inventivos são especialmente adequados para testar bolsas, mas, claramente, podem ser utilizados para testar todos os tipos de recipientes, até grandes reservatórios, desde que uma sua porção de parede possa ser dobrada flexivelmente. A presente invenção pode ser realizada em instalações fabris em linha com uma multiplicidade de estações de

verificação, e. g., dispostas num carrossel com um rendimento muito elevado.

Lisboa, 14 de Maio de 2009

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Método para verificação de fugas em recipientes fechados com, pelo menos, uma área de parede flexível, compreendendo as etapas de:

- mover um elemento deformador relativamente a, na direcção de e para cima da referida área de parede;
- parar o referido movimento;
- monitorizar uma força deformadora sobre o referido recipiente;
- amostrar a referida força deformadora monitorizada num primeiro momento, resultando num primeiro sinal de medição de força;
- armazenar um sinal dependente do referido primeiro sinal de medição de força, gerando, desse modo, um sinal armazenado, caracterizado por;
- formar um primeiro sinal de diferença do referido sinal dependente do referido primeiro sinal de medição de força e do referido sinal armazenado substancialmente quando a referida armazenagem é realizada;
- amostrar a referida força deformadora monitorizada em, pelo menos, um segundo momento subsequente, resultando num segundo sinal de medição de força;
- gerar um segundo sinal de diferença em dependência do referido sinal armazenado, do referido segundo sinal de medição de força e do referido primeiro sinal de medição de força como um sinal indicador de fuga.

2. Método da reivindicação 1, compreendendo ainda a etapa de deformar a referida área de parede até uma deformação predeterminada.
3. Método da reivindicação 2, que cria, desse modo, entre o momento de alcançar a referida força predeterminada, um período de tempo antes de realizar a referida amostragem.
4. Método da reivindicação 1, compreendendo ainda a etapa de controlar a referida deformação em função do referido sinal de diferença para manter o referido sinal de diferença com um valor predeterminado e explorar a acção relativa do referido elemento deformador como uma indicação de fuga.
5. Método de uma das reivindicações 1 a 4, compreendendo ainda a etapa de realizar o referido movimento estabelecendo uma diferença de pressão entre o interior do referido recipiente e a sua envoltória.
6. Método da reivindicação 5, compreendendo ainda a etapa de estabelecer a referida diferença de pressão evacuando a referida envoltória.
7. Método de uma das reivindicações 1 a 6, compreendendo ainda a etapa de proporcionar com uma estrutura as áreas superficiais que entram em contacto com a parede do referido recipiente à medida que este é deformado.
8. Método de uma das reivindicações 1 a 7, compreendendo ainda a etapa de comparar a referida força deformadora monitorizada com, pelo menos, um valor limiar predeterminado, o mais tardar, quando estiver a ser efectuada a amostragem no primeiro momento.

9. Método de uma das reivindicações 1 a 8, compreendendo ainda a etapa de comparar o referido segundo sinal de diferença com, pelo menos, um valor limiar predeterminado.
10. Método de uma das reivindicações 1 a 9, compreendendo ainda a etapa de armazenar o referido primeiro sinal de medição de força por meio de um conversor analógico/digital habilitado para efectuar a conversão no referido primeiro momento.
11. Método da reivindicação 10, compreendendo ainda a etapa de reconverter o sinal digital de saída do referido conversor analógico/digital num sinal analógico e gerar os referidos sinais de diferença com o referido sinal analógico reconvertido.
12. Método de uma das reivindicações 1 a 11, compreendendo ainda a etapa de realizar uma medição de impedância na, ou pelo menos adjacente à parede do referido recipiente, de um modo preferido, uma medição de resistência com DC e permitindo ou desactivando a continuação do movimento do referido elemento deformador na direcção de e para cima da referida área de parede pelo resultado da referida medição de impedância.
13. Método de uma das reivindicações 1 a 12, compreendendo ainda a etapa de monitorizar a referida força deformadora por meio de um sensor de resistência.
14. Método de uma das reivindicações 1 a 13, compreendendo ainda as etapas de amostrar a referida força deformadora monitorizada num terceiro momento, não depois do referido primeiro momento, resultando num terceiro sinal de medição de força, comparando o referido terceiro sinal de medição de



força com um valor de sinal limiar programável e gerando uma indicação de “fuga grande”, se o referido terceiro sinal de medição de força não alcançar o referido valor de sinal de limiar.

15. Método de uma das reivindicações 1 a 14, compreendendo ainda a etapa de proporcionar uma cavidade de teste para o referido recipiente e limpar a referida cavidade de teste após se detectar que um recipiente com fuga esteve colocado na mesma sendo a referida limpeza realizada por lavagem com um gás, de um modo preferido, com azoto e/ou lavagem com um líquido e/ou por aquecimento.
16. Método de uma das reivindicações 1 a 15, compreendendo ainda a etapa de verificação em linha de uma série dos referidos recipientes num conjunto de cavidades de teste e compreendendo ainda a etapa de desactivar a verificação numa cavidade de teste por, pelo menos, um ciclo de teste se o recipiente aí previamente testado tiver tido uma quantidade predeterminada de fugas.
17. Método de uma das reivindicações 1 a 16, compreendendo ainda as etapas de
  - mover o referido elemento deformador na direcção e para cima da referida área de parede com uma velocidade predeterminada;
  - identificar uma fuga grande monitorizando a referida força deformadora depois de um tempo predeterminado do referido movimento e monitorizando se a referida força deformadora monitorizada alcançou ou não um primeiro valor limiar predeterminado.

18. Método de uma das reivindicações 1 a 17, compreendendo ainda a etapa de mover o referido elemento deformador a uma velocidade constante na direcção e para cima da referida área de parede.
19. Método de uma das reivindicações 1 a 18, compreendendo ainda as etapas de calcular a média do referido primeiro sinal de medição de força com os primeiros sinais de medição de força amostrados durante verificações anteriores de recipientes e gerar a referida diferença em função da média do referido primeiro sinal de medição.
20. Método da reivindicação 19, compreendendo ainda as etapas de deslocar o referido sinal médio por uma quantidade de sinal predeterminada e gerar a referida diferença em função da média do referido sinal deslocado.
21. Método de uma das reivindicações 1 a 20, compreendendo ainda a etapa de comparar o referido segundo sinal de diferença com, pelo menos, um sinal de limiar.
22. Método da reivindicação 21, compreendendo ainda a etapa de calcular a média do referido segundo sinal de diferença com os tais sinais de diferença gerados durante verificações anteriores de recipientes e controlar o referido valor de limiar em função da referida média.
23. Aparelho para verificação de fugas em recipientes fechados com, pelo menos, uma área de parede flexível compreendendo:
  - Um dispositivo deformador para comprimir ou expandir um recipiente sob verificação;

- um detector de força aplicável à parede de um recipiente sob verificação e gerando um sinal eléctrico de saída, sendo a saída do referido detector de força operacionalmente ligada a uma unidade de armazenamento, sendo a saída da referida unidade de armazenamento operacionalmente ligada a uma unidade comparadora, caracterizado por a segunda entrada da referida unidade comparadora ser operacionalmente ligada à saída do referido detector de força.
24. Aparelho da reivindicação 23, em que o referido dispositivo deformador compreende um par de elementos afastados, sendo os referidos elementos levados a movimentarem-se relativamente um ao outro, na direcção de afastando-se um do outro.
25. Aparelho da reivindicação 24, em que o referido, pelo menos um, detector de força é montado num dos referidos elementos.
26. Aparelho da reivindicação 23, compreendendo ainda uma câmara de teste passível de ser fechada de modo estanque ligada a uma bomba de evacuação, sendo o referido detector de força sendo rigidamente montado na referida câmara de teste com uma superfície sensível à força exposta para o interior da referida câmara de teste.
27. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 26, em que o referido detector de força compreende um sensor de resistência.

28. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 27, compreendendo ainda uma unidade temporizadora controlando o armazenamento na referida unidade de armazenamento num primeiro momento e a comparação na referida unidade comparadora num segundo momento depois do referido primeiro momento.
29. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 28, em que a referida unidade de armazenamento compreende um conversor analógico/digital.
30. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 29, em que a referida unidade comparadora compreende um andar de entrada de diferença, sendo as suas entradas operacionalmente ligadas à saída do referido detector de força e à saída da referida unidade de armazenamento, sendo a saída do referido andar de entrada operacionalmente ligada a uma outra unidade de armazenamento que é realimentada na direcção da entrada da referida unidade de comparação.
31. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 30, compreendendo uma câmara de teste evacuável e, pelo menos, um par de eléctrodos dispostos no interior da referida câmara de teste e operacionalmente ligados a uma unidade de medição de impedância.
32. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 31, em que as superfícies externas que contactam com o recipiente a ser testado enquanto está a ser deformado pelo referido dispositivo deformadora estarem dotadas com uma estrutura superficial.

33. Aparelho da reivindicação 32, em que a referida superfície estrutural é formada por uma malha ou rede embutida ou por uma maquinação de superfície das referidas superfícies que as tornam rugosas.
34. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 33, compreendendo ainda uma primeira unidade sensível ao limiar, sendo uma sua entrada operacionalmente ligada à saída do referido detector de força, sendo a sua saída operacionalmente ligada a uma entrada de controlo d dispositivo de teste.
35. Aparelho da reivindicação 34, compreendendo ainda uma segunda unidade sensível ao limiar, sendo a sua entrada operacionalmente ligada à saída do referido detector de força e compreendendo uma unidade temporizadora que liga as referidas unidades sensíveis ao limiar em momentos diferentes.
36. Aparelho de uma das reivindicações 23 a 35, compreendendo ainda uma unidade calculadora de média, sendo a sua entrada operacionalmente ligada à saída do referido detector de força, sendo a sua saída operacionalmente ligada a uma unidade limiar, sendo uma sua segunda entrada operacionalmente ligada à saída do referido detector de força.

Lisboa, 14 de Maio de 2009

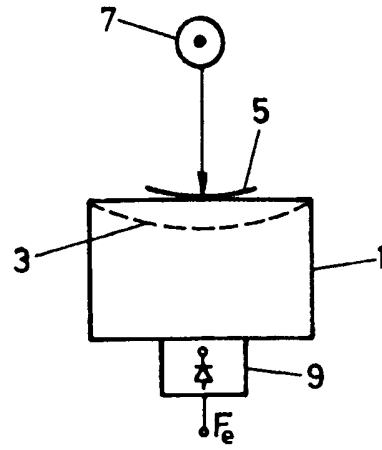


FIG.1

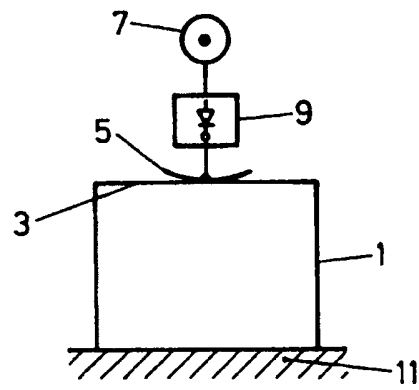


FIG.2

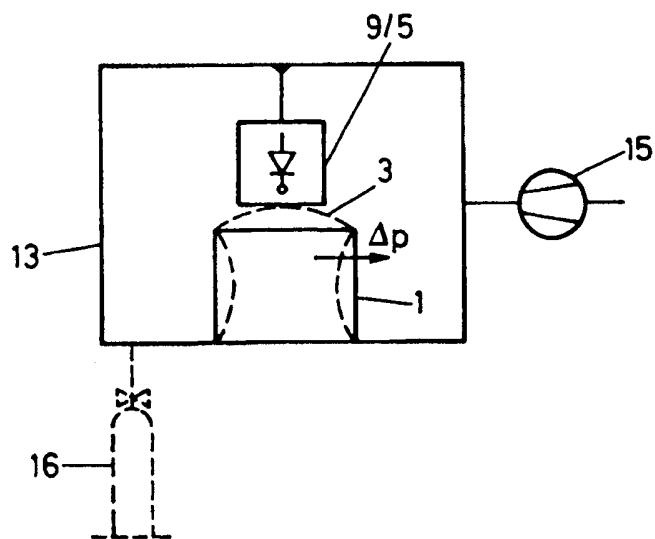


FIG.3

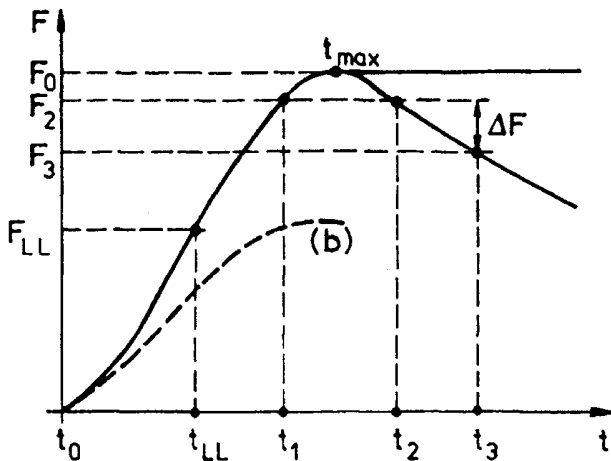


FIG.4

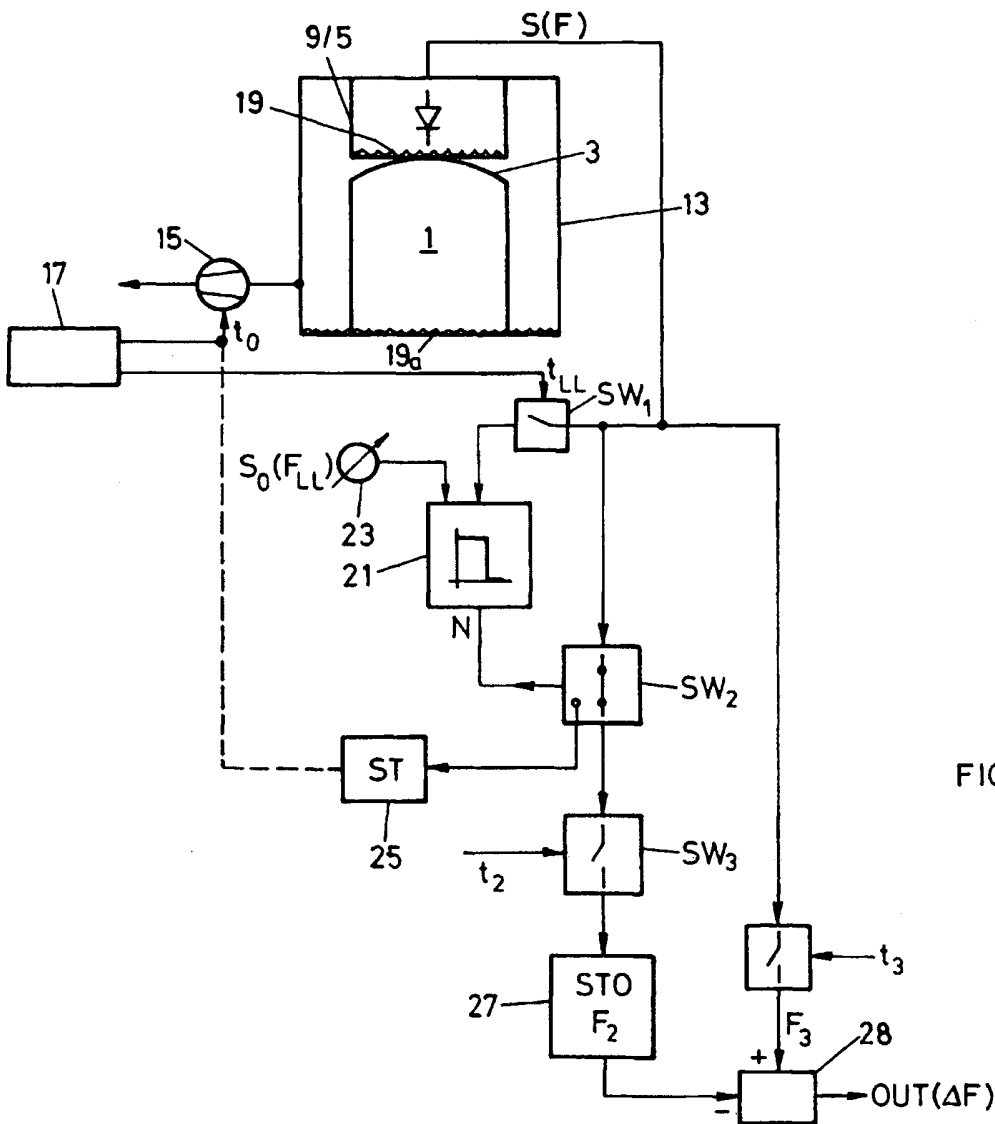
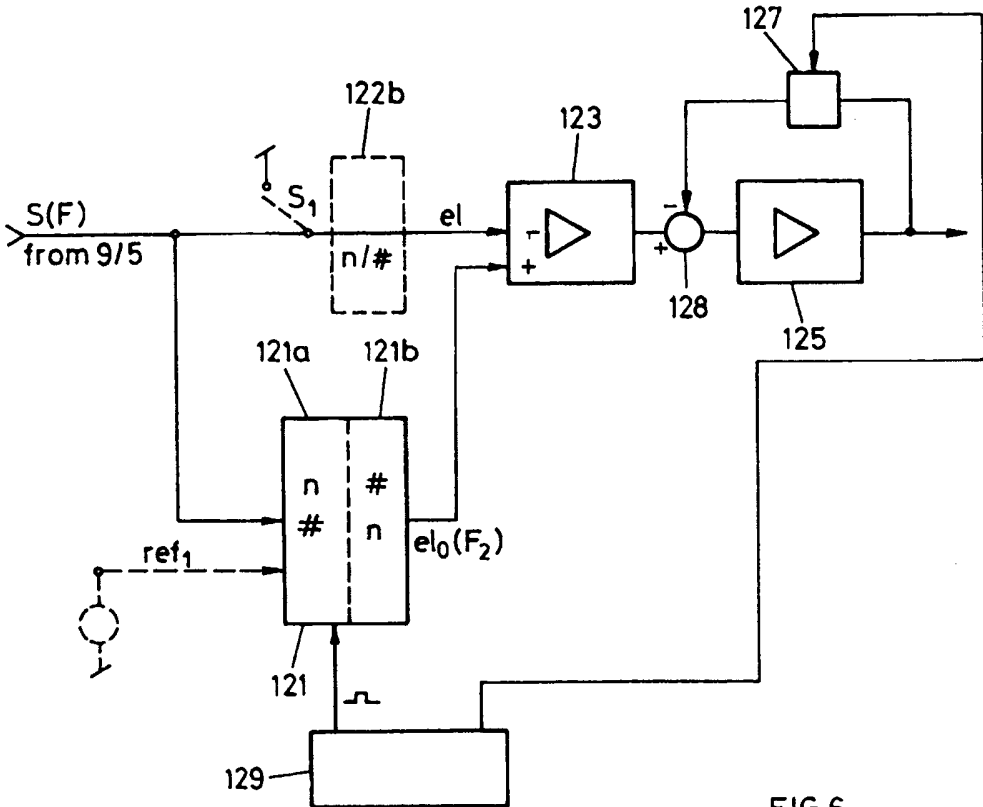


FIG.5



**FIG.6**

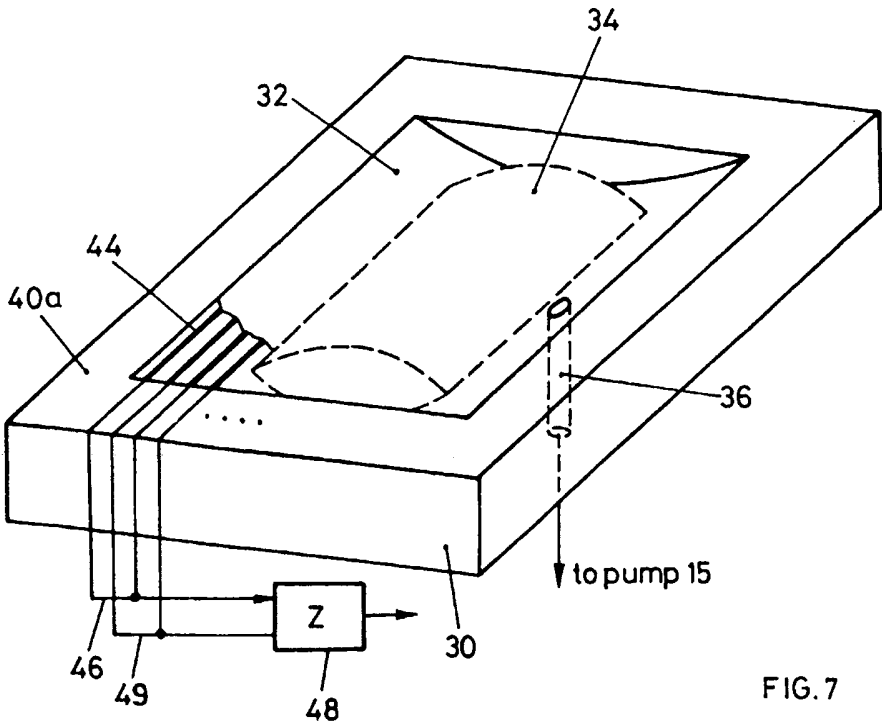


FIG. 7



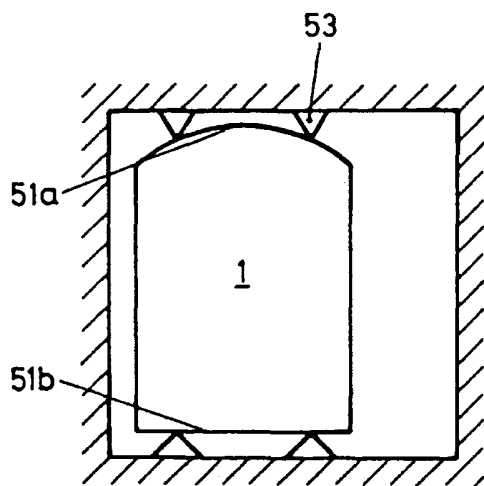
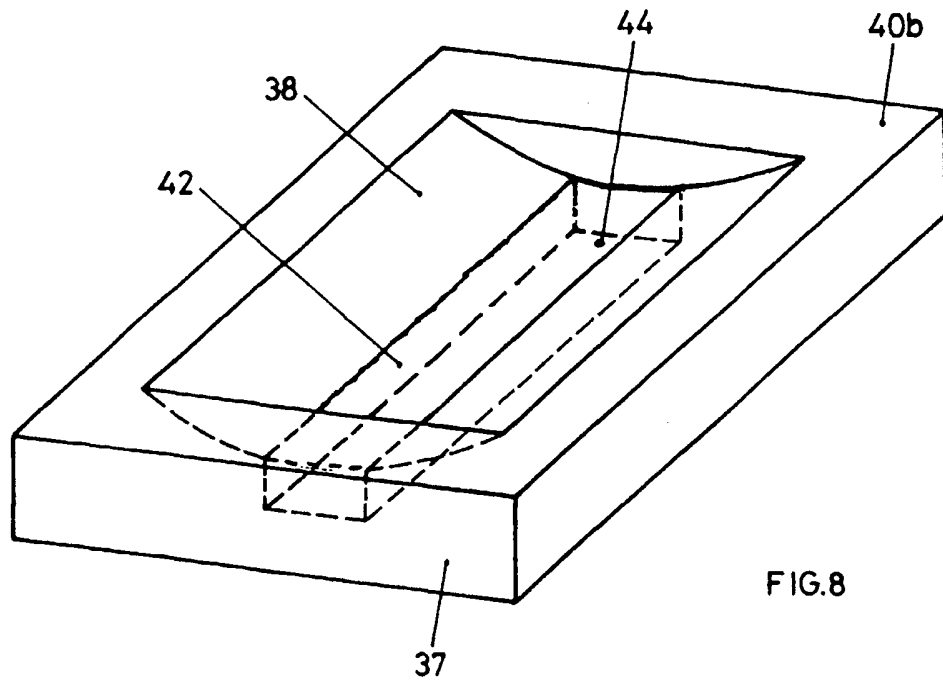


FIG. 9

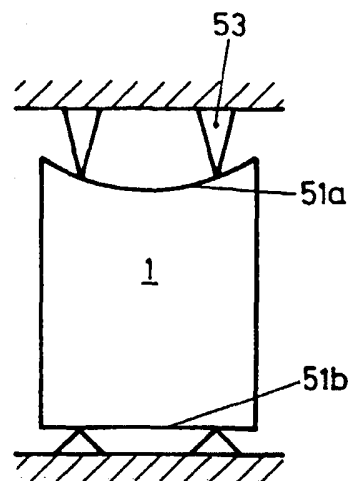


FIG. 10

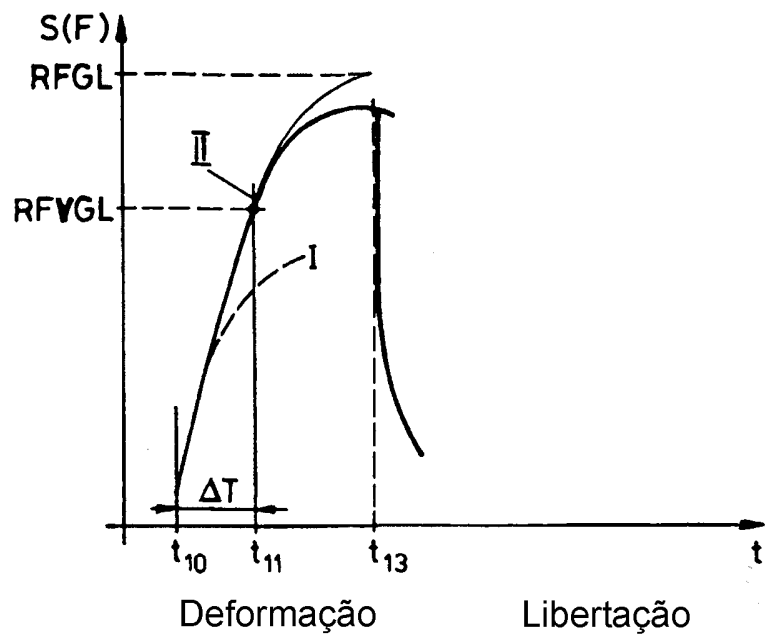


FIG.11a

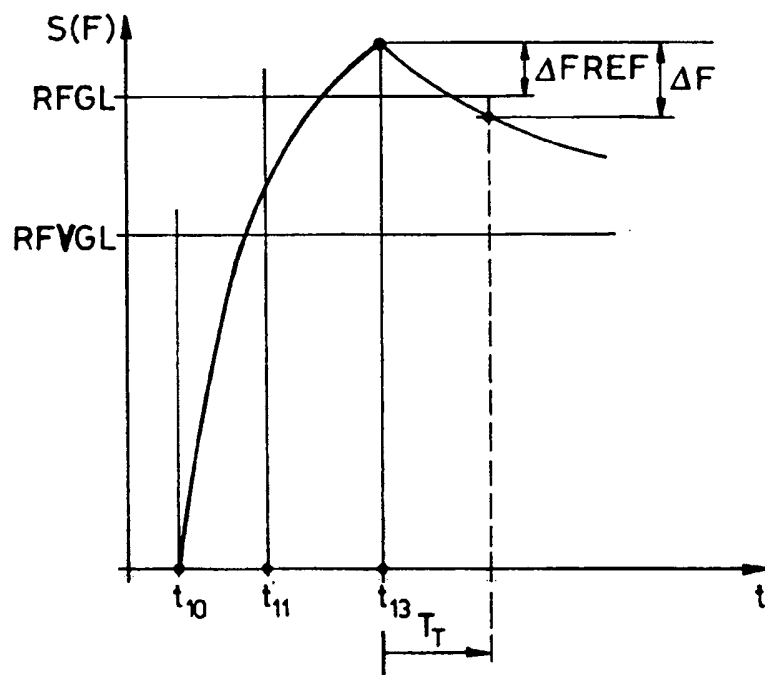


FIG.11b

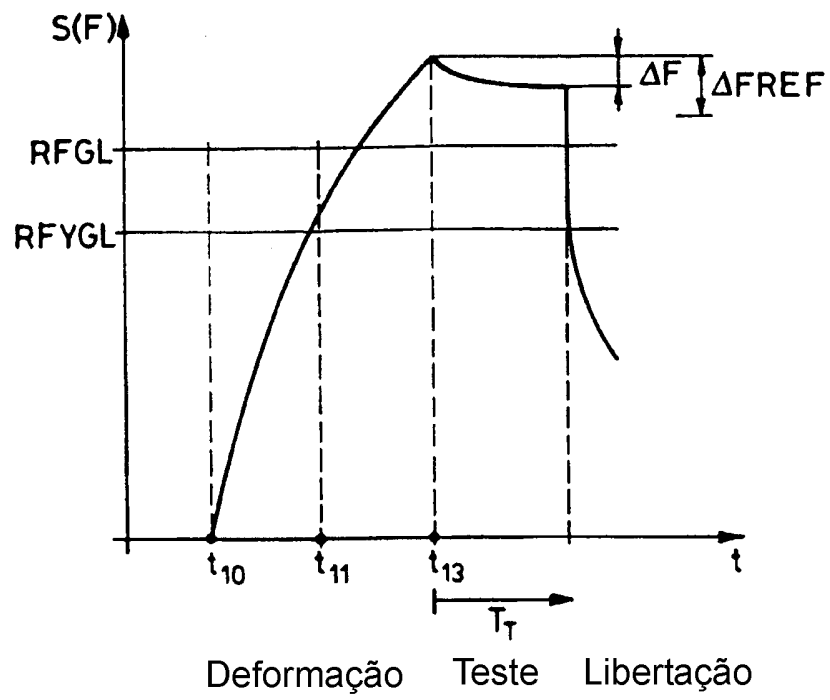


FIG.11c

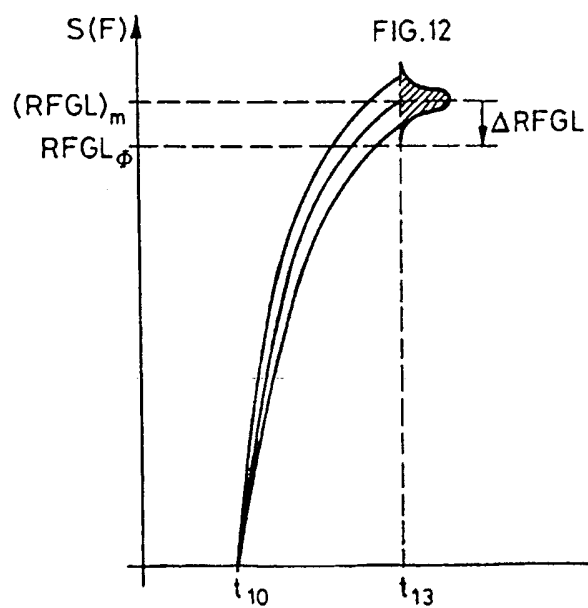
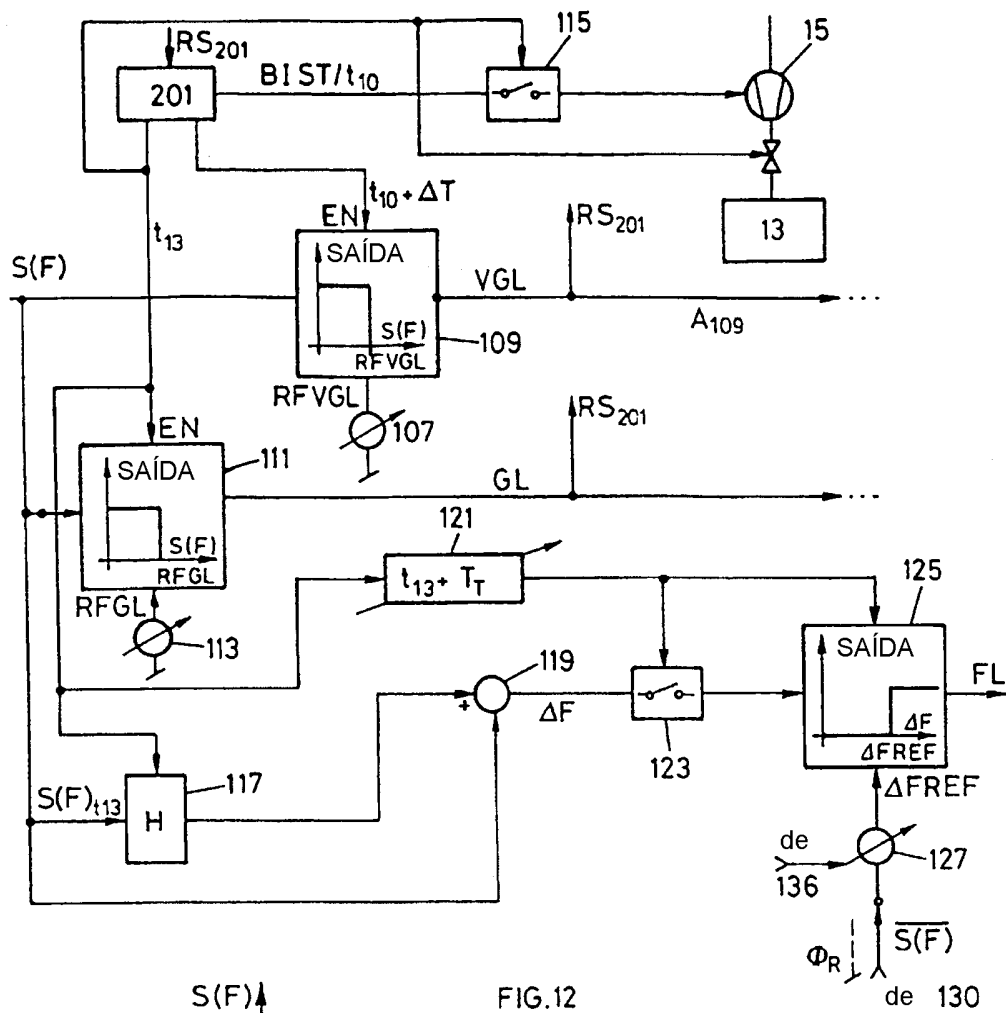


FIG.13

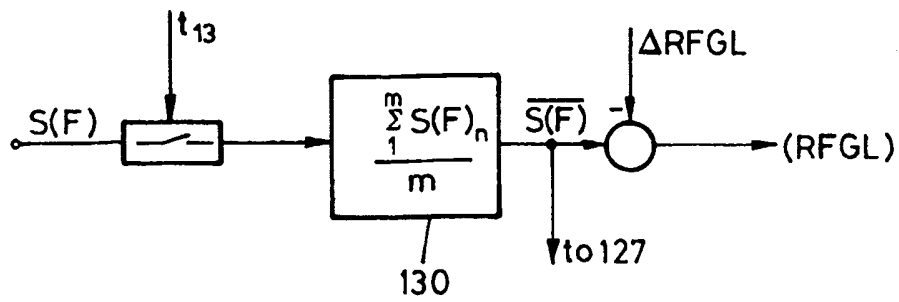


FIG.14

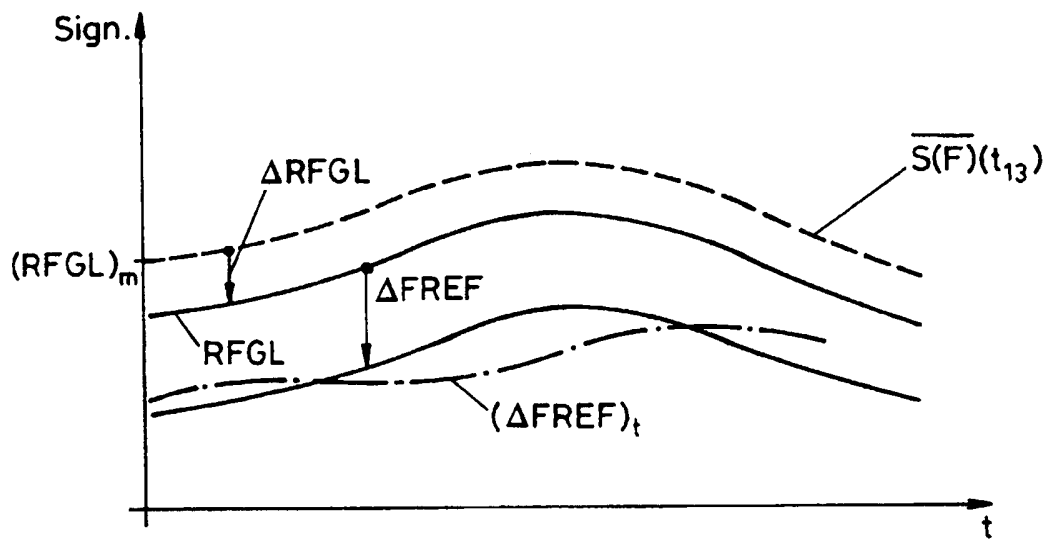


FIG.15

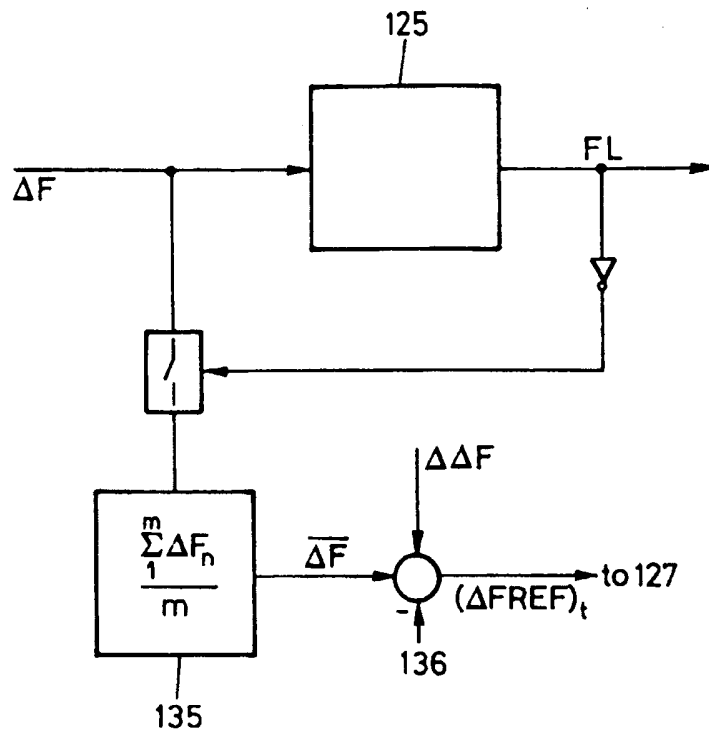


FIG.16

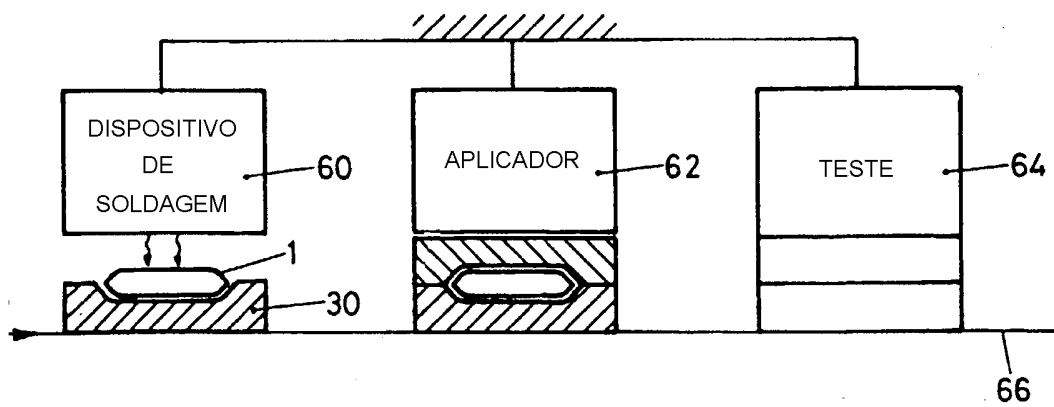


FIG.17

## **RESUMO**

### **"MÉTODO E APARELHO PARA VERIFICAÇÃO DE FUGAS EM RECIPIENTES FECHADOS"**

Para verificação de fugas em recipientes fechados que têm, pelo menos, uma área (3) de parede flexível, um elemento (5) deformador é movido relativamente a e para uma da área (3) de parede. Este movimento é, depois, parado e a força de deformação sobre o recipiente é medida (9). Depois, esta força de deformação é novamente medida e é gerado um sinal de diferença das duas medições como um indicador de fugas.