

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

(22) Data de pedido: <b>2008.11.28</b>	(73) Titular(es): <b>DEUTZ AKTIENGESELLSCHAFT</b> <b>OTTOSTRASSE 1 51149 KÖLN</b> <b>DE</b>
(30) Prioridade(s): <b>2008.01.19 DE</b> <b>102008005183</b>	(72) Inventor(es): <b>MARK ZIMMERMANN</b> <b>DE</b> <b>DOMINIC VÖMEL</b> <b>DE</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2009.07.22</b>	(74) Mandatário: <b>NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO</b> <b>RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA</b> <b>PT</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2013.05.29</b> <b>163/2013</b>	

(54) Epígrafe: **DETEÇÃO AUTOMÁTICA DE COMBUSTÍVEL**

(57) Resumo:

2.1 A INVENÇÃO DIZ RESPEITO A UM MÉTODO PARA OPERAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA QUE É ALTERNADA OU ADICIONALMENTE OPERADO COM UM COMBUSTÍVEL DE BAIXA VISCOSIDADE, EM ESPECIAL GASÓLEO, E UM COMBUSTÍVEL DE ALTA VISCOSIDADE, EM ESPECIAL ÓLEO DE COLZA, EM QUE OS DOIS COMBUSTÍVEIS SÃO ABASTECIDOS POR UM DISPOSITIVO DE BOMBA DE ALTA PRESSÃO PARA UM DEPÓSITO E SÃO ALIMENTADOS A PARTIR DAÍ ATRAVÉS DE VÁLVULAS DE INJEÇÃO PARA CÂMARAS DE COMBUSTÃO DO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, EM QUE O MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA E O DISPOSITIVO DE INJEÇÃO SÃO CONTROLADOS POR UM DISPOSITIVO DE CONTROLO ELETRÓNICO. 2.2 DE ACORDO COM A INVENÇÃO, É APRESENTADO UM MÉTODO PARA OPERAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM DIFERENTES COMBUSTÍVEIS, EM QUE A DETEÇÃO DO PRESENTE COMBUSTÍVEL E/OU DA MISTURA DE COMBUSTÍVEL E O CONTROLO DO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA QUE DAÍ DECORRE RESULTAM AUTOMATICAMENTE. ISTO É CONSEGUIDO AO SEREM AVALIADAS DIFERENTES PROPRIEDADES DOS COMBUSTÍVEIS ATRAVÉS DO DISPOSITIVO DE CONTROLO ELETRÓNICO, DETERMINANDO A PARTIR DAÍ O COMBUSTÍVEL LOCALIZADO NO DEPÓSITO E/OU A MISTURA LOCALIZADA NO DEPÓSITO, E PODENDO ASSIM ADAPTAR DE FORMA CORRESPONDENTE O CONTROLO DO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA.

## RESUMO

### "DETEÇÃO AUTOMÁTICA DE COMBUSTÍVEL"

2.1 A invenção diz respeito a um método para operar um motor de combustão interna que é alternada ou adicionalmente operado com um combustível de baixa viscosidade, em especial gasóleo, e um combustível de alta viscosidade, em especial óleo de colza, em que os dois combustíveis são abastecidos por um dispositivo de bomba de alta pressão para um depósito e são alimentados a partir daí através de válvulas de injeção para câmaras de combustão do motor de combustão interna, em que o motor de combustão interna e o dispositivo de injeção são controlados por um dispositivo de controlo eletrónico.

2.2 De acordo com a invenção, é apresentado um método para operar um motor de combustão interna com diferentes combustíveis, em que a deteção do presente combustível e/ou da mistura de combustível e o controlo do motor de combustão interna que daí decorre resultam automaticamente. Isto é conseguido ao serem avaliadas diferentes propriedades dos combustíveis através do dispositivo de controlo eletrónico, determinando a partir daí o combustível localizado no depósito e/ou a mistura localizada no depósito, e podendo assim adaptar de forma correspondente o controlo do motor de combustão interna.

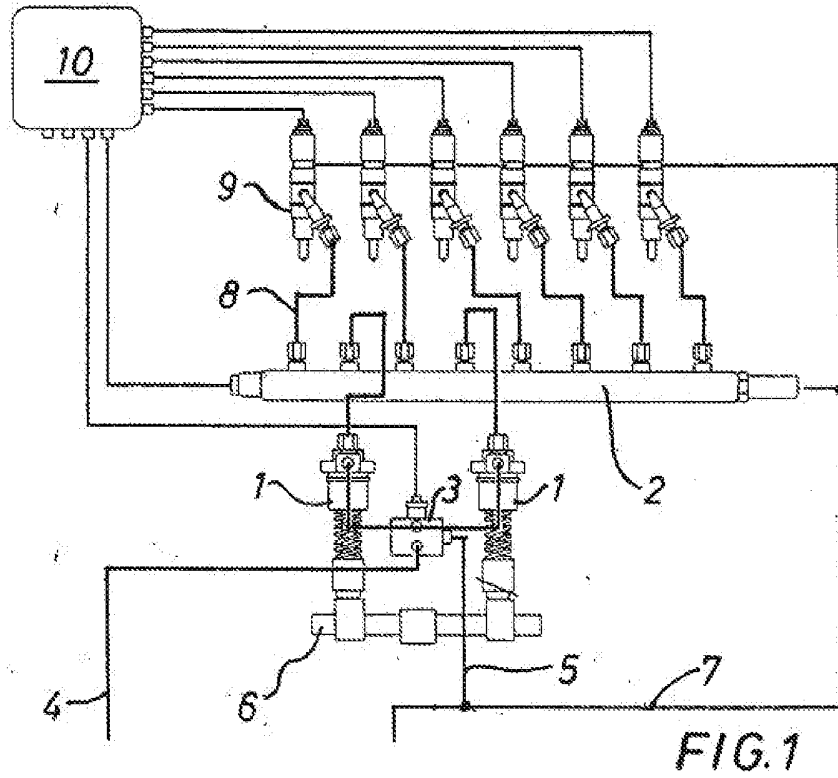


FIG.1

## DESCRIÇÃO

### "DETEÇÃO AUTOMÁTICA DE COMBUSTÍVEL"

A invenção diz respeito a um método para operar um motor de combustão interna que é alternada ou adicionalmente operado com um combustível de baixa viscosidade, em especial gasóleo, e um combustível de alta viscosidade, em especial óleo de colza, em que os dois combustíveis são abastecidos por um dispositivo comum de bomba de alta pressão para um depósito e são alimentados a partir daí através de válvulas de injeção para câmaras de combustão do motor de combustão interna, em que o motor de combustão interna e o dispositivo de injeção são controlados por um dispositivo de controlo eletrónico.

Um tal motor de combustão interna é conhecido a partir da EP 1 790 844 A1 e da anteriormente não publicada DE 10 2007 031781 A1. Este motor de combustão interna diz respeito a um dispositivo para operação alternativa de um motor de combustão interna a diesel com combustível de baixa viscosidade, em especial gasóleo, e de combustível de alta viscosidade, em especial óleo de colza, em que ambos os combustíveis são alimentados ao motor de combustão interna através de um sistema de common rail. Para isso é previsto um dispositivo de comutação que por um lado permite ao sistema common rail uma alimentação à escolha de um dos combustíveis e com o qual também ocorre uma limpeza do sistema de baixa pressão do sistema de combustível.

A invenção tem por objetivo apresentar um método para operar um motor de combustão interna com diferentes combustíveis em que a deteção do atual combustível e/ou

mistura de combustíveis e o controlo de motor de combustão interna daí resultante ocorre de forma automática.

A invenção tem por base o objetivo de operar um motor de combustão interna em especial autoignífugo em condições específicas, em especial para utilização em operação agrícola, comunal ou em aeroportos, com combustível de produtos vegetais, em especial óleo de colza. Este combustível é, em relação a um combustível de petróleo, em especial gasóleo, por exemplo, consideravelmente mais viscoso e não é apropriado, sob todas as condições de operação e condições ambientais, para ser alimentado como carburante ao motor de combustão interna através de um sistema de injeção moderno como um sistema common rail. Para além disso, os valores caloríficos do combustível são diferentes, de forma a que no que diz respeito a isto é sensata uma adaptação do controlo do motor de combustão interna.

Existe a possibilidade de detetar e avaliar as propriedades do combustível através de um ou mais sensores que são aplicados no sistema de combustível. Tais sensores são dispendiosos e depois de uma avaria ou uma paragem o motor de combustão interna fica no pior dos casos inoperacional.

As diferentes propriedades do combustível são aqui de acordo com a invenção avaliadas sem outros meios de forma eletrónica. A partir desta avaliação, a mistura de combustíveis ou o combustível isolado que se encontra no sistema de combustível, em especial no depósito, é avaliado e o controlo do motor de combustão interna pode ser assim adaptado.

É assim por exemplo necessário aquecer o combustível de alta viscosidade até uma temperatura de cerca de 55 °C a 75

°C, de preferência 65 °C, para que possa ser alimentado sem problemas às câmaras de combustão do motor de combustão interna. Através desta avaliação do combustível de acordo com a invenção este conhecimento pode ser diretamente consultado para controlo do aquecimento e pode-se prescindir do aquecimento numa operação apenas a gasóleo. Para além disso, durante um funcionamento em ponto morto e um funcionamento a baixas rotações, pode ser excluído um alternar evitável entre combustíveis. Aqui deve ser notado que um funcionamento com combustível de alta viscosidade só deve ocorrer conforme a carga parcial, uma vez que então a formação de depósitos no sistema de injeção é evitada de forma segura. Para além disso, os diferentes combustíveis apresentam diferentes valores caloríficos de forma a, dependendo do combustível utilizado para operar o motor de combustão interna, serem atingidas diferentes potências do motor de combustão interna com as mesmas quantidades de combustível injetado. Uma vez que o valor calorífico do gasóleo é maior, para, por exemplo no funcionamento com óleo de colza, atingir uma potência idêntica tem de ser injetada uma maior quantidade de combustível. Em sistemas de comutação mecânicos entre os diferentes combustíveis há o perigo de, consciente ou inconscientemente, durante o funcionamento do motor de combustão interna com gasóleo ser ajustada uma quantidade de injeção demasiado elevada, fazendo com que o motor de combustão interna fique a trabalhar durante muito tempo na zona da sobrecarga. Isto pode ser evitado através da determinação de combustível e avaliação para adaptação da quantidade injetada de acordo com a invenção.

Desta forma é evitado o perigo de manipulações intencionais ou não intencionais do controlo do combustível e/ou do controlo do motor de combustão interna e eliminados

prejuízos de funcionamento provocados por sensores avariados ou defeituosos.

A avaliação ocorre durante uma fase de funcionamento estacionário do motor de combustão interna. A deteção do combustível é calculada e determinada através de componentes de regulação de um regulador PID. Deve ser dito antes de mais que a adaptação da quantidade de combustível alimentada ao depósito de um sistema de injeção através de um regulador PID é determinada por um dispositivo de controlo eletrónico que também controla outras funções do motor de combustão interna. Em princípio isto acontece de forma a que a parte P do regulador determine primeiro por alto a quantidade de combustível a alimentar ao depósito (igual em ambos os combustíveis), em que então a parte I (parte integral) do regulador conduz o ajuste exato numa pressão alvo de depósito predeterminada. Aqui a atual pressão de depósito é medida através de um sensor de pressão e é alimentada ao dispositivo de controlo. No caso da alimentação de óleo de colza ao depósito, as bombas de alta pressão em virtude da elevada viscosidade apresentam um maior grau de rendimento em relação ao funcionamento a gasóleo. Desta forma o diagrama característico armazenado no dispositivo de regulação doseia às bombas no funcionamento com óleo de colza, através de um dispositivo elétrico de medição de combustível controlado eletricamente, uma quantidade de óleo de colza demasiado grande, de forma a que a pressão de depósito suba através da pressão alvo do depósito. Esta pressão atual aumentada é então ajustada por meio da parte I do regulador para a pressão alvo. Se o motor de combustão interna for então acionado durante uma fase de um funcionamento estacionário numa rotação conhecida, o regulador PID regula de acordo com as formas de realização anteriores após um curto espaço de tempo a pressão de combustível efetiva no depósito para

a pressão alvo armazenada no dispositivo de controlo. Com base nas formas de realização anteriores resultam respetivamente sempre de acordo com o combustível ou mistura de combustível diferentes valores I. Estes diferentes valores I são comparados com valores armazenados num diagrama característico do dispositivo de controlo e é determinado a partir daí qual o combustível ou mistura de combustível que se encontra no depósito. Este conhecimento pode então por exemplo ser consultado para o ajuste de potência do motor de combustão interna anteriormente descrito.

Podem-se retirar da descrição das figuras outras configurações da invenção, que são descritas em maior detalhe nos exemplos de realização representados nas figuras.

Figura 1 uma vista do dispositivo de injeção sem a etapa de baixa pressão,

Figura 2 um diagrama característico com a viscosidade cinemática de misturas de combustível óleo de colza/gasóleo conforme a temperatura e

Figura 3 alteração da pressão de depósito ao longo do tempo.

A Figura 1 mostra um sistema de injeção de um motor de combustão interna autoignífugo no qual é alimentado combustível a um depósito 2 através de duas bombas de alta pressão 1 incorporadas num cárter do motor de combustão interna. O depósito 2 é o "rail" de um denominado "dispositivo de injeção common rail". A quantidade de combustível alimentada ao depósito 2 é determinada do lado da entrada das bombas de alta pressão 1 por um dispositivo

de medição de combustível 3, que é carregado com combustível através de uma conduta de alimentação 4. Com o dispositivo de medição de combustível 3, a quantidade de combustível alimentado às câmaras de combustão das bombas de alta pressão 1 é determinada e é reduzida uma eventual quantidade excedentária de combustível através de uma conduta de redução 5. As bombas de alta pressão 1 são além disso acionadas por cames que são dispostos numa árvore de cames de troca de gás adicionalmente aos cames de troca de gás. O combustível alimentado através da conduta de alimentação 4 do dispositivo de medição de combustível é um combustível de baixa viscosidade, em especial gasóleo, ou um combustível de alta viscosidade, em especial óleo de colza, ou uma mistura de ambos os combustíveis. Através de um dispositivo de comutação apropriado pode-se comutar entre ambos os combustíveis de forma a que seja possível um funcionamento alternado ou aditivo com ambos os combustíveis. Aqui o dispositivo de comutação inclui também um dispositivo de conexão apropriado com o qual é conduzido à escolha para um tanque combustível de baixa viscosidade ou combustível de alta viscosidade através do combustível reduzido da conduta de redução 5 ou do combustível alimentado a este através de uma conduta de fuga 7. O depósito 2 é ligado a válvulas de injeção 9 através de várias condutas de alta pressão 8, através das quais é injetado o combustível às câmaras de combustão individuais do motor de combustão interna. As válvulas de injeção 9 apresentam uma ligação de fuga que está ligada à conduta de fuga 7. Ao mesmo tempo a conduta de fuga 7 está também ligada a uma ligação de sobrepressão do depósito 2. O dispositivo de injeção é controlado por um dispositivo de controlo 10 que assume de preferência todo o controlo do motor de combustão interna. No dispositivo de controlo eletrónico 10 são armazenados diagramas característicos mediante os quais conforme as unidades de controlo

exemplares através de controlo das válvulas de injeção é injetado combustível nas câmaras de combustão do motor de combustão interno. De acordo com o combustível retirado do depósito 2 é alimentada uma respetiva quantidade de combustível às bombas de alta pressão através do dispositivo de medição de combustível 3, que é igualmente controlado pelo dispositivo de controlo 10, bombas de alta pressão que depois transportam o combustível para o depósito. Aqui é determinada a pressão no depósito 2 através de um sensor de pressão e igualmente avaliada no dispositivo de controlo 10. Aqui deve ser considerado que a pressão no depósito 2 é alterada conforma a rotação, em que a pressão é ajustada para valores mais elevados à medida que a rotação aumenta.

O respetivo controlo do dispositivo de medição de combustível 3 resulta através de um regulador PID integrado no dispositivo de controlo.

Isto acontece num estado estacionário do motor de combustão interna da seguinte maneira:

Em estado estacionário do motor de combustão interna, portanto em rotação e carga constantes, o dispositivo de controlo 10 retira do depósito 2 uma determinada quantidade de combustível, de acordo com um diagrama característico, para injetar nas câmaras de combustão, que depois tem novamente de ser devolvido ao depósito 2. Este reenchimento ocorre sob pressão controlada, isto é, é consultada a pressão existente no depósito para fazer este controlo. De acordo com isto a parte P do regulador PID é ajustada primeiro com uma parte proporcional para reenchimento do depósito 2, depois então pela parte I retificada e/ou ajustada para uma pressão alvo do depósito. Para um ponto de operação definido com precisão resulta por exemplo para

um funcionamento com 100% do combustível de baixa viscosidade um valor da parte I que é armazenado num diagrama característico do dispositivo de controlo. (Esta determinação pode ocorrer através de banco de ensaios.)

Se o dispositivo de medição de combustível for alimentado com 100% de combustível de alta viscosidade, aumenta o grau de funcionamento das bombas de alta pressão 1 por via da menor fuga, e em conformidade a parte P ajustada aumenta a pressão no depósito 2 para um valor mais elevado do que no caso anteriormente ilustrado. Por conseguinte ocorre o ajuste na pressão alvo do depósito com um valor diferente da parte i diferente do primeiro caso. Este valor diferente da parte I é comparado com valores de diagrama característicos armazenados no dispositivo de controlo 10 e a partir da comparação pode ser determinado com precisão qual o combustível ou mistura de combustíveis a alimentar através da conduta de alimentação do dispositivo de medição de combustível.

Na Figura 2 é representada a alteração da viscosidade cinemática de misturas de combustível óleo de colza/gasóleo a diferentes temperaturas. Aqui a curva característica inferior, que apresenta a uma temperatura de 100 °C uma viscosidade de  $1\text{mm}^2/\text{por segundo}$ , determina uma parte de 100% de combustível gasóleo. As curvas características que ficam acima determinam respetivamente uma mistura de combustível óleo de colza/gasóleo na qual ocorre uma redução da porção de combustível gasóleo em etapas de 10%. A curva característica mais acima também determina uma parte de 100% de óleo de colza.

Grandezas e fatores de influência físicos são a compressibilidade (pode ser vista para ambos os combustíveis no campo de pressão sempre como constante), o

coeficiente de expansão de volume (aqui ocorre uma alteração de temperatura), a alteração da densidade (é uma função da temperatura) e a alteração da viscosidade (é igualmente uma função da temperatura). A viscosidade cinemática, que é referida na Figura 3, é o quociente de viscosidade e espessura dinâmicas. Uma vez que conseqüentemente as quantidades de entrada são dependentes da temperatura, a viscosidade cinemática também é dependente da temperatura. A detecção de combustível só deveria ocorrer em determinadas temperaturas de combustível do óleo de colza uma vez que a viscosidade do óleo de colza depende claramente mais da temperatura do que no caso do combustível gasóleo. Em troca, a baixa pressão de combustível do respetivo combustível não tem grande influência na detecção de combustível.

Na Figura 3 são representadas as três fases concebíveis de alterações da pressão do rail ao longo do tempo. Partindo de uma pressão  $p_1$  é representado numa fase 1 um aumento de pressão da pressão do rail para um valor  $p_2$ . Esta fase ajusta-se por exemplo num aumento de potência de carga parcial para carga total. Durante esta fase não é possível qualquer detecção de combustível. A fase 2 determina um funcionamento estacionário do motor de combustão interna, no qual a pressão do rail permanece constante ao longo de um determinado período de tempo. Nesta fase é possível a detecção de combustível. A fase 3 define uma redução da pressão do rail de uma pressão  $p_2$  para uma pressão  $p_1$ .

#### Lista de referências

- 1 Bomba de alta pressão
- 2 Depósito
- 3 Dispositivo de medição de combustível
- 4 Conduta de alimentação

- 5 Conduta de redução
- 6 Árvore de cames de troca de gás
- 7 Conduta de fuga
- 8 Conduta de alta pressão
- 9 Válvula de injeção
- 10 Dispositivo de controlo

Lisboa, 20 de Agosto de 2013

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para operar um motor de combustão interna que é alternada ou adicionalmente operado com um combustível de baixa viscosidade e um combustível de alta viscosidade, em que os dois combustíveis são abastecidos por um dispositivo de bomba de alta pressão (1) para um depósito (2) e são alimentados a partir daí através de válvulas de injeção (9) para câmaras de combustão do motor de combustão interna, em que o motor de combustão interna e o dispositivo de injeção são controlados por um dispositivo de controlo eletrónico (10), em que a quantidade de combustível alimentada ao depósito (2) é controlada através de um regulador PID, em que são avaliadas diferentes propriedades dos combustíveis através do dispositivo de controlo eletrónico e o combustível localizado no depósito (2) e/ou a mistura localizada no acumulador (2) são/é determinada a partir daí, e o controlo do motor de combustão interna é adaptado de forma correspondente, **caracterizado por**
  - a avaliação ocorrer durante uma fase de operação em estado estacionário do motor de combustão interna e
  - a deteção de combustível ser derivada da componente de controlo I diferente em virtude do facto de que a componente de controlo I ser comparada com valores característicos correspondentes armazenados no dispositivo de controlo (10).
2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** as viscosidades dos combustíveis serem avaliadas.

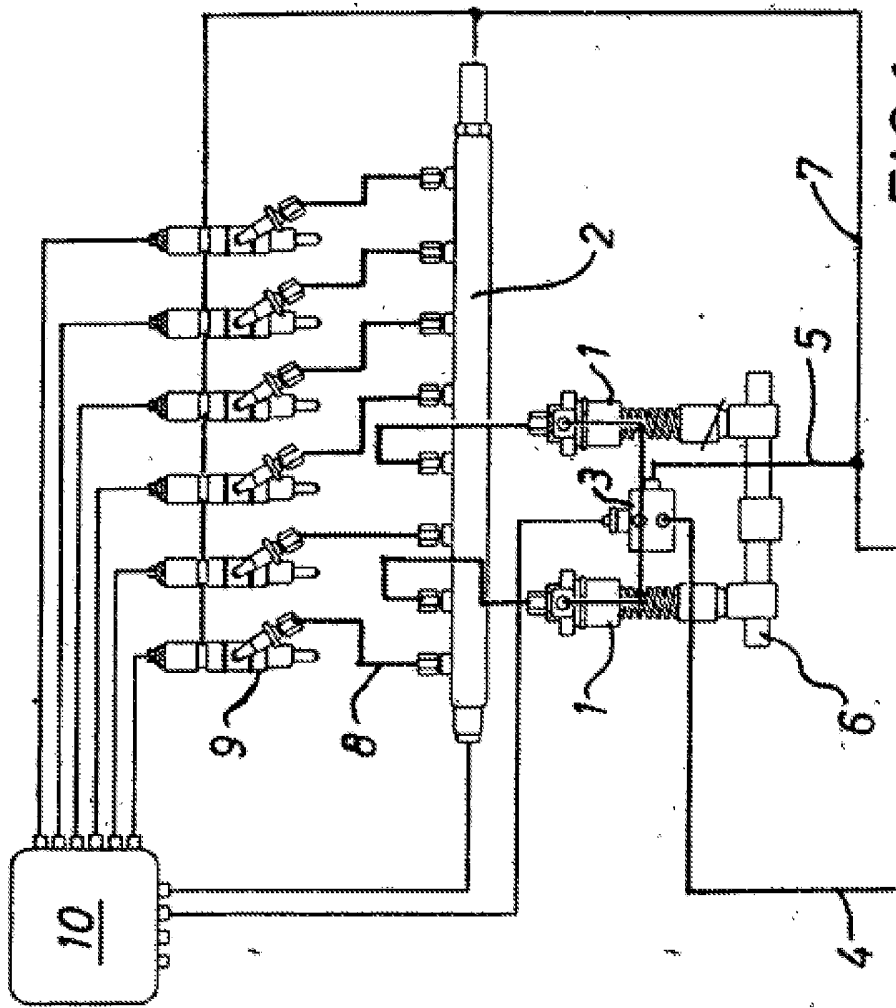


FIG. 1

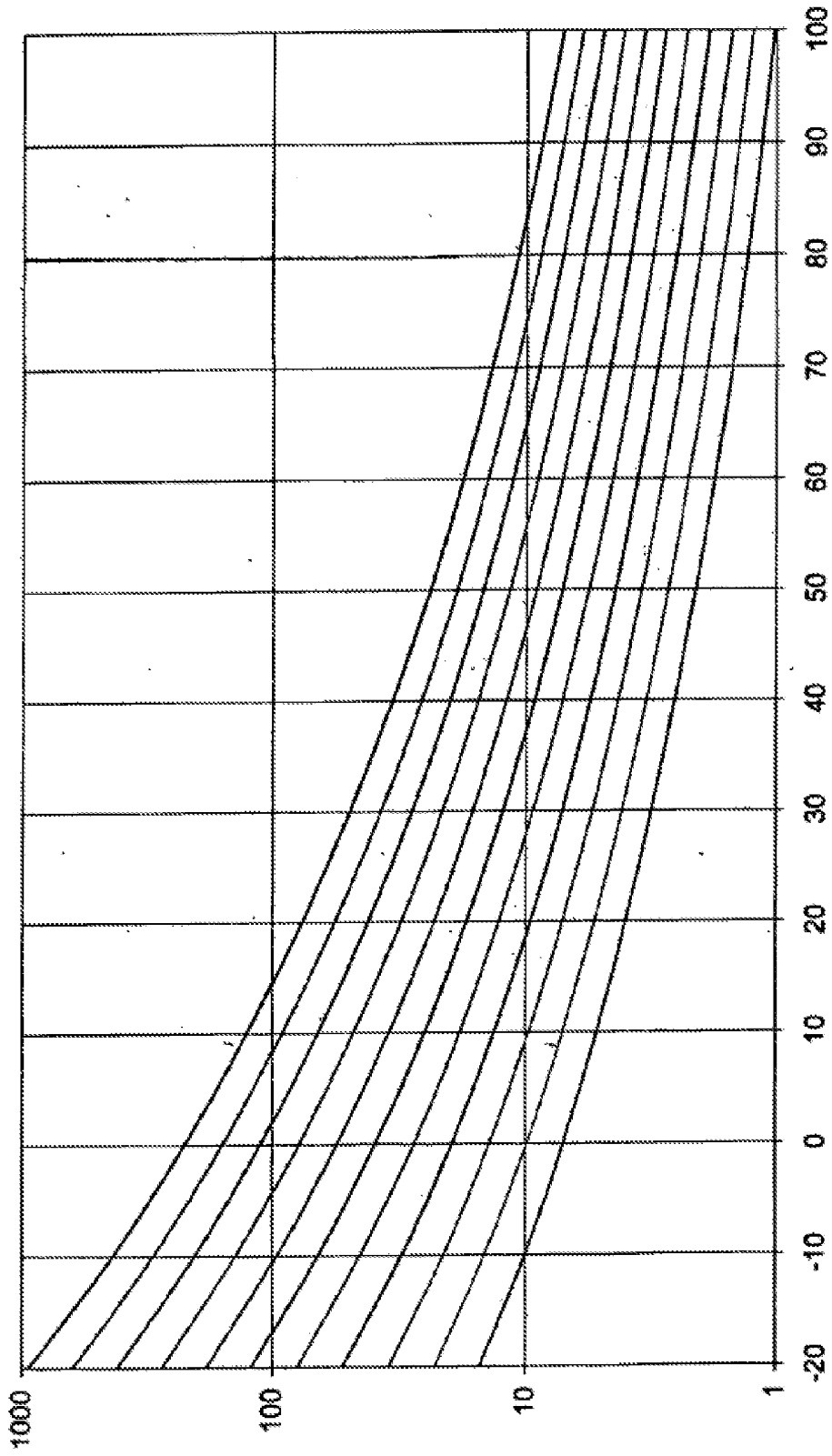


FIG. 2

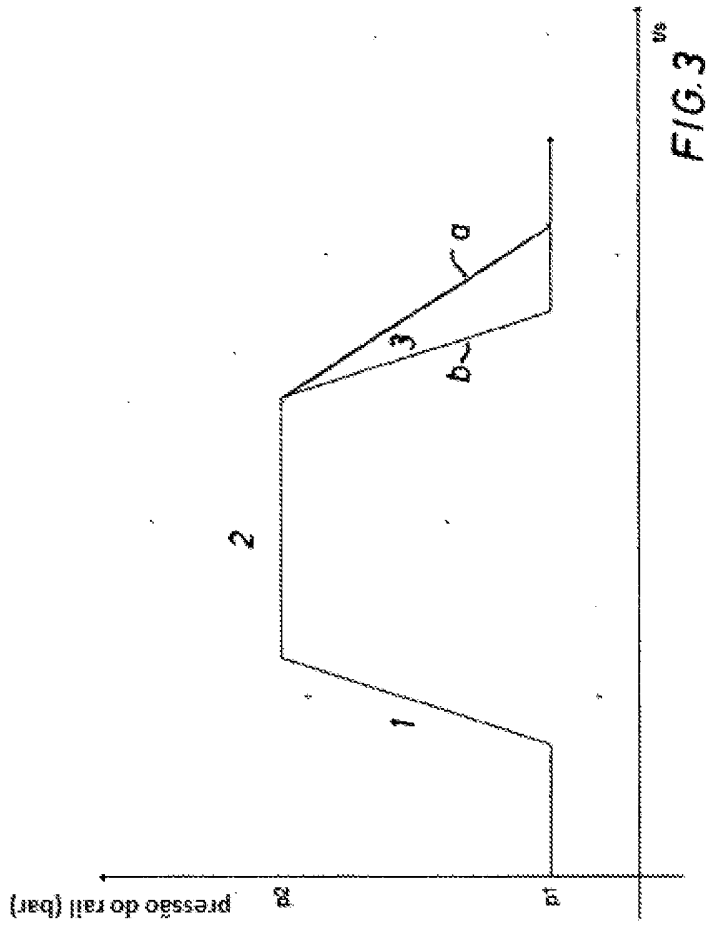


FIG.3<sup>us</sup>