



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0406254-0 A**



(22) Data de Depósito: 29/10/2004  
(43) Data de Publicação: 19/09/2006  
**(RPI 1863)**

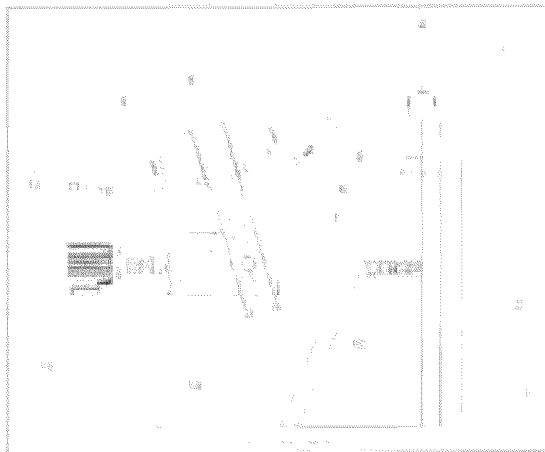
**(51) Int. CI<sup>7</sup>:**  
E21B 43/00  
F04B 47/02

**(54) Título: EQUIPAMENTO PARA EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO**

**(71) Depositante(s):** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (BR/RS)

**(72) Inventor(es):** Telmo Roberto Strohaecker, Gabriel Alejandro Tarnowski, Jailson Torma Betanzos

**(57) Resumo:** "EQUIPAMENTO PARA EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO". A presente invenção descreve um equipamento para a extração de petróleo em poços terrestres que consiste de uma unidade de bombeio do tipo BT, sendo também descrito um processo de extração de petróleo que compreende o uso do referido equipamento.



5213 43/00  
FO4B 47/02

1/9

PI0406254

## Relatório Descritivo

Equipamento para extração de petróleo e processo de extração de petróleo

### Campo da Invenção

5 A presente invenção descreve um equipamento para extração de petróleo em poços terrestres, sendo também descrito um processo de extração de petróleo.

### Antecedentes da Invenção

10 O petróleo é uma matéria-prima essencial à vida moderna, sendo o componente básico de mais de 6.000 produtos. Dele se produz a gasolina, combustíveis para aviação, o gás de cozinha, os lubrificantes, borrachas, plásticos, tecidos sintéticos, tintas - e até mesmo energia elétrica, sendo o mesmo responsável por cerca de 30% da energia utilizada no Brasil. O petróleo é encontrado a profundidades variáveis, tanto no subsolo terrestre  
15 como no subsolo marítimo.

Segundo os geólogos, a formação do petróleo é o resultado da ação da própria natureza, que transformou em óleo e gás o material orgânico de restos de animais e de vegetais, depositados há milhões de anos no fundo de antigos mares e lagos. Com o passar do tempo, outras camadas foram se depositando  
20 sobre esses restos de animais e vegetais. A ação do calor e da pressão, causados por essas novas camadas, transformou aquela matéria orgânica em petróleo. Por isso, o petróleo não é encontrado em qualquer lugar, mas apenas onde ocorreu essa acumulação de material orgânico, as chamadas bacias sedimentares. Mesmo nas bacias sedimentares, as acumulações de petróleo  
25 só podem aparecer onde existir uma combinação apropriada de fatores e de rochas de características diferentes. Por este motivo, para se perfurar um local à procura de petróleo, é preciso, antes, que os geólogos e geofísicos façam um complexo estudo geológico da bacia, para definir o ponto com melhores chances de ser perfurado. Mesmo com todas essas evidências, só depois da  
30 perfuração pode-se confirmar a existência de petróleo em uma determinada

região. Ainda assim, essa ocorrência pode ser comercial ou não, dependendo do volume descoberto. Algumas vezes, o petróleo aparece em pequenas quantidades na superfície da terra. Isso acontece quando, gerado nas profundezas do subsolo, não encontra, pelo seu caminho, um reservatório  
5 devidamente protegido, onde possa se acumular.

Os primeiros poços de petróleo foram escavados praticamente à mão, com ferramentas rudimentares, em 1700, e não passavam dos 30 metros de profundidade. No entanto, como produto de grande utilização, o petróleo só começou a ter importância em 1859, quando foi realmente perfurado o primeiro  
10 poço nos Estados Unidos, utilizando equipamentos que foram os precursores das atuais sondas de perfuração. O petróleo teve sua primeira aplicação em larga escala na iluminação das casas e das cidades, substituindo o óleo de baleia. Com o tempo, passou também a ser empregado nas indústrias, no lugar do carvão. Contudo, um acontecimento notável fez do petróleo o  
15 combustível que move o mundo: a invenção dos motores a gasolina, que passaram a movimentar os veículos, até então puxados por tração animal ou movidos a vapor. E, assim, a vida, os hábitos e os costumes foram se transformando, conduzidos pelas inovações que o petróleo proporcionou com seus inúmeros derivados, até chegar aos dias atuais, quando se tornou um  
20 produto indispensável à vida moderna. Juntamente com o início da exploração comercial do petróleo surgiram os primeiros aprimoramentos das técnicas de elevação em campos terrestres, surgindo as primeiras unidades de bombeio, as quais receberam sua forma atual na segunda metade do século XX, com pequenos avanços e modificações desde então.

25 Alguns documentos da literatura patentária descrevem unidades de bombeio e também sistemas de bombeamento de petróleo. Dentre eles destacam-se o pedido de patente brasileiro PI 9603239-1, de titularidade de Petrobras, depositado em 31/07/1996, que descreve um sistema de bombeio de atuação pneumática, constituído por um pórtico estrutura, um painel,  
30 cilindros pneumáticos e uma mesa deslizante, à qual é fixada um cabresto que

transmite o movimento às hastes de bombeio de um poço produtor de petróleo. Um contrapeso é interligado ao cabresto por meio flexível, visando reduzir a energia despendida para elevar a coluna de hastes de bombeio.

5 O pedido de patente brasileiro PI 9911533-6, de Petrobras, depositado em 24/02//1999, descreve um equipamento acionador de uma bomba de fundo de um poço produtor. Este equipamento capta correntes de vento e as transforma em energia mecânica requerida por uma referida bomba para extrair fluidos de poços.

10 O pedido de patente brasileiro PI 9301599-2, de Petrobras, depositado em 20/04//1993, descreve uma unidade de bombeio que permite o acionamento de duas ou mais hastes polidas. Estas hastes são dispostas em paralelo, através de uma única unidade de bombeio compreendendo para cada haste polida acrescentada, a introdução, na cabeça da unidade de bombeio, de meios de suporte fixados na parte fronto-lateral da cabeça.

15 O pedido de patente brasileiro PI 8401019-3, de Petrobras, depositado em 22/03//1984, descreve um equipamento para bombeio de fluidos utilizando energia eólica. O equipamento compreende um cata-vento acoplado a uma caixa de redução. Essa caixa de redução transmite os esforços e o movimento a um sistema de polias, e o eixo da polia, acionado, transmite o movimento a uma manivela. A manivela é fixada a uma biela, a qual, transformando o movimento rotativo em alternativo, aciona, alternativamente por meio de viga equalizadora, o conjunto de hastes de bombeio acoplado ao pistão da bomba.

20 O pedido de patente brasileiro PI 8505975-7, de Petrobras, depositado em 29/11/1985, compreende um sistema de bombeamento hidráulico de petróleo, cujo principal componente é uma unidade hidráulica de bombeio formada por duas bombas tipo parafuso de mesmo passo, acopladas entre si por meios adequados para transmissão do movimento de rotação. A referida unidade é encamisada e ligada à haste da coluna de produção e possuindo meios que permitam a passagem de fluxo do fluido motriz injetado da superfície e do petróleo produzido pela formação.

30

O pedido de patente brasileiro PI 8604490-7, de Petrobras, depositado em 19/09/1986, descreve uma unidade de bombeiro de petróleo acionada hidraulicamente, compreendendo atuador hidráulico, unidade hidráulica de acionamento, circuitos hidráulicos de acionamento, estrutura de suporte, interligações e comandos de forma a promover movimento cíclico regulável na haste do bombeio.

O pedido de patente brasileiro PI 9402354-9, depositado em 08/06/1994, descreve uma unidade hidráulica de bombeio equipada com um conjunto 'volante - motor - bomba hidráulica reversível'. O conjunto é disposto de tal forma que durante a descida dos pistões a bomba hidráulica funciona como motor hidráulico, acelerando o volante e acumulando a energia devolvida pela coluna de hastes. Durante a subida da unidade, o volante devolve a energia dinâmica acumulada, fornecendo assim a diferença de potência necessária para a subida e a potência disponível do motor elétrico. As velocidades da descida e da subida da unidade podem ser reguladas por meio de limitadores ajustáveis manualmente ou por meio de motores de passo, permitindo realizar o ajuste automático da unidade às condições variáveis do poço. Por meio de válvulas reguladoras de fluxo do óleo hidráulico podem regular a velocidade das reversões do movimento.

Conforme se depreende da análise do estado da técnica nos últimos anos, a busca pela eficiência energética resultou em inúmeros desenvolvimentos e diversas patentes. Entretanto, poucos destes desenvolvimentos foram produzidos comercialmente, talvez pelo fato de seu ganho de eficiência ser pequeno quando comparado com o acréscimo no seu custo. A presente invenção visa contornar estas limitações e dificuldades, ao proporcionar um equipamento que consiste de uma unidade de bombeio para campos terrestres de extração de petróleo. O uso do equipamento da presente invenção proporciona um ganho de eficiência elevado quando comparado com seu custo.

### Sumário da invenção

É um objeto da presente invenção proporcionar um equipamento que consiste em nova unidade de bombeio para ser utilizada na extração de petróleo em poços terrestres.

5 Em um aspecto, o equipamento da presente invenção proporciona a substituição do sistema convencional de viga principal por um conjunto que compreende duas polias com um cabo ligado a um cabresto e a duas bielas através de dois braços angulares, o que confere diversas vantagens ao equipamento.

10 Em um outro aspecto, sendo, portanto, um outro objeto da presente invenção, é descrito um processo de extração de petróleo o qual utiliza uma nova unidade de bombeio.

Estes e outros objetos da presente invenção ficarão mais aparentes a partir da descrição detalhada da invenção e das reivindicações anexas.

### 15 **Breve Descrição das Figuras**

A figura 1 mostra uma unidade de bombeio convencional.

20 A figura 2 mostra os componentes de uma unidade de bombeio convencional, sendo indicados: 1- cabresto; 2- cabo de aço; 3- cabeça do cavalo; 4- walking beam; 5- mancal central; 6- mancal equalizador; 7- viga equalizadora; 8- pitman arm; 9- crank pin; 10- biela; 11- contrapeso; 12- redutor de velocidades; 13- transmissão por correia; 14- motor elétrico; 15- base do motor; 16- base do redutor; 17- skid (base do equipamento); 18- samson post.

25 A figura 3 mostra os componentes da unidade de bombeio da presente invenção (do tipo BT), sendo indicados: 1- cabresto; 2- cabo de aço; 3- polias; 4- mancais de polia; 5- células de carga; 6- crank pin; 7- braço angular; 8- biela; 9- contrapeso; 10- redutor de velocidades; 11- acoplamento; 12- motor elétrico; 13- base do redutor; 14- skid (base do equipamento); 15- samson post.

30 A figura 4 mostra um sistema de transmissão de força da unidade ao poço com cabos de aço, ressaltando-se no detalhe o local de fixação da célula de carga.

A figura 5 mostra um diagrama de comando eletro-eletrônico de uma unidade de bombeio do tipo BT.

5 A figura 6 mostra o formato de uma biela do tipo BT, com cavidades para a redução de peso, ao lado do modelo convencional.

### **Descrição Detalhada da Invenção**

Dentre as várias inovações tecnológicas descritas na presente invenção, ou seja, nesta nova concepção de unidade de bombeio do tipo BT, destacam-se as seguintes:

10 1) substituição da Walking Beam por um sistema de polias e cabos, com a conseqüente diminuição de quantidade de mancais e peças em movimento.

2) aparelho inversor de frequência – utilizado para a variação da velocidade do motor elétrico, o qual interage com os outros sensores instalados, ajustando-se automaticamente através de parâmetros pré-programados;

15 3) células de carga (sensor de tração do cabo de aço) – utilizadas com a finalidade de segurança e verificação da tensão nos cabos de aço que transmitem a força da unidade para o poço;

4) sensor de posição da biela – utilizado para sincronização do torque do motor elétrico com a bomba do poço;

20 5) conexão e fixação direta do motor com o redutor via flange, sem suporte para o motor; e

6) design esbelto de todos os componentes.

25 Algumas destas inovações serão descritas com maiores detalhes a seguir.

#### **Aparelho inversor de frequência**

30 Atualmente este equipamento possui seu uso restrito à variação de velocidade de forma manual. Os inversores são utilizados somente durante a

etapa de regulagem da velocidade de rotação da unidade ao poço, não sendo aproveitado nenhum dos seus inúmeros recursos disponíveis. Dentre os vários recursos disponibilizados pelos inversores de freqüência, e que a presente invenção pretende aproveitar, estão:

- 5           - possibilidade de acompanhamento e modificação de parâmetros remotamente (via rádio ou rede);
- memorização da curva de carga do motor durante os últimos ciclos do equipamento;
- comunicação com os outros sensores instalados; e
- 10          - programação de parâmetros e ações de controle a serem tomadas em função das informações geradas pelos demais sensores (auto-ajustagem do equipamento às condições momentâneas do poço).

Apesar de existirem alguns equipamentos semelhantes no mercado que são oferecidos como opcionais em certos tipos de unidades, nenhum possui  
15 todas as funções acima mencionadas.

#### Célula de carga

A célula de carga é um sensor de deformação que vem sendo amplamente utilizado na indústria em geral. As células de carga estão  
20 disponíveis nas mais variadas faixas de carga e em formatos que se adaptam a praticamente qualquer tipo de utilização industrial. Seu uso crescente permitiu uma razoável redução do custo deste tipo de sensor nos últimos anos, viabilizando o seu uso nesse projeto. Uma célula de carga é acoplada, em série, no cabo de aço verificando a carga sobre o mesmo. Desta forma, é  
25 possível medir a carga necessária para a sucção no poço, é possível também acompanhar a carga durante cada ciclo e, caso ela se aproxime de zero (cabo não tensionado - geralmente ocorrendo quando há mudança na viscosidade do óleo ou redução da porcentagem de água succionada. Nessa situação é necessária uma redução na velocidade de bombeamento) o inversor reduz  
30 automaticamente a rotação do motor até uma situação ótima. A célula de carga pode registrar também os desbalanceamentos do equipamento enviando sinais



para o inversor o qual está programado para desligar o equipamento dependendo do nível de desbalanceio.

#### Sensor de posição da biela

5 O sensor de posição da biela informa o ângulo exato da biela ao inversor. Esta informação é muito importante, pois permite verificar remotamente em que ponto do movimento há um desbalanceio no equipamento e, desta forma, identificar o tipo de problema, e, se possível, corrigi-lo através de mudanças nos parâmetros do inversor, sem a necessidade  
10 de deslocar uma equipe de manutenção até o local, ou até mesmo deslocando o pessoal com o ferramental adequado ao reparo necessário.

#### Design

O design diferenciado e arrojado desta unidade propiciou uma grande  
15 redução no peso do equipamento através da eliminação de componentes. Conseqüentemente, permitiu o redimensionamento de todos os componentes restantes para os novos níveis de carregamento, sendo, portanto, menores que os anteriores. Desta forma, componentes como o skid (base do equipamento) e a base do redutor podem ser construídos com perfis menores.

20 Outra alteração importante foi a abertura de janelas nas bielas para a redução de peso do componente que geralmente é maciço. Esta alteração permite adicionar material no contrapeso, onde o torque gerado pela gravidade é mais eficiente, levando à redução de peso e custo da unidade sem perder a eficiência.

25 Além das inovações tecnológicas anteriormente citadas, a presente invenção também propiciou uma melhora na manutenção do equipamento. A fim de obter uma redução no custo da manutenção desenvolveu-se um redutor com tampas nos eixos de saída - vedação tipo labirinto - lubrificado com graxa, o que dificulta a passagem de partículas sólidas até os retentores e evita  
30 vazamentos de óleo e conseqüente perda de lubrificação das engrenagens e danos irreparáveis ao redutor. Esta opção por labirintos aumenta

sensivelmente a vida útil dos retentores, e vem sendo adotada pelos principais fabricantes de equipamentos com mancais expostos ao tempo. Este mesmo artifício pode ser usado em todos os mancais do equipamento, o que pode ampliar muito sua atratividade em regiões áridas e quentes do Brasil e demais  
5 regiões do mundo.

A unidade de bombeio do tipo BT contém, ainda, todas as regulagens de curso e efeito de contrabalanço que a norma API Spec 11E exige para o bom ajuste da unidade ao poço ao qual ela será conectada, bem como segue as mesmas classificações de tamanho descritas na referida norma. A unidade  
10 de bombeio do tipo BT apresenta também o conveniente de que todas as regulagens são semelhantes às de uma unidade convencional, não necessitando treinamento específico para a operação do equipamento. A unidade de bombeio também possui todos os dispositivos de segurança exigidos nas disposições internas das empresas que fazem uso destes  
15 equipamentos como, por exemplo, um sistema de freio, grades de proteção, escadas de acesso para manutenção.

Os versados na área apreciarão que pequenas variações na forma preferencial de concretização da invenção relatada acima devem ser compreendidas como dentro do escopo das reivindicações anexas.

## Reivindicações

Equipamento para extração de petróleo e Processo de extração de petróleo

- 5 1. Equipamento para extração de petróleo em poços terrestres caracterizado pelo fato de substituir o sistema convencional de viga principal por duas polias (3) com um cabo (2) ligado a um cabresto (1) e a duas bielas (8) através de dois braços angulares (7).
- 10 2. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um componente selecionado do grupo que consiste de: célula de carga (5); crank pin (6); contrapeso (9); redutor de velocidade (10); acoplamento (11); motor elétrico (12); base do redutor (13); skid ou base do equipamento (14); samson post (15); ou combinações dos mesmos.
- 15 3. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um dispositivo selecionado do grupo que consiste de: inversor de frequência, células de carga, sensor de posição da biela, ou combinações dos mesmos.
- 20 4. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de permitir uma conexão direta do motor com o redutor via flange, sem a necessidade de um suporte para o motor.
5. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender tampas nos eixos de saída, com vedação tipo labirinto.
- 25 6. Equipamento, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender todas as regulagens de curso e efeito de contrabalanço exigidas pela norma API Spec 11E.
- 30 7. Processo de extração de petróleo em poços terrestres caracterizado pelo fato de compreender o uso de um equipamento que substitui o sistema convencional de viga principal por duas polias (3) com um cabo (2) ligado a um cabresto (1) e a duas bielas (8) através de dois braços angulares.

Figuras

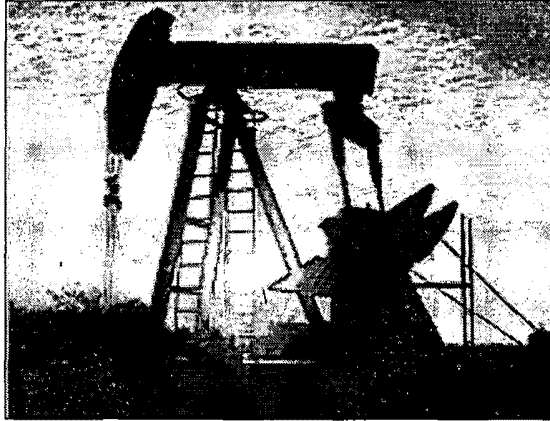


Figura 1

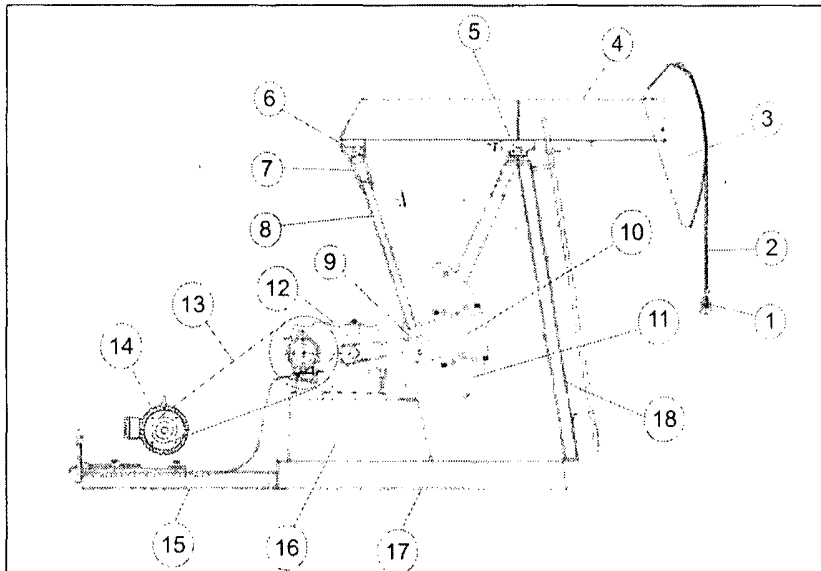


Figura 2

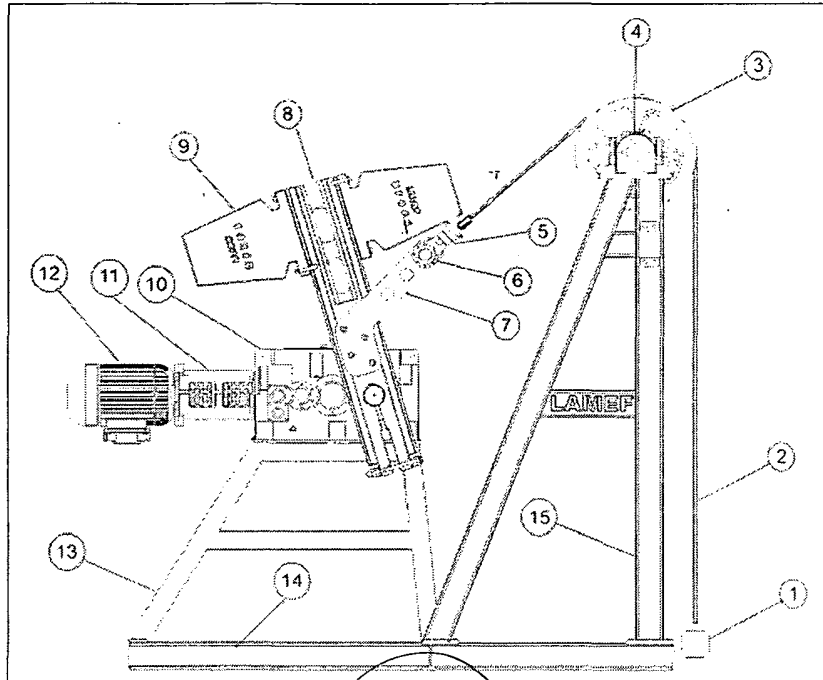


Figura 3

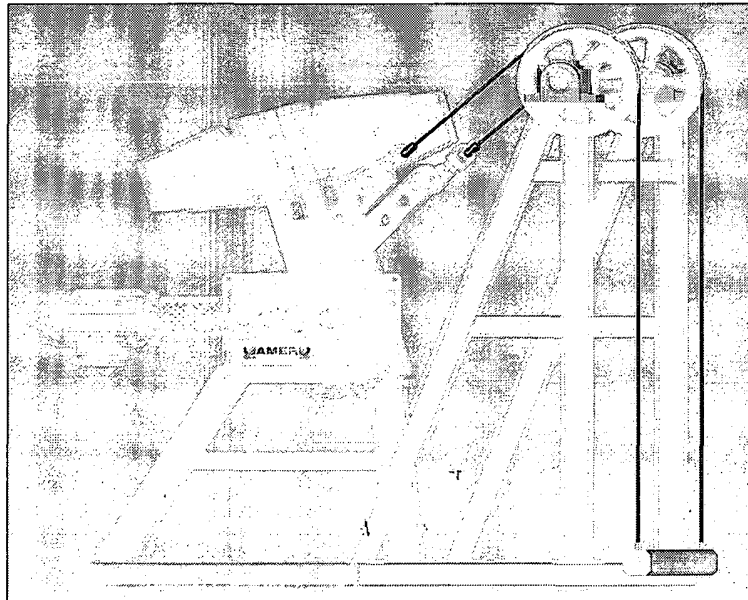


Figura 4

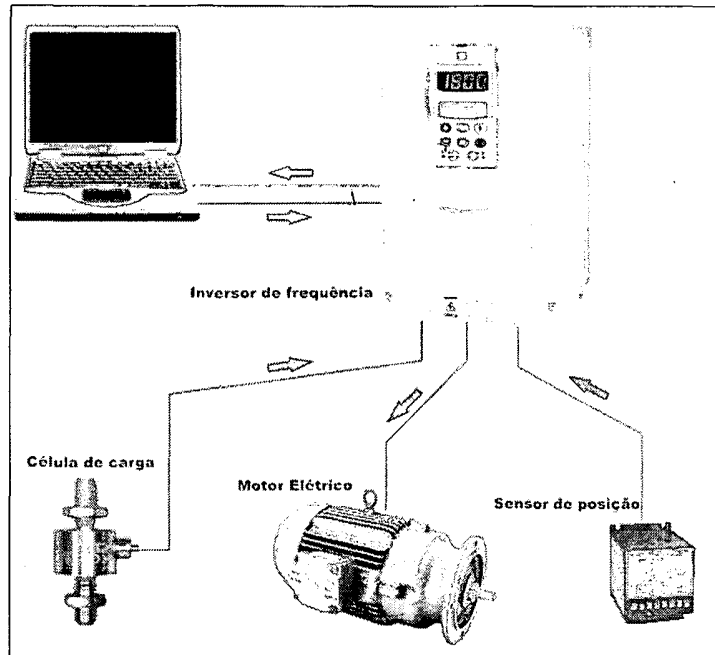


Figura 5<sub>r</sub>

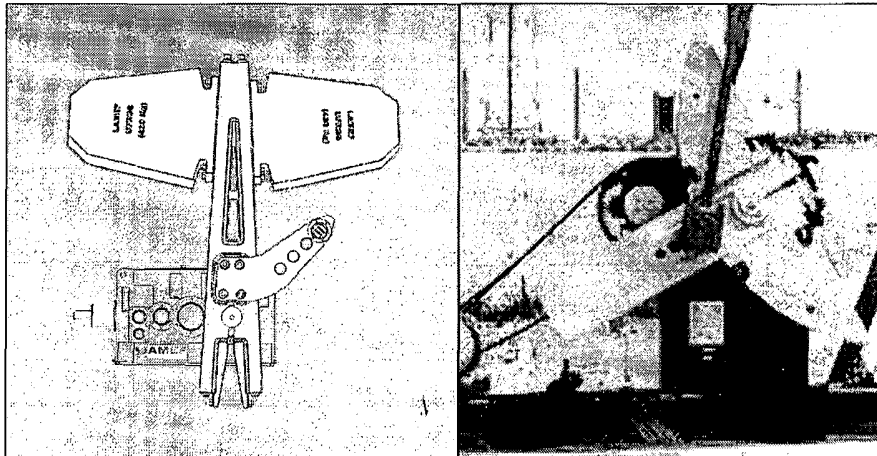


Figura 6

### Resumo

Equipamento para extração de petróleo e processo de extração de petróleo

A presente invenção descreve um equipamento para a extração de  
5 petróleo em poços terrestres que consiste de uma unidade de bombeio do tipo  
BT, sendo também descrito um processo de extração de petróleo que  
compreende o uso do referido equipamento.