



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0900142-5 B8



(22) Data do Depósito: 29/01/2009

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: DISPOSITIVO DE CABO PARA UMA APLICAÇÃO DE POÇO DE HIDROCARBONETOS, E MÉTODO DE EMPREGO DO REFERIDO DISPOSITIVO

(51) Int.Cl.: E21B 23/14; E21B 47/12; F16L 11/00.

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2008 US 61/063.231; 21/01/2009 US 12/356.599.

(73) Titular(es): SCHLUMBERGER HOLDINGS LIMITED.

(72) Inventor(es): PETER GILLAN; JOSPEH VARKEY; JOSE RAMON LOZANO-GENDREAU; VLADIMIR HERNANDEZ-SOLIS; JAN W. SMITS; HIFZI ARDIC.

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE CABO PARA UMA APLICAÇÃO DE POÇO DE HIDROCARBONETOS, E MÉTODO. Trata-se de um dispositivo de cabo para utilização em um poço de hidrocarbonetos de profundidade extensa. O dispositivo de cabo pode ser empregado com eficácia em profundidades de poço de mais de 30.000 pés (9.144 metros). De fato, as configurações do dispositivo podem ser empregadas a profundidades de mais de 50.000 pés (15.240 metros) simultaneamente alimentando com energia e controlando equipamentos de interior de poço em uma extremidade de interior de poço do mesmo. O dispositivo pode ser feito de uma parte de cabo de topo de poço com uma resistência de ruptura comparativamente elevada, acoplada a uma parte de cabo de interior de poço mais leve. Esta configuração ajuda a assegurar a integridade estrutural do dispositivo em função de sua própria carga quando disposto em um poço a tão grandes profundidades. Adicionalmente, o dispositivo pode ser empregado a essas profundidades com um "sub" conector interveniente possuindo um mecanismo de amplificação de sinal incorporado no mesmo para redução de preocupações relativas a telemetria entre a superfície do campo petrolífero e os equipamentos de interior de poço.

**DISPOSITIVO DE CABO PARA UMA APLICAÇÃO DE POÇO DE
HIDROCARBONETOS, E MÉTODO DE EMPREGO DO REFERIDO**

DISPOSITIVO

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] As declarações nesta seção destinam-se meramente a prover informações de antecedentes referentes à presente divulgação e podem não constituir técnica anterior.

[002] As configurações referem-se a cabos de aplicação para instalação em poços de hidrocarbonetos. Em particular, são descritas configurações de cabos de comprimento extenso para utilização em poços profundos, por exemplo, com profundidades excedendo cerca de 9.144 metros (30.000 pés). Os cabos conforme aqui descritos podem ser empregados para comunicação e posicionamento de ferramentas nesses poços de extrema profundidade. Isto pode ser realizado com eficácia e de uma forma que permite substancialmente evitar danos nos cabos durante a aplicação dos mesmos apesar das profundidades extremas dos poços envolvidos.

ANTECEDENTES

[003] As declarações nesta seção destinam-se meramente a prover informações de antecedentes referentes à presente divulgação e podem não constituir técnica anterior.

[004] As operações de exploração, perfuração, completação, e operação de poços de hidrocarbonetos e outros poços constituem geralmente empreendimentos complicados, demorados, e finalmente muito dispendiosos. Desta forma, para maximização da recuperação de

hidrocarbonetos de jazidas subterrâneas, os poços de hidrocarbonetos alcançam profundidades cada vez maiores e são cada vez mais sofisticados. Por exemplo, poços com mais de 7.620 metros (25.000 pés) de profundidade e extremamente direcionais tornaram-se cada vez mais comuns.

[005] Adicionalmente, reconhecendo-se as despesas envolvidas na completação e operação desses poços de hidrocarbonetos, foi dada maior ênfase aos aspectos de acesso ao poço, monitoração e gerenciamento do mesmo durante seu tempo de vida produtiva. Um pronto acesso às informações do poço e uma pronta intervenção podem desempenhar papéis críticos para maximização do tempo de vida útil do poço e da recuperação total dos hidrocarbonetos. Como resultado, são frequentemente operadas ferramentas de interior de poço no interior de um determinado poço de hidrocarbonetos durante todo o seu tempo de vida útil. Estas ferramentas podem incluir ferramentas de perfilagem para aquisição de dados relativos a condições do poço, ferramentas de intervenção para atendimento de condições de interior de poço, e até mesmo mecanismos para encaminhamento de componentes para o interior do poço tais como tratores de interior de poço que auxiliam a obtenção de acesso a partes de interior do poço que poderiam de outra forma ser potencialmente inacessíveis.

[006] As ferramentas de interior de poço referidas acima podem ser fornecidas para uma localização de interior de poço por intermédio de um cabo. Devido à profundidade do poço, o cabo tem uma configuração destinada a suportar seu próprio peso bem como o peso de uma coluna de ferramentas

com diversos equipamentos de interior de poço. Desta forma, com a utilização de profundidades de poço sempre crescentes, a resistência de ruptura dos cabos atuais vem igualmente aumentando. Infelizmente, entretanto, existe um limite para o benefício disponibilizado pelo aumento da resistência do cabo. Ou seja, como questão prática, um aumento da resistência de ruptura do cabo também aumenta o peso em geral do mesmo, dessa forma aumentando a carga imposta ao cabo. Desta forma, aumentos significativos de resistência de ruptura podem ser contraproducentes. Como resultado, cabos com mais de 9.144 metros (30.000 pés) aproximadamente para profundidades de poço correspondentes são de forma geral impraticáveis.

[007] Adicionalmente à capacidade de fornecimento físico, o cabo pode ser configurado para fornecer energia e prover comunicações entre a ferramenta e outros equipamentos na superfície do campo petrolífero. De uma forma geral, isto pode ser realizado com a utilização de um núcleo de cobre ou outra estrutura adequada para transporte de energia e telemetria conforme descrito acima. Similarmente à condição de capacidade de suporte de carga do cabo conforme assinalada acima, o cabo é também configurado tendo em vista estes requisitos de telemetria e de fornecimento de energia para o interior do poço, particularmente tendo em vista a extensão potencialmente significativa de cabo a ser levada para o interior do poço.

[008] Relativamente às comunicações através do cabo, um núcleo convencional pode apresentar cerca de 1 dB de perda de sinal a cada 304,8 metros (1000 pés) de cabo. Não obstante, a telemetria entre os equipamentos localizados na

superfície do campo petrolífero e a ferramenta de interior de poço pode permanecer eficaz através de um cabo convencional até ter ocorrido uma perda de sinal de cerca de 30 dB. Infelizmente, isto significa que a telemetria entre os equipamentos da superfície e a ferramenta de interior de poço é significativamente comprometida através de um cabo convencional com uma extensão superior a cerca de 9.144 metros (30.000 pés). Adicionalmente, em circunstâncias em que as comunicações envolvem o retorno de sinal para os equipamentos da superfície, o sinal de retorno fica ainda mais fraco após retornar através de um cabo tão extenso. Em teoria, os efeitos dessa perda de sinal podem ser combatidos com utilização de um núcleo de valor "gauge" mais baixo, por exemplo um fio de cobre com um calibre inferior a 1,65 mm² (15 gauge). Infelizmente, isto implica um aumento do perfil do cabo, e talvez mais significativamente, aumenta o peso em geral do cabo, dessa forma complicando adicionalmente as questões de carga conforme descritas acima.

[009] Conforme indicado, é frequentemente também fornecida energia para a ferramenta de interior de poço através do cabo. Por exemplo, quando se encontra presente um trator de interior de poço, poderão ser providos para o trator até 2 kW ou mais através do cabo. Em uma tal circunstância, a voltagem e a corrente para o fornecimento de energia podem ser determinados na superfície. Entretanto, as propriedades específicas do cabo poderão determinar o fornecimento específico de energia que alcança efetivamente o trator de interior de poço. Por exemplo, a resistência de enlace ao longo da extensão do cabo pode ser

cumulativa de tal forma que o fornecimento de energia seja significativamente afetado quando são empregados mais de cerca de 9.144 metros (30.000 pés) de cabo até ser alcançada uma ferramenta de interior de poço tal como o trator.

[0010] Por uma variedade de razões conforme referido acima, a utilização de cabos de interior de poço com mais de 9.144 metros (30.000 pés) é geralmente considerada impraticável para aplicações de poços de hidrocarbonetos. Seja devido a questões de carga, telemetria, ou limitações de energia, os cabos que excederem substancialmente 9.144 metros (30.000 pés) aproximadamente permanecem de forma geral não disponíveis e impraticáveis, dessa forma limitando a monitoração e operação eficazes de poços que excedem essas profundidades.

SUMÁRIO

[0011] É provido um dispositivo de cabo para uma aplicação de poço de hidrocarbonetos. O dispositivo de cabo inclui uma parte de cabo de topo de poço acoplada a uma parte de cabo de interior de poço. A parte de cabo de topo de poço tem uma resistência de ruptura maior que a referida parte de interior de poço.

[0012] É igualmente provido um dispositivo de cabo para transmissão de dados em um poço de hidrocarbonetos. O dispositivo de cabo inclui uma parte de cabo de topo de poço e uma parte de cabo de interior de poço. Um "sub" de transmissão de dados é igualmente provido, acoplado a ambas as partes de cabo. O "sub" é configurado para amplificar um sinal entre a parte de cabo de interior de poço e a parte de cabo de topo de poço.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0013] A Fig. 1 é uma vista lateral de uma configuração de um dispositivo de cabo de comprimento extenso.

[0014] A Fig. 2 é uma vista de corte transversal de uma configuração de uma parte de cabo de topo de poço do dispositivo de cabo de comprimento extenso tomada ao longo da linha 2-2 da Fig. 1.

[0015] A Fig. 3 é uma vista de corte transversal lateral de uma configuração de um "sub" de conexão do dispositivo de cabo de comprimento extenso da Fig. 1.

[0016] A Fig. 4 é uma vista de corte transversal de uma configuração de uma parte de cabo de interior de poço do dispositivo de cabo de comprimento extenso tomada ao longo da linha 4-4 da Fig. 1.

[0017] A Fig. 5A é uma vista geral lateral de um campo petrolífero com um poço do mesmo acomodando a instalação da parte de cabo de interior de poço da Fig. 4.

[0018] A Fig. 5B é uma vista geral lateral do campo petrolífero da Fig. 5A acomodando a parte de cabo de topo de poço e o "sub" de conexão das Figs. 2 e 3.

[0019] A Fig. 5C é uma vista geral lateral do campo petrolífero da Fig. 5B com o poço do mesmo acomodando o dispositivo de cabo de comprimento extenso da Fig. 1.

[0020] A Fig. 6 é um diagrama de fluxo que sumaria uma configuração de instalação de um dispositivo de cabo de comprimento extenso em um poço de hidrocarbonetos em um campo petrolífero.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0021] São descritas configurações com referência a

determinadas aplicações de interior de poço de grandes ou extremas profundidades que podem empregar configurações de dispositivos de cabo de comprimento extenso. Por exemplo, aplicações de diagnóstico que ocorrem em profundidades de poço de mais de 9.144 metros (30.000 pés) são aqui descritas. Entretanto, as aplicações de poços de hidrocarbonetos que empregam configurações de dispositivos de cabo de comprimento extenso conforme aqui descritos podem efetivamente ocorrer em profundidades mais rasas. Adicionalmente, aplicações diversas de aplicações de diagnóstico em poços podem utilizar dispositivos de cabo de comprimento extenso conforme aqui detalhado. Não obstante, as configurações aqui descritas incluem geralmente partes de cabo com características físicas mutuamente diferentes dependentes das profundidades de poço a serem ocupadas pelas diferentes partes. Adicionalmente, o termo "profundidade" conforme é aqui utilizado descreve na generalidade a distância desde a superfície de um campo petrolífero até uma localização de interior de poço em um poço. Isto pode incluir profundidade vertical no sentido convencional, bem como distâncias através de partes não verticais do poço.

[0022] Fazendo agora referência à Fig. 1, encontra-se ilustrada na mesma uma configuração de um dispositivo de cabo 100. O dispositivo 100 pode ter um comprimento extenso de entre cerca de 9.144 metros (30.000 pés) e cerca de 15.240 metros (50.000 pés) ou mais conforme medido desde uma extremidade de uma parte 125 de cabo de topo de poço até a extremidade oposta de uma parte 150 de cabo de interior de poço. Na configuração ilustrada, as partes 125,

150 são unidas entre si por meio de um "sub" 175 de conexão interposto entre as mesmas. O "sub" 175 pode ser feito de aço inoxidável ou outro material adequado para utilização em interior de poço. Conforme é aqui detalhado, o "sub" de conexão 175 é um sub-dispositivo possuindo porções para acolhimento de partes de topo de poço 190 e de interior de poço 195 para acomodação nas mesmas de extremidades terminais das partes de cabo 125, 150. Adicionalmente, é provido um alojamento central 180 em que as características internas de transmissão de dados das partes de cabo separadas 125, 150 podem ser emendadas entre si de forma passível de comunicação. Aqueles que são versados na técnica poderão apreciar que mais de duas partes de cabo, tais como as partes de cabo 125, 150, e mais de um "sub" de conexão 175 podem ser utilizados para formação do dispositivo de cabo 100.

[0023] A parte 125 de cabo de topo de poço do dispositivo 100 da Fig. 1 pode ter uma característica física substancialmente diferentes da parte 150 de cabo de interior de poço. Por exemplo, em uma comparação mútua, a parte 125 de cabo de topo de poço pode ter uma resistência de ruptura substancialmente maior, ao passo que a parte 150 de cabo de interior de poço pode ter um peso por cada 0,3048 metro de comprimento substancialmente menor. Correspondentemente, em uma configuração a parte 125 de cabo de topo de poço tem mais do dobro da resistência de ruptura da parte 150 de cabo de interior de poço, por exemplo, com cerca de 14.515 kgf (32.000 lbf) em comparação com apenas cerca de 6.803,89 kgf (15.000 lbf) da parte 150 de cabo de interior de poço. Similarmente, a parte 150 de

cabo de interior de poço pode ter uma classificação de temperatura nominal substancialmente mais elevada e uma durabilidade em geral substancialmente maior.

[0024] Conforme é aqui descrito mais detalhadamente abaixo, as diferenças de características físicas entre as partes de cabo 125, 150 podem ser obtidas mediante utilização de uma parte 150 de cabo de interior de poço de diâmetro geral menor. Adicionalmente, a parte 150 de cabo de interior de poço pode incluir menos estrutura de suporte interna ou uma estrutura de suporte interna com uma razão de resistência para peso mais baixa.

[0025] Mediante o emprego de uma estrutura mais leve ou de uma razão substancialmente menor de resistência para peso para a parte 150 de cabo de interior de poço, é possível reduzir a carga imposta à parte 125 de cabo de topo de poço durante o posicionamento do dispositivo 100 em um poço 580 (vide a Fig. 5C). Assim, por exemplo, a parte 150 de cabo de interior de poço, mais leve, pode ter uma extensão de 6.096 metros (20.000 pés) ou mais. Como tal, o dispositivo 100 completo pode ser instalado em um poço 580 em profundidades maiores que 9.144 metros (30.000 pés) sem ocorrer uma deterioração estrutural significativa na parte 125 de cabo de topo de poço, mais resistente, onde a carga é geralmente maior.

[0026] Continuando a fazer referência à Fig. 2, encontra-se ilustrado na mesma um corte transversal da parte 125 de cabo de topo de poço, mais resistente. A parte 125 de cabo de topo de poço pode ter uma variedade de configurações especificamente providas para acomodação de maiores cargas. Por exemplo, na configuração ilustrada em

particular, a estrutura de suporte interna da parte de cabo de topo de poço inclui uma quantidade de enrolamentos 220 de blindagem estrutural em caixa envolvendo um núcleo condutor coaxial 200. Em uma configuração os enrolamentos 220 podem ser à base de aço, tal como de aço inoxidável, ou de outro material adequado de alta resistência. Desta forma, a carga do dispositivo 100 instalado inteiro pode ser suficientemente acomodada pela parte 125 de cabo de topo de poço a partir da superfície de um campo petrolífero 590 sem problemas referentes a possíveis danos causados pela carga ao mesmo (ver a Fig. 5C). De fato, conforme foi indicado acima, a carga do dispositivo 100 inteiro é reduzida pela utilização da parte 150 de cabo de interior de poço de menor peso, aumentando dessa forma adicionalmente a capacidade da parte 125 de cabo de topo de poço para se auto-suportar e suportar o resto do dispositivo 100.

[0027] Continuando a fazer referência à Fig. 2, o núcleo condutor 200 pode ser feito de cobre ou outro metal adequado isolado por um polímero isolante 210 para maximização da capacidade de comunicação do mesmo. Adicionalmente, os enrolamentos 220 podem ser circundados por uma matriz 250 de fibra de carbono e a parte 125 inteira de cabo de topo de poço pode ser coberta por uma bainha 275 de aço inoxidável ou outro material de alta resistência adequado para um ambiente de interior de poço.

[0028] Fazendo agora referência à Fig. 3, encontra-se ilustrada na mesma uma vista de corte transversal lateral do "sub" de conexão 175. Conforme se encontra ilustrado, a parte 125 de cabo de topo de poço é acomodada no interior

de uma parte 190 de acolhimento de cabo de topo de poço do "sub" 175 e é fixada por um mecanismo 320 de retenção de cabo de topo de poço no interior do alojamento central 180 do "sub" 175. Similarmente, a parte 150 de cabo de interior de poço, de menor peso, é acomodada no interior de uma parte 195 de acolhimento de cabo de interior de poço do "sub" 175 e é fixada por um mecanismo 330 de retenção de cabo de interior de poço no interior do alojamento central 180. Os mecanismos de retenção 320, 330 podem consistir em dispositivos de fixação de aperto do tipo convencional suficientes para acomodarem fisicamente qualquer carga a montante ou a jusante do poço relativamente aos mesmos que possa ser imposta às partes de cabo 150 de interior de poço ou 125 de topo de poço.

[0029] Adicionalmente ao suporte físico, o alojamento 180 do "sub" 175 inclui uma câmara 350 onde o núcleo condutor 200 assinalado acima pode ser acoplado a um núcleo condutor 400 da parte 150 de cabo de interior de poço. Isto é, conforme é adicionalmente detalhado mais abaixo, as bainhas 275, 475 e outras partes externas das partes de cabos 125, 150 podem ser descascadas e os núcleos condutores 200, 400 podem ser emendados mutuamente. Conforme se encontra ilustrado na Fig. 3, é possível formar um acoplamento de comunicação 300 entre os núcleos 200, 400, coberto por um revestimento protetor 360.

[0030] Em uma configuração, o acoplamento de comunicação 300 e/ou um núcleo 200, 400 é/são roteado(s) através de um transformador de equiparação de impedância convencional do "sub" 175 para compensação de qualquer diferença significativa de calibre entre os núcleos 200,

400. Similarmente, o acoplamento 300 pode ser realizado através de um mecanismo de refinamento de sinal incluindo filtros convencionais. Adicionalmente, elementos eletrônicos separados configurados em módulos 380, 385, 387 podem ser embutidos no alojamento 180 e acoplados eletronicamente aos núcleos 200, 400 e/ou ao acoplamento 300 através de fiação convencional 370.

[0031] Com referência adicional às Figs. 1 e 5C, os módulos assinalados acima podem incluir um mecanismo 380 de amplificação de sinal para amplificação da transmissão de dados entre os núcleos 200, 400. Isto pode proporcionar um benefício singular para a transmissão de dados desde a parte 150 de cabo de interior de poço, em que os sinais de retorno podem ser particularmente fracos, para a parte 275 de cabo de topo de poço. Por exemplo, com um dispositivo de cabo de comprimento extenso 100 com mais de 9.144 metros (30.000 pés), a via de percurso de sinal desde uma extremidade do dispositivo 100 até a outra extremidade somada ao percurso de retorno terá mais de pelo menos 18.288 metros (60.000 pés). Assim, com uma perda de telemetria convencional através dos núcleos 200, 400 de cerca de 1 dB a cada 304,8 metros (1000 pés), será pouco provável ser possível detectar o sinal de retorno na superfície sem amplificação. Como tal, o mecanismo 380 de amplificação de sinal é provido para assegurar uma transmissão de dados de retorno adequada da parte 150 de cabo de interior de poço para a parte 275 de cabo de topo de poço. Na realidade, o mecanismo 380 pode igualmente ser empregado também para amplificar inicialmente o sinal da parte 275 de cabo de topo de poço para a parte 150 de cabo

de interior de poço. De uma forma geral, a inclusão de um mecanismo 380 de amplificação de sinal conforme descrito pode reduzir efetivamente a perda em dB para menos de cerca de 0,5 dB para cada 304,8 metros (1000 pés), dessa forma pelo menos duplicando a telemetria e a extensão útil do dispositivo 100. Neste mesmo contexto, o mecanismo 380 pode igualmente incorporar um repetidor de telemetria.

[0032] Outro tipo de módulo pode incluir um mecanismo 385 de regulação de energia para ajustar a voltagem e a corrente fornecidas dos equipamentos de superfície no campo petrolífero 590 para atendimento preciso dos requisitos de energia dos equipamentos de interior de poço 510, 520 acoplados ao dispositivo 100. Por exemplo, em uma configuração, o mecanismo 385 de regulação de energia pode ser empregado para redução da voltagem e da corrente enviadas da superfície para evitar imposição de sobrecarga aos equipamentos de interior de poço 510, 520. Desta forma, podem ser fornecidos a partir da superfície valores elevados de voltagem e de corrente, tendo em vista as profundidades extremas do dispositivo 100, sem a preocupação de sobrecarregar acidentalmente os equipamentos 510, 520, por exemplo, antes de serem alcançadas profundidades mais extremas no poço 580. Adicionalmente, um mecanismo sensor 387 pode ser incorporado ao alojamento 180 e acoplado de forma passível de comunicação aos núcleos 200, 400 e/ou ao acoplamento 300 para provisão de informações referentes a condições no "sub" de conexão 175. Por exemplo, podem ser providas desta forma informações de pressão, temperatura e carga.

[0033] Com particular referência à Fig. 4 e com

referência adicional à Fig. 2, a parte 150 de cabo de interior de poço tem um peso menor e uma configuração de resistência de ruptura menor. Conforme foi indicado, isto reduz a carga imposta à parte 125 de cabo de topo de poço. Conforme é visível no corte transversal da Fig. 4, a natureza mais leve desta parte 150 pode ser devida em parte a uma redução substancial do número de enrolamentos 425 de caixa de blindagem estrutural em comparação com o número de enrolamentos da parte 125 de cabo de topo de poço. Por exemplo, em uma configuração, são empregados aproximadamente 30% menos enrolamentos 425 na parte 150 de cabo de interior de poço em comparação com a parte 125 de cabo de topo de poço. Considerando-se que a parte 150 de cabo de interior de poço pode ter qualquer extensão entre 3.048 e 9.144 metros (entre 10.000 e 30.000 pés) ou mais, esta redução no número de enrolamentos 425 pode reduzir drasticamente a carga geral imposta à parte 125 do cabo de topo de poço.

[0034] Adicionalmente, em uma configuração, os enrolamentos 425 da parte 150 de cabo de interior de poço podem ser construídos com uma menor quantidade de aço ou com um material de menor peso por cada 0,3048 metro de comprimento. Por exemplo, em uma configuração os enrolamentos 425 desta parte 150 são feitos de titânio, uma liga de titânio, ou alumínio. Estes enrolamentos 425 em particular podem ser revestidos com uma camada fina de polímero durante a fabricação para evitar agarro de metal quando incorporados à parte 150 de cabo de interior de poço. Em uma outra configuração, os enrolamentos 425 podem incluir tranças separadas de aço e titânio, ou de material

leve similar, enroladas umas nas outras.

[0035] Com particular referência à Fig. 4, o núcleo condutor 400 pode novamente ser feito de cobre ou outro material adequado, equiparando-se na generalidade ao do núcleo 200 da parte 125 de cabo de topo de poço da Fig. 2. Um polímero isolante 410 é ilustrado disposto em torno do núcleo 400 para ajudar a maximizar a capacidade de condução do mesmo. Adicionalmente, os enrolamentos 425 podem ser envolvidos por uma matriz 450 de fibra de carbono e a parte 150 inteira de cabo de interior de poço pode ser coberta por uma bainha 475 de aço inoxidável ou de outro material de alta resistência adequado para um ambiente de interior de poço.

[0036] Fazendo agora referência às Figs. 5A-5C, técnicas para instalação de um dispositivo 100 de cabo de comprimento extenso conforme ilustrado na Fig. 1 são detalhadas com referência a uma visão geral de um campo petrolífero 590 com um poço 580 de hidrocarbonetos de profundidade estendida provido para acomodação do dispositivo 100. Mais especificamente, a Fig. 5A ilustra a instalação inicial de uma parte 150 de cabo de interior de poço no interior de um poço 580 a partir de uma primeira carreta de cabo 560. Os equipamentos de interior de poço 510, 520 são dispostos na extremidade desta parte 150 de cabo e tornam-se visíveis na Fig. 5C ao ingressarem em uma perna lateral 581 do poço 580. A Fig. 5B ilustra a parte 150 de cabo de topo de poço fixada a uma mesa 530 de operação de emenda de cabo adjacente a uma segunda carreta 540 de cabo. A segunda carreta de cabo 540 acomoda uma parte 125 de cabo de topo de poço com o "sub" de conexão

175 fixado à mesma. A Fig. 5C revela portanto o dispositivo 100 de cabo totalmente montado. O dispositivo 100 é disposto no interior do poço 580 de profundidade estendida até o ponto em que os equipamentos de interior de poço 510, 520 ficam agora visíveis no interior de uma perna lateral 581 do mesmo, potencialmente a uma profundidade de 9.144 - 15.240 metros (30.000 - 50.000 pés) ou mais abaixo da superfície do campo petrolífero 590. Não obstante, a integridade estrutural e capacidade de telemetria do dispositivo 100 permanecem eficazes para aplicações a serem realizadas pelos equipamentos 510, 520 na perna lateral 581.

[0037] Com particular referência à Fig. 5A, encontra-se ilustrado um campo petrolífero 590 com uma sonda 550 para receber uma parte 150 de cabo de interior de poço conforme detalhada acima de uma primeira carreta 560 de cabo conforme assinalada acima. A carreta 560 acomoda um carretel 565 de cabo e uma unidade de controle 569 para controle do fornecimento da parte 150 de cabo de interior de poço conforme se encontra ilustrado. Desta forma, é provida uma maneira móvel, cômoda para um operador, de fornecimento da parte 150 de cabo conforme a ilustração. A sonda 550 é equipada com polias superior 557 e inferior 555 para orientação da parte 150 de cabo para o interior de um poço 580 disposto através de uma formação geológica 595 no campo petrolífero 590. Em particular, a parte 150 de cabo é guiada através de um conjunto 572 preventor de explosão e uma válvula de controle mestre 574 em seu percurso através da cabeça de poço 576.

[0038] O poço 580 propriamente dito atravessa uma

formação geológica 595 no campo petrolífero 590 em um esforço para recuperar hidrocarbonetos do mesmo. O poço 580 pode ter uma profundidade estendida, de mais de 9.144 metros (30.000 pés) até cerca de 15.240 metros (50.000 pés). Na configuração ilustrada, uma perna lateral 581 do poço 580 contribui para sua profundidade em geral. Não obstante, a parte 150 de cabo de interior de poço é configurada de forma a permitir que o dispositivo 100 da Fig. 5C seja eficaz para aplicações a essas profundidades conforme se encontra descrito adicionalmente abaixo com referência às Figs. 5B e 5C.

[0039] Continuando agora a fazer referência à Fig. 5B, a parte 150 de cabo de interior de poço é ilustrada passando sobre uma polia oposta 554 da sonda 550 e livre da primeira carreta 560 de cabo da Fig. 5A. Com referência adicional à Fig. 5A, isto pode ser obtido mediante utilização do conjunto 572 preventor de explosão e da válvula de controle mestre 574 para fechamento do poço 580 na cabeça de poço 576 para manter a parte 150 de cabo de interior de poço fixada no lugar de forma estável. Assim, a parte 150 de cabo pode ser novamente disposta sobre a polia oposta 554 conforme se encontra ilustrado na Fig. 5B. Na realidade, a extremidade da parte 150 de cabo pode ser fixada a uma mesa 530 de operação de emenda de cabo em um primeiro grampo de aperto 532 da mesma.

[0040] Conforme se encontra ilustrado, a parte de cabo de topo de poço pode ser despachada para o campo petrolífero 590 por meio de uma segunda carreta 540 de cabo de tipo móvel equipada com um carretel 545 de cabo. A parte 125 de cabo de topo de poço pode ser puxada do carretel 545

e, tal como ocorre com a parte 150 de cabo de interior de poço, pode ser fixada à mesa 530 de operação de emenda de cabo, neste caso em um segundo grampo de aperto 536 da mesma. Assim, o "sub" de conexão 175 pode ser posicionado em um suporte 534. Conforme se encontra ilustrado, o "sub" 175 e a parte 125 de cabo de topo de poço são providos em uma forma pré-acoplada. Adicionalmente, com o "sub" 175 estabilizado no suporte 534, é possível obter uma operação mais precisa de acoplamento e emenda da parte 150 de cabo de interior de poço, conforme foi descrito acima com referência à Fig. 3.

[0041] Continuando agora com referência à Fig. 5C o dispositivo 100 de cabo de comprimento extenso encontra-se agora totalmente montado. Como tal, o conjunto 572 preventor de explosão e a válvula mestra 574 de controle podem ser empregados para reabertura do poço 580. Adicionalmente, o "sub" 175 e a parte 125 de cabo de topo de poço são configurados para permitirem que os equipamentos 510, 520 do dispositivo 100 sejam feitos avançar para as profundidades finais do poço 580 sem preocupações significativas relativamente à eficácia da telemetria através do dispositivo 100 ou à integridade estrutural do dispositivo 100, particularmente na parte 125 de cabo de topo de poço.

[0042] A título de exemplo, um trator 510 pode ser empregado com eficiência para posicionamento de uma ferramenta 520 de diagnóstico no interior de uma perna lateral 581 de um poço 580 a uma profundidade superior a 9.144 - 15.240 metros (30.000 - 50.000 pés), senão mais. Na configuração particularmente ilustrada, o trator 510 pode

operar com um valor entre cerca de 1,5 e 2 kW com energia otimizada através do "sub" 175 em termos de voltagem e corrente. Entretanto, podem ser empregados parâmetros de energia alternativos, para não mencionar uma variedade de diferentes equipamentos, ferramentas e aplicações.

[0043] Fazendo agora referência à Fig. 6, encontra-se ilustrado na mesma um diagrama de fluxo que proporciona um sumário de uma configuração de emprego de um dispositivo de cabo de comprimento extenso em um poço de profundidade estendida. Em suma, conforme se encontra indicado com o numeral 690, uma aplicação pode ser executada a uma profundidade estendida do poço com equipamentos de interior de poço do dispositivo. Conforme se encontra indicado acima, a profundidade estendida do poço pode ter mais de 9.144 metros (30.000 pés) ou talvez até mesmo 15.240 metros (50.000 pés). Não obstante, a aplicação poderá ser executada sem preocupações indevidas quanto a questões de telemetria ou comprometimento da integridade estrutural do dispositivo em função da quantidade de carga envolvida.

[0044] As questões de integridade estrutural e de telemetria referidas acima podem ser abordadas mediante o emprego de um dispositivo de cabo de comprimento extenso com partes de cabo separadas com configurações diferentes. Ou seja, conforme se encontra indicado em 610 e 620, uma parte de cabo de interior de poço pode ser despachada para um campo petrolífero e posicionada no interior do poço nesse campo. Esta parte de cabo de interior de poço, de construção comparativamente mais leve, pode ser então acoplada a uma parte de cabo de topo de poço para completar o dispositivo conforme se encontra indicado em 650. As

etapas 610, 630, e 650 podem ser repetidas conforme for necessário (isto é, quando existirem mais de duas partes de cabo e/ou mais de um "sub" de conexão) para completar o dispositivo, conforme poderá ser apreciado por aqueles que são versados na técnica. Conforme foi detalhado acima, a parte de cabo de topo de poço do dispositivo pode ter valores comparativamente maiores de peso e resistência de ruptura. Isto, em combinação com a característica de maior leveza da parte de cabo de interior de poço, pode ajudar a aliviar preocupações com integridade estrutural relativamente à carga imposta ao dispositivo. Adicionalmente, as partes de cabo de topo de poço e de interior de poço podem ser acopladas entre si através de um "sub" de conexão que incorpora no mesmo um mecanismo de amplificação de sinal para manter uma telemetria eficaz através de todo o dispositivo.

[0045] Continuando a fazer referência à Fig. 6, é provida uma alternativa ao método descrito acima. Designadamente, a aplicação conforme indicada com o numeral 690 pode ser realizada mediante utilização de um dispositivo unitário de cabo de comprimento extenso conforme indicado em 670. Isto é, ao invés de serem separadamente despachadas para o campo petrolífero partes de cabo de topo de poço e de interior de poço, poderá ser provido um único dispositivo unitário. Não obstante, o dispositivo unitário poderá ter muitas características idênticas àsquelas detalhadas acima. Por exemplo, pode ser construído um dispositivo único que inclui um núcleo comum disposto através de uma extremidade de alta resistência de ruptura que se torna gradualmente mais leve ao longo de um

percurso de dezenas de milhares de pés de extensão. Em uma tal configuração, técnicas convencionais de co-extrusão e outras técnicas de fabricação juntamente com variações nas seleções de material do cabo poderão ser empregadas para redução gradual da resistência de ruptura ao longo da extensão do dispositivo, desde uma parte de topo de poço até uma parte de interior de poço do mesmo.

[0046] As configurações de dispositivos de cabo de comprimento extenso detalhadas acima incluem dispositivos configurados para suportarem seu próprio peso e manterem sua integridade estrutural enquanto são dispostos em poços até profundidades superiores a 9.144 metros (30.000 pés). De fato, esses dispositivos podem manter sua integridade estrutural quando dispostos em profundidades de mais de 15.240 metros (50.000 pés), simultaneamente acomodando uma diversidade de ferramentas de interior de poço na extremidade de interior de poço dos mesmos. Adicionalmente, questões referentes a telemetria através de um tal dispositivo, por exemplo entre a superfície e equipamentos de interior de poço, podem ser aliviadas mediante utilização de um "sub" de conexão interveniente provido com um mecanismo embutido de amplificação de sinal. Desta forma, é possível superar perdas de sinal expressas em dB/pé no dispositivo do cabo. Adicionalmente, as configurações aqui detalhadas podem até mesmo evitar questões significativas de controle de energia através de grandes extensões de cabo mediante incorporação de um mecanismo de regulação de energia no "sub".

[0047] A descrição precedente foi apresentada com referência a configurações atualmente preferenciais. As

pessoas versadas na técnica e tecnologia em que estas configurações se inserem poderão apreciar que podem ser praticadas alterações e mudanças nas estruturas e métodos de operação descritos sem afastamento significativo dos princípios e escopo destas configurações. Por exemplo, podem ser utilizadas técnicas alternativas para posicionamento de um dispositivo de cabo de comprimento extenso em um poço de profundidade estendida. Essas técnicas podem incluir a utilização de um sistema de enrolamento de tambor dividido ou duplo ao invés de carretas móveis para cabos separadas conforme foi detalhado acima. Não obstante, a descrição acima não deverá ser interpretada como se referindo somente às estruturas precisamente descritas e ilustradas nos desenhos em anexo, devendo ao invés disso ser interpretada como sendo consistente com, e proporcionando suporte para, as reivindicações que se encontra a seguir, em seu escopo mais pleno e justo.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de cabo (100) para uma aplicação de poço de hidrocarbonetos (580), o dispositivo **caracterizado** por compreender:

pelo menos uma parte de cabo de topo de poço (125);
e

pelo menos uma parte de cabo de interior de poço (150) acoplada à referida pelo menos uma parte de cabo de topo de poço, em que a pelo menos uma parte de interior de poço tem uma resistência de ruptura diferente da referida parte de topo de poço.

2. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da referida parte de topo de poço ter uma resistência de ruptura superior à da referida parte de interior de poço.

3. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato da referida parte de interior de poço ser mais leve por 0,3048 metro de extensão que a referida parte de topo de poço, ter uma razão mais baixa de resistência para peso que a referida parte de topo de poço, e ter uma classificação nominal de temperatura mais elevada que a referida parte de topo de poço.

4. Dispositivo de cabo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** por ter uma extensão superior a um dentre: 9.144 metros (30.000 pés) ou 15.240 metros (50.000 pés).

5. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da referida pelo menos uma parte de cabo de topo de poço compreender

enrolamentos estruturais (220) de um tipo de topo de poço e a referida pelo menos uma parte de cabo de interior de poço compreender enrolamentos estruturais (425) de um tipo de interior de poço.

6. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato dos referidos enrolamentos estruturais de um tipo de topo de poço serem em número maior que os referidos enrolamentos estruturais de um tipo de interior de poço.

7. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato dos referidos enrolamentos estruturais de um tipo de interior de poço terem um peso por 0,3048 metro de extensão mais leve que os referidos enrolamentos estruturais de um tipo de topo de poço.

8. Dispositivo de cabo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato da referida parte de topo de poço e a referida parte de interior de poço compreenderem uma configuração unitária.

9. Dispositivo de cabo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato da referida pelo menos uma parte de cabo de topo de poço ser acoplada à referida pelo menos uma parte de cabo de interior de poço através de um "sub" (175) de conexão, com um núcleo (200) de comunicação da referida pelo menos uma parte de cabo de topo de poço acoplado a um núcleo (400) de comunicação da referida pelo menos uma parte de cabo de interior de poço no interior do referido "sub" de conexão.

10. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato do referido "sub"

de conexão compreender um "sub" de transmissão de dados configurado para amplificação de um sinal entre a parte de cabo de interior de poço e a parte de cabo de topo de poço.

11. Dispositivo de cabo, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato do referido "sub" de transmissão de dados compreender um mecanismo (380) de amplificação de sinal para realizar a amplificação, e do referido "sub" de transmissão de dados compreender adicionalmente um de entre um transformador de equiparação de impedância, um mecanismo de refinamento de sinal, um repetidor de telemetria, um mecanismo de regulação de energia, e um mecanismo sensor.

12. Método, de emprego do dispositivo de cabo, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 11, em um poço de hidrocarbonetos, o método **caracterizado** por compreender:

posicionamento de uma parte do dispositivo de cabo a uma profundidade no poço de mais de 9.144 metros (30.000 pés); e

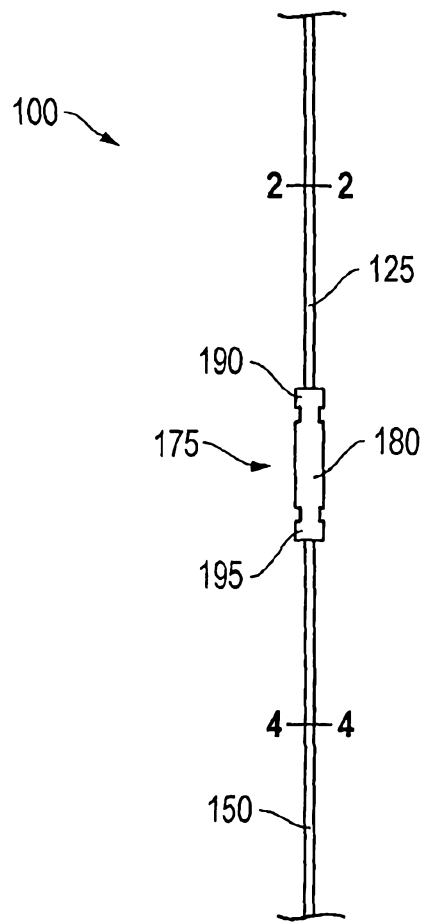
execução de uma aplicação de poço de hidrocarbonetos com equipamentos de interior de poço acoplados à essa parte do dispositivo de cabo.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** por a parte ser uma parte de cabo de interior de poço e o referido posicionamento compreender:

fornecimento da parte de cabo de interior de poço para o interior do poço;

acoplamento da parte de cabo de interior de poço a uma parte de cabo de topo de poço de resistência de ruptura maior; e

avanço da parte de cabo de interior de poço para a profundidade em questão.

*FIG. 1*

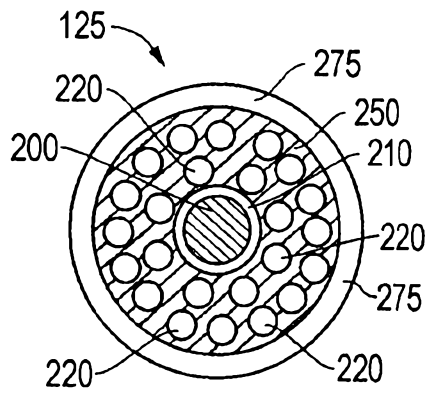


FIG. 2

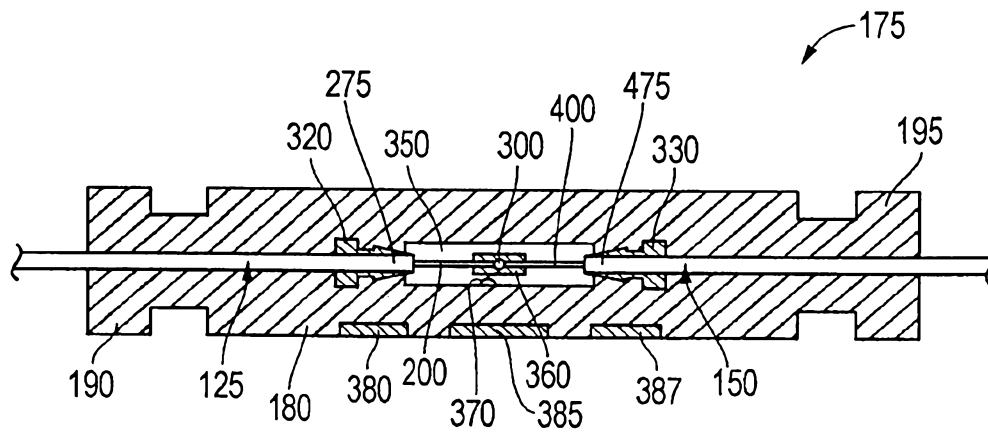


FIG. 3

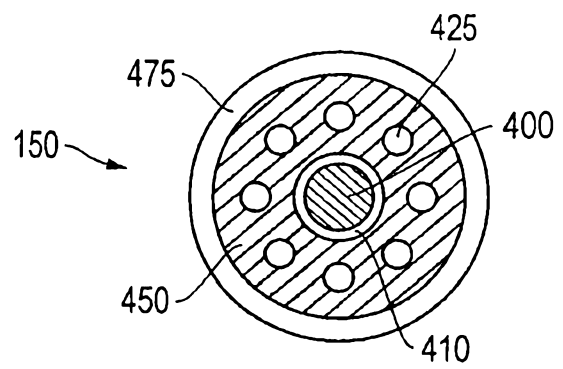
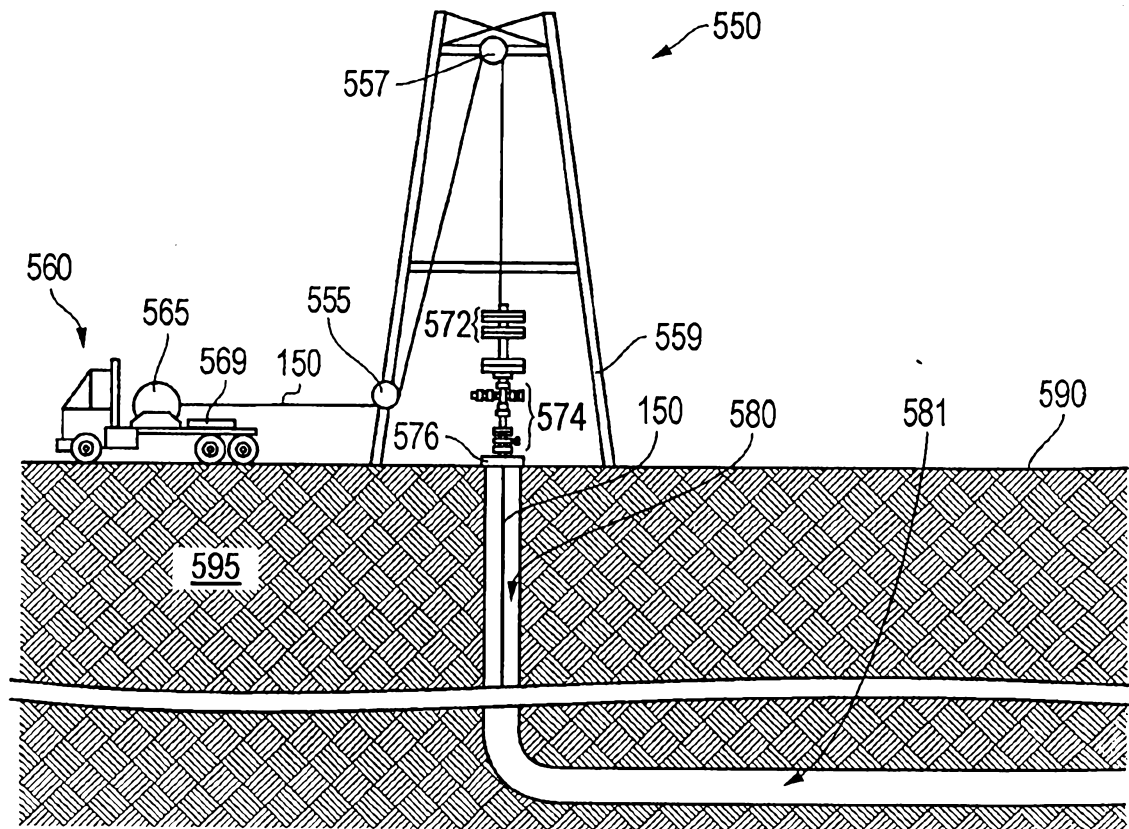


FIG. 4

*FIG. 5A*

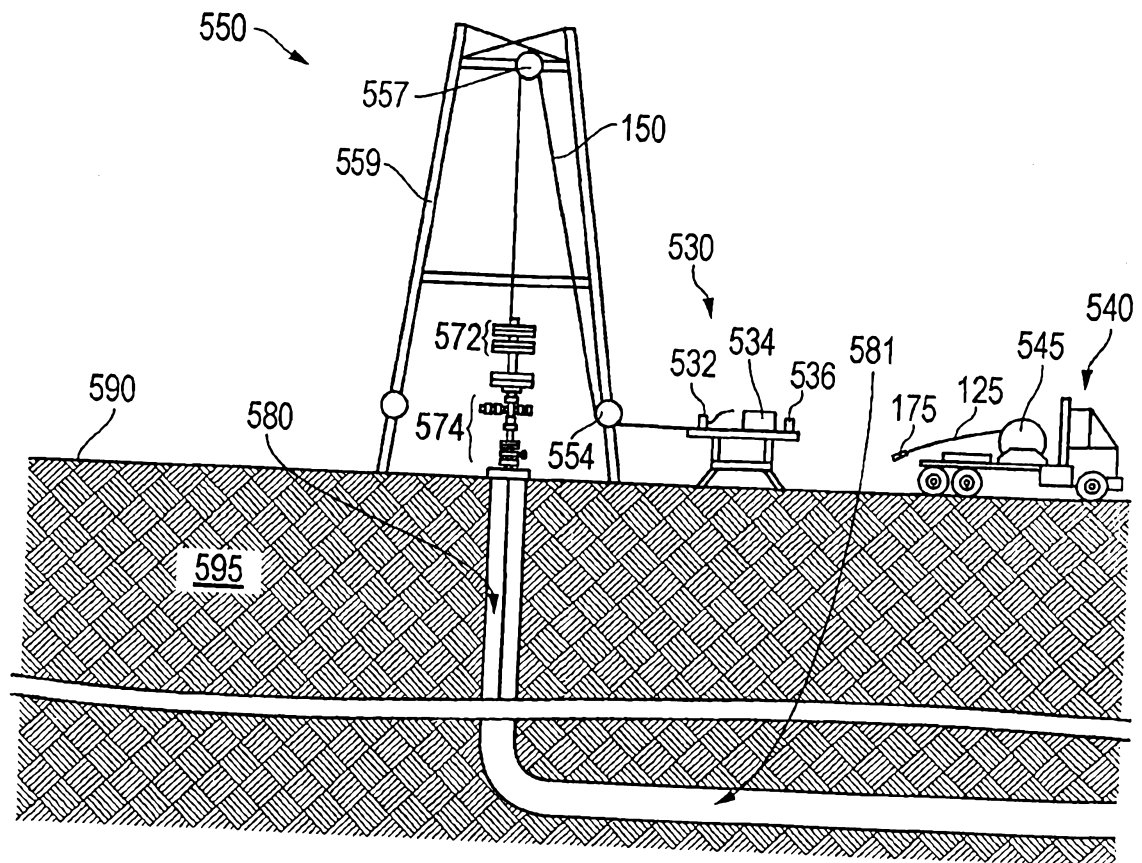


FIG. 5B

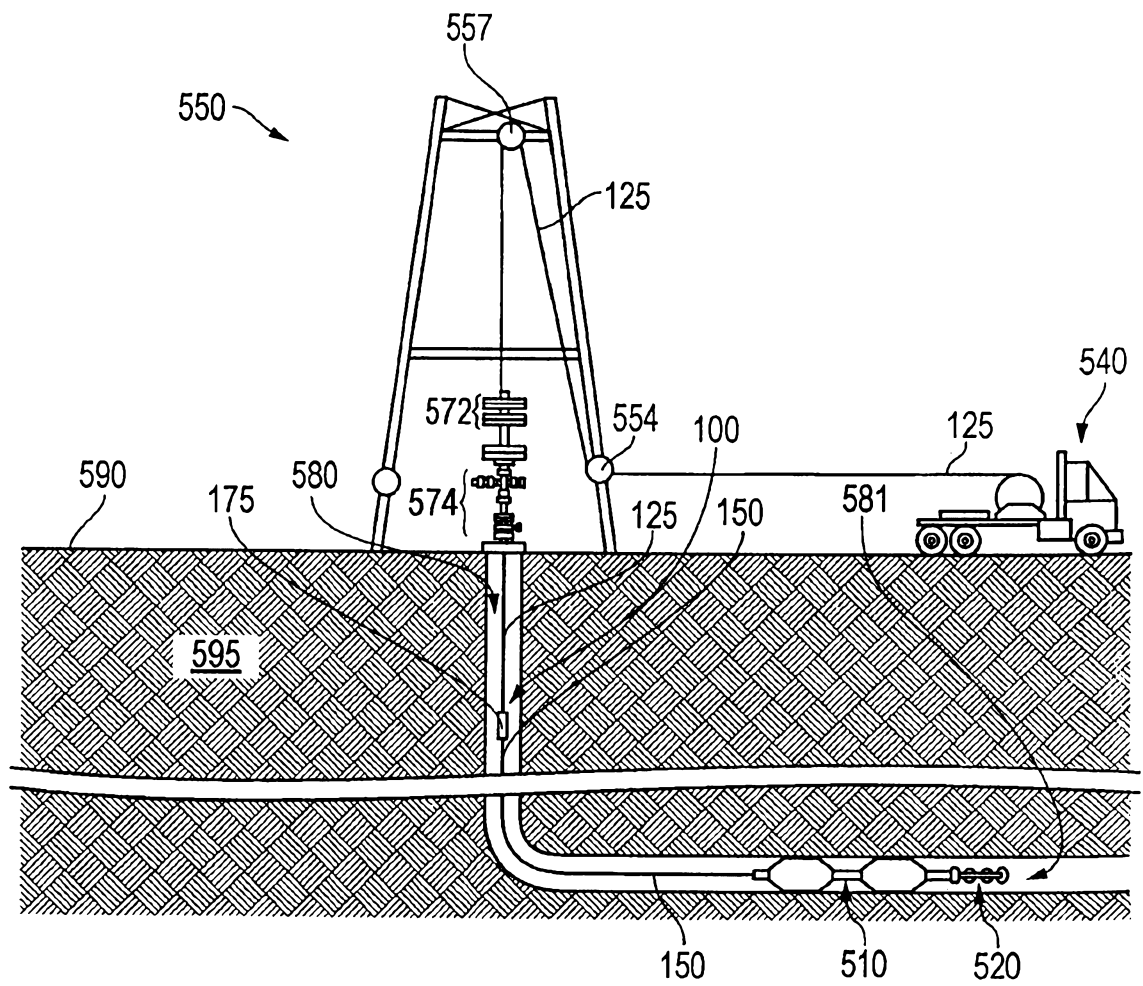


FIG. 5C

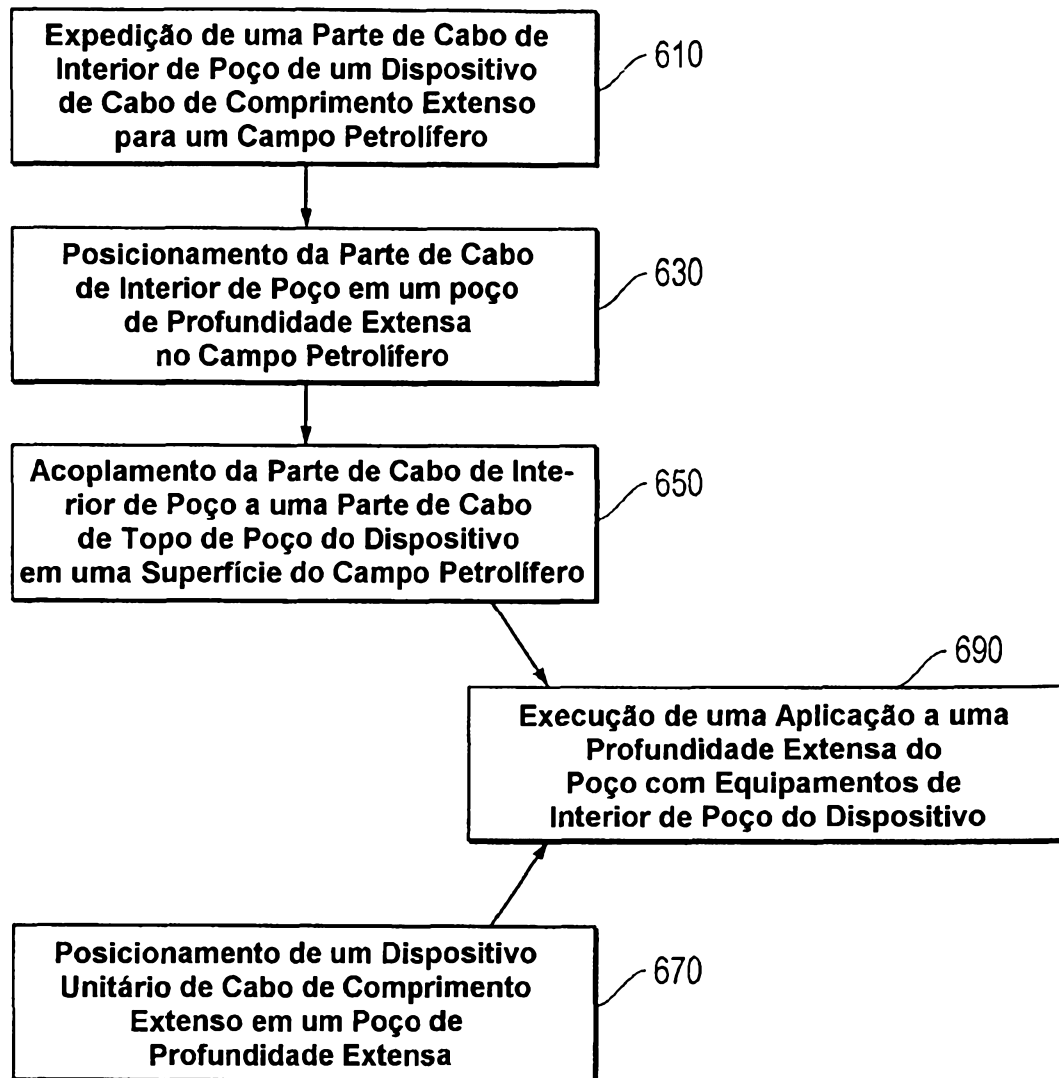


FIG. 6