



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

(11) PI 0305964-2 B1

(22) Data do Depósito: 22/12/2003

(45) Data de Concessão: 01/08/2017



(54) Título: SISTEMA DE TELEMETRIA PARA A COMUNICAÇÃO DE INFORMAÇÕES AXIALMENTE AO LONGO DE UMA COLUNA DE PERFURAÇÃO E MÉTODO PARA COMUNICAR INFORMAÇÕES AXIALMENTE AO LONGO DE UMA COLUNA DE PERFURAÇÃO

(51) Int.Cl.: G01N 1/40; E21B 7/04; E21B 47/01

(30) Prioridade Unionista: 23/12/2002 US 10/326,388

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.

(72) Inventor(es): EVAN L. DAVIES; EDWARD JAMES CARGILL; GARY L. DONISON; BOGUSLAW WIECEK; DANIEL P. LUPIEN; RICHARD D. BOTTOS; RICHARD T. HAY

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA DE TELEMETRIA PARA A COMUNICAÇÃO DE INFORMAÇÕES AXIALMENTE AO LONGO DE UMA COLUNA DE PERFURAÇÃO E MÉTODO PARA COMUNICAR INFORMAÇÕES AXIALMENTE AO LONGO DE UMA COLUNA DE PERFURAÇÃO"**.

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um sistema e método de telemetria de dados de dentro de um poço e transmissão de potência para comunicar informações, axialmente, ao longo de uma coluna de perfuração. Mais particularmente, a presente invenção refere-se a um sistema e método para comunicar informações de forma uni-direcional ou bidirecionalmente, através de um circuito de condução axial que compreende a coluna de perfuração.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] A perfuração direcional envolve o controle da direção de um poço, à medida que está sendo perfurado. Uma vez que os poços são perfurados no espaço tridimensional, a direção de um poço inclui tanto sua inclinação com relação ao sentido vertical, como seu azimute. Normalmente, a meta da perfuração direcional consiste em atingir o alvo subterrâneo com a coluna de perfuração, tipicamente uma formação de produção de hidrocarboneto potencial.

[003] Com a finalidade de otimizar a operação de perfuração e a disposição do furo do poço, deseja-se, com frequência, obter informações relativas às condições ambientais da formação circundante que está sendo perfurada e informações relativas aos parâmetros operacionais e direcionais da coluna de perfuração, inclusive o conjunto para perfuração a motor do fundo do poço e o conjunto de broca de perfuração. Por exemplo, é necessário freqüentemente ajustar a direção do furo do poço, freqüentemente durante a perfuração direcional, tanto para acomodar uma alteração planejada em uma direção como para compensar uma deflexão não-intencional e indesejada do furo do poço. Ademais, é desejável que as informações relacionadas com o meio ambiente, parâmetros direcionais e operacionais da operação de perfu-

ração sejam proporcionadas ao operador em uma base de tempo real. A capacidade de se obter medições de dados em tempo real, ao mesmo tempo em que a perfuração permita uma operação de perfuração relativamente mais econômica e mais eficaz.

[004] Por exemplo, o desempenho do conjunto para perfuração a motor do fundo do poço e, em particular, o motor para o fundo do poço, e o tempo de vida útil do motor para o fundo do poço podem ser otimizados pela transmissão em tempo real da temperatura dos mancais do motor do fundo do poço ou as rotações por minuto do eixo de acionamento do motor. Similarmente, a própria operação de perfuração pode ser otimizada pela transmissão em tempo real das condições ambientais ou do poço, tais como medição de raios gama naturais, inclinação do poço, pressão do poço, resistividade da formação e peso sobre a broca. A transmissão destas informações em tempo real, permite ajustes em tempo real nos parâmetros operacionais do conjunto para perfuração a motor do fundo do poço e ajustes em tempo real para a própria operação de perfuração.

[005] Desta forma, vários sistemas foram desenvolvidos no sentido de se permitir que sensores de dentro do poço meçam os parâmetros de perfuração em tempo real e transmitam as informações ou os dados resultantes para a superfície, de forma substancialmente instantânea com as medições. Por exemplo, sistemas de telemetria de pulso da lama transmitem sinais provenientes de um sensor de dentro do poço associado até a superfície através da lama de perfuração na coluna de perfuração. Mais particularmente, a pressão, modulada com as informações captadas provenientes do sensor de dentro do poço, aplicadas na coluna de lama, é recebida e demodulada na superfície. O sensor de dentro do poço pode incluir vários sensores, tais como o raio gama, resistividade, porosidade ou sensores de temperatura que medem as características de formação ou demais parâmetros de dentro do poço. Ademais, o sensor de dentro do poço pode incluir um ou mais magnetômetros, acelerômetros ou demais sensores para medir a direção e a inclinação do poço, o peso sobre a broca ou demais parâmetros de perfuração.

[006] Tipicamente, esses sistemas, tais como o sistema de telemetria de pulso de lama, ficam situados acima do conjunto de perfuração do motor de dentro do poço. Por exemplo, quando utilizado com um motor de dentro do poço, o sistema de telemetria de pulso de lama fica situado tipicamente acima do motor, para que fique separado a uma distância substancial da broca de perfuração, para proteger ou cobrir os componentes eletrônicos do sistema contra os efeitos de qualquer vibração ou forças centrífugas que emanem da broca de perfuração. Ademais, os sensores de dentro do poço, associados com o sistemas são colocados tipicamente em um ambiente magnético, ao se utilizar colares Monel na coluna de perfuração abaixo do sistema.

[007] Sendo assim, os sensores e o sistema de telemetria podem ficar situados a uma distância significativa da broca de perfuração. Como resultado, as informações ambientais medidas pelo sistema podem não se correlacionar necessariamente com as condições reais que circundam a broca de perfuração. Ao invés disso, o sistema responde às condições que ficam substancialmente espaçadas da broca de perfuração. Por exemplo, um sistema de telemetria convencional pode ter um andamento retardado na profundidade de até ou maior que 18,24 metros (60 pés). Como resultado deste atraso nas informações, é possível perfurar de uma formação de produção de hidrocarboneto antes de detectar a saída, resultando na necessidade de perfurar vários metros do poço para voltar para a zona produtora. O intervalo perfurado fora da zona produtora resulta em uma dispendiosa perda de produção com relação àquele intervalo sobre o tempo de vida útil do poço. Em alguns casos isso representa milhões de dólares em perda de renda bruta de produção para o operador, sem falar no custo perdido de colocar o equipamento de conclusão com relação ao intervalo de não-produção para atingir zonas de produção mais descendentes no poço.

[008] Surgem outras dificuldades com o andamento retardado no sensor até a distância da broca de perfuração para decidir quando é apropriado interromper a perfuração e inserir o revestimento no furo do poço. Isso é conduzido com freqüência pelas características da formação. Da mesma

forma, é desejável ajustar uma seção do revestimento dentro ou antes de determinadas formações para evitar perfuração adicional ou problemas de produção mais tarde.

[009] Em resposta a este atraso ou andamento retardado indesejável das informações, vários sistemas ou pacotes sensores de que se instalam próximos à broca foram desenvolvidos, os quais são designados para serem colocados adjacentes ou próximos à broca de perfuração. O sistema próximo à broca proporciona prévia detecção de alterações à formação durante a perfuração, redução da necessidade de intervalos de perfuração corretivos maçantes e custos de serviços. A operação de perfuração, inclusive a trajetória da broca de perfuração, pode ser então ajustada em resposta às informações captadas. Entretanto, estes sensores próximos à broca continuam a ser colocados a uma distância espaçada do conjunto de broca de perfuração que ainda introduz um andamento retardado na determinação das alterações da formação. Ademais, o conjunto de sensores em um motor de lama tende a ser muito oneroso e pode reduzir a confiabilidade do sistema porque o corte transversal do motor tem que partilhar a transmissão de potência mecânica e o fluxo de fluido para a broca com espaço para os sensores e eletrônica de suporte.

[010] Ademais, a fim de utilizar um sistema de sensores próximos à broca e permitir a monitoração em tempo real e o ajuste dos parâmetros da perfuração, um sistema ou método tem que ser proporcionado para transmitir os dados medidos ou informações captadas provenientes do sensor do fundo do poço, tanto diretamente até a superfície, como para um outro sistema de telemetria, tipicamente um sistema de arrasto longo, para transmissão subsequente até a superfície. De forma similar, um sistema ou método pode precisar ser proporcionado para transmitir a potência elétrica requerida para o sistema de sensor do fundo do poço a partir da superfície ou alguma outra fonte de energia. Várias tentativas foram feitas na técnica anterior para transmitir informações e/ou potência direta ou indiretamente entre um local do fundo do poço e a superfície. Entretanto, nenhuma dessas tentativas proporcionou uma solução inteiramente satisfatória.

[011] Por exemplo, vários sistemas foram desenvolvidos para comunicar ou transmitir informações diretamente à superfície através de uma linha elétrica, cabo de aço ou cabo até a superfície. Os conectores de arame duro proporcionam uma conexão de arame duro de perto da broca de perfuração até a superfície, que possui inúmeras vantagens. Por exemplo, essas conexões possibilitam tipicamente a transmissão de dados a uma taxa relativamente alta e permitem a comunicação dúplex ou bidirecional. No entanto, esses sistemas também apresentam inúmeras desvantagens.

[012] Tipicamente, um cabo de aço ou cabo tem que ser instalado ou de alguma outra maneira preso ou conectado na coluna de perfuração. Este cabo de aço ou cabo fica sujeito a desgaste e cisalhamento durante o uso e assim, é propenso a avarias ou mesmo destruição durante as operações de perfuração normais. O conjunto de perfuração pode não ser particularmente adequado para acomodar estes cabos de aço, com o resultado de que os sensores do cabo de aço podem não ficar situados muito próximos da broca de perfuração. Ademais, o cabo de aço pode ficar exposto a tensões excessivas no ponto da conexão entre as seções do tubo de perfuração que compreende a coluna de perfuração. Como resultado, o sistema pode, de alguma forma, não ser confiável e propenso a falhas. Ademais, a presença do cabo de aço ou do cabo pode requerer uma mudança no equipamento de perfuração usual e nos procedimentos operacionais. O conjunto de perfuração pode precisar ser projetada especialmente para acomodar o cabo de aço. Da mesma forma, o cabo de aço pode precisar ser retirado e substituído todas as vezes em que uma junta de tubo for adicionada na coluna de perfuração. Finalmente, pode haver necessidade de atravessar o furo através da coluna de perfuração para a operações ou equipamentos específicos.

[013] Também foram desenvolvidos sistemas para a transmissão de ondas ou sinais acústicos ou sísmicos, através da coluna de perfuração ou formação circundante. Os sinais acústicos ou sísmicos são gerados por um gerador acústico ou sísmico do fundo do poço. No entanto, uma quantidade de energia relativamente grande é requerida tipicamente no fundo do poço para gerar um sinal suficiente, tal como aquele que é detectável na superfi-

cie. Uma fonte de energia relativamente grande tem que ser proporcionada no fundo do poço ou repetidores utilizados em intervalos ao longo da coluna para reforçar o sinal à medida que o mesmo se propaga ao longo da coluna de perfuração.

[014] A Patente U.S. Nº 5.163.521, expedida em 17 de novembro de 1992 a Pustanyk et al., Patente U.S. Nº 5.410.303, expedida em 25 de abril de 1995 a Comeau et al., e a Patente U.S. Nº 5.602.541, expedida em 11 de fevereiro de 1997 a Comeau et al., descrevem todas uma ferramenta de telemetria, um motor de interior de poço que possui um conjunto de mancal e uma broca de perfuração. Um sensor e um transmissor são proporcionados em uma cavidade vedada dentro do alojamento do motor de interior de poço adjacente à broca de perfuração. Um sinal proveniente do sensor é transmitido pelo transmissor a um receptor na ferramenta de telemetria de arrasto longo, que então transmite as informações para a superfície. Os sinais são transmitidos a partir do transmissor para o receptor por meio de um sistema sem fio. Especificamente, as informações são transmitidas por meio de sinais acústicos de frequência modulada indicativos das informações captadas. De preferência, os sinais transmitidos são sinais acústicos que possuem uma frequência abaixo da faixa de 5000 Hz.

[015] Outros sistemas foram desenvolvidos, os quais requerem a transmissão de sinais eletromagnéticos através da formação circundante. A transmissão eletromagnética das informações captadas envolve com frequência o uso de um toróide posicionado em adjacência à broca de perfuração para gerar uma onda eletromagnética através da formação. Especificamente, um enrolamento principal, transportando a informação captada, envolado em volts de toróide e um enrolamento secundário é formado pela coluna de perfuração. Um receptor pode ser aterrado na superfície para detectar a onda eletromagnética ou pode ser associado com a coluna de perfuração poço acima a partir do transmissor.

[016] Falando de um modo geral, como acontece com a transmissão acústica e sísmica, a transmissão de sinais eletromagnéticos através da formação requer tipicamente uma grande quantidade de energia, particular-

mente onde o sinal eletromagnético tiver que ser detectável na superfície. Ademais, a atenuação dos sinais eletromagnéticos, à medida que são propagados através da formação, é aumentada com um aumento na distância sobre a qual os sinais têm que ser transmitidos, um aumento na taxa de transmissão de dados e um aumento na resistividade elétrica da formação. A capacidade de condução e a heterogeneidade da formação circundante pode afetar de forma particularmente adversa a propagação da radiação eletromagnética através da formação. Assim sendo, uma fonte de energia relativamente grande é necessária no fundo do poço para proporcionar a energia requerida para efetuar a telemetria de forma satisfatória.

[017] Finalmente, existem, tipicamente, dois métodos para a criação de uma antena eletromagnética no fundo de poço. Quando se utiliza um toróide para a transmissão do sinal eletromagnético, a blindagem externa da coluna de perfuração tem que proteger os enrolamentos do toróide ao mesmo tempo em que ainda proporcionam integridade estrutural à coluna de perfuração. Isso é particularmente importante dado o local do toróide na coluna de perfuração, uma vez que o toróide fica exposto com frequência a grandes tensões mecânicas durante a operação de perfuração e é muito volumoso. O toróide cria um vão isolante ou descontinuidade elétrica na coluna de perfuração, possibilitando assim que seja gerada uma polarização elétrica potencial. O segundo método consiste em criar mecanicamente uma descontinuidade elétrica na coluna de perfuração. A descontinuidade elétrica compreende tipicamente um vão isolante ou uma zona isolante proporcionada na coluna de perfuração. Este mecanismo encontra-se documentado na patente US Nº 4.691.203, expedida em 01 de setembro de 1987 para Rubin et al. O vão isolante pode ser proporcionado por meio de um material isolante que compreende uma área substancial da blindagem externa ou da superfície da coluna de perfuração. Por exemplo, o material isolante pode se estender de 3,04 a 9,12 m (dez a trinta pés), de comprimento ao longo da coluna de perfuração ou apenas 2,54 ou 5,08 cm (uma ou duas polegadas). De qualquer maneira, a necessidade por um vão isolante a ser incorporada na coluna de perfuração pode interferir com a integridade estrutural da coluna

de perfuração resultando em um enfraquecimento da coluna de perfuração no vão. Ademais, o material isolante proporcionado para o vão isolante pode ser prontamente danificado durante operações de perfuração típicas.

[018] Várias tentativas foram feitas na técnica anterior para dar um tratamento à estas dificuldades ou desvantagens associadas com os sistemas de transmissão eletromagnéticos. Entretanto, nenhuma dessas tentativas proporciona solução satisfatória, na medida em que cada uma delas continua a requerer a propagação do sinal eletromagnético através da formação. Os exemplos incluem: A Patente U.S. Nº 4.496.174, concedida em 29 de janeiro de 1985 a McDonald et al.; patente U.S. Nº 4.725.837 concedida em 16 de fevereiro de 1988 a Rubin; patente U.S. Nº 4.691.203, concedida em 01 de setembro de 1987 a Rubin et al.; patente U.S. Nº 5.160.925, concedida em 03 de novembro de 1992 a Dailey et al.; Publicação Internacional PCT Nº PCT/US92/03183 publicada em 29 de outubro de 1992 como WO 92/18882; patente U.S. Nº 5.359.324 concedida em 25 de outubro de 1994 a Clark et al., e Relatório Descritivo da Patente Européia EP 0 540 425 B1, publicado em 25 de setembro de 1996.

[019] Finalmente, a patente U.S. Nº 6.392.561, concedida em 21 de maio de 2002 a Davies et al., proporciona um sistema de telemetria de salto curto para transmitir um sinal elétrico axial que concretiza as informações geradas de um sensor do fundo do poço através da unidade de potência de um conjunto de perfuração a motor de fundo do poço. Entretanto, a configuração deste sistema requer que o sensor fique posicionado ou localizado dentro do alojamento do conjunto de perfuração. Sendo assim, esse sistema não se prepara para a colocação do sensor, ou a transmissão de um sinal elétrico axial a partir da extremidade do fundo do poço de um trem de acionamento do conjunto de perfuração abaixo do alojamento.

[020] Portanto, permanece a necessidade na indústria de um sistema de telemetria ou de transmissão de dados ou de energia, ao longo de uma coluna de perfuração. Ademais, existe uma necessidade de um sistema e método de telemetria que comunique ou transmita dados, medições, informações captadas ou energia através dos componentes da coluna de perfu-

ração. Mais adicionalmente, há uma necessidade de um sistema e método de telemetria no fundo do poço que transmita informações e/ou energia quer de forma unidirecional, que bidirecional, axialmente ao longo ou através da coluna de perfuração.

[021] Da mesma forma, há uma necessidade por um sistema e método de telemetria que possa comunicação componentes de um trem de acionamento que compreenda a coluna de perfuração e, de preferência, componentes de um conjunto de broca de perfuração compreendendo o trem de acionamento. Finalmente, o sistema e método comunicam, de preferência, informações fornecidas por pelo menos um sensor que fica situado no trem de acionamento e, de preferência, situado no conjunto de broca de perfuração.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[022] A presente invenção refere-se a um sistema de transmissão de dados ou telemetria e um método para comunicar informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração. Os presentes sistema e método também podem ser utilizados para a transmissão de energia elétrica ao longo da coluna de perfuração, por exemplo, para fornecer energia a uma ferramenta de fundo do poço, tal como quaisquer dos componentes de um conjunto de perfuração de fundo de poço. Portanto, qualquer referência contida aqui para a comunicação de informações axialmente ao longo da coluna de perfuração pretende incluir e abranger o uso do sistema ou método para a transmissão ou comunicação de energia elétrica ao longo da coluna de perfuração.

[023] Ademais, muito embora a modalidade preferida comunique informações ou transmita energia elétrica ao longo da coluna de perfuração, o sistema e método aplicam-se igualmente a uma coluna de revestimento ou outra coluna de tubos adequada para colocação dentro de um poço não-revestido, incluindo o revestimento expansível ou outro tubo expansível. Portanto, qualquer referência contida aqui à coluna de perfuração, pretende incluir e abranger o uso do sistema ou método para uma coluna de revestimento ou outra coluna de tubo do interior de um poço.

[024] Ademais, a presente invenção refere-se a um sistema e método de telemetria em tempo real do interior de um poço, que pode ser usado sozinho ou em conjunto com um ou mais sistemas de comunicação da coluna de perfuração, tais como quaisquer sistemas conhecidos de "medição sem interromper a perfuração" no interior de um poço (MWD), para comunicar informações axialmente ao longo ou através da coluna de perfuração.

[025] A coluna de perfuração, conforme descrito aqui, estende-se entre a superfície do solo ou a extremidade poço acima da coluna de perfuração e a broca de perfuração ou a extremidade do fundo do poço da coluna de perfuração. O sistema e método de telemetria pode ser utilizado para comunicar informações axialmente ao longo ou através de qualquer parte da extensão da coluna de perfuração entre a superfície do solo e a broca de perfuração. De preferência, o sistema e método são capazes de comunicar informações unidirecional ou bidirecionalmente através da coluna de perfuração.

[026] Ademais, pelo menos um circuito de condução axial é formado preferivelmente pela coluna de perfuração para conduzir um sinal elétrico axial que concretiza as informações entre uma primeira posição axial na coluna de perfuração e uma segunda posição axial na coluna de perfuração, cujo circuito de condução axial se estende entre as primeira e segunda posições axiais. Entretanto, se desejado, pode ser proporcionado um circuito de condução axial maior que um. Por exemplo, uma pluralidade de circuitos de condução axial pode ser conectada eletricamente entre si em séries para conduzir o sinal elétrico axial ao longo do comprimento desejado da coluna de perfuração.

[027] Alternativamente, uma pluralidade de circuitos de condução axiais, cada um comunicando informações diferentes, em um ou em uma pluralidade de canais de frequência diferentes, usando um ou uma pluralidade de esquemas de modulação, ou energia, podem se estender ao longo da coluna de perfuração ao longo da coluna de perfuração paralelamente entre si. Neste caso, uma pluralidade de circuitos paralelos será proporcionada pela coluna de perfuração para transmitir uma pluralidade de sinais elétricos

axiais. Se uma pluralidade de circuitos de condução paralelos for usada, os circuitos de condução axial podem ficar dispostos em qualquer configuração um em relação ao outro. Por exemplo, os circuitos de condução axial, podem ficar espaçados em torno da circunferência ou perímetro da coluna de perfuração. Alternativamente cada circuito de condução axial pode se estender substancialmente em volta da circunferência ou perímetro da coluna de perfuração, em que os circuitos de condução axial ficam escalonados entre si.

[028] Da mesma forma, o sistema e método de telemetria permitem, preferivelmente, ao longo ou através de quaisquer dos componentes ao longo de seu comprimento. Por exemplo, se a coluna de perfuração for compreendida de um trem de acionamento dentro de um alojamento, o sistema e método permitem preferivelmente a comunicação das informações axialmente ao longo ou através de pelo menos uma parte do trem de acionamento. Na modalidade preferida, o trem de acionamento é compreendido de uma extremidade de fundo do poço, em que a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento se estende a partir de e se localiza abaixo do alojamento. Neste exemplo, a informação é comunicada axialmente ao longo de pelo menos uma parte da extremidade de fundo do poço do trem de acionamento.

[029] De preferência, a presente invenção proporciona uma taxa de transmissão de dados relativamente alta e consumo de energia relativamente baixo em comparação com os sistemas e métodos conhecidos. Dado ao fato de que a informação é comunicada ao longo da coluna de perfuração, a comunicação não tende a ser afetada de forma significativa pela condutância ou resistência da formação circunjacente, lama de perfuração ou demais fluidos de perfuração, devido à resistência das trajetórias metálicas, o sinal viaja na coluna de perfuração é substancialmente mais baixo que a formação circunjacente e o sistema de lama. A corrente elétrica viaja principalmente pela trajetória de menor resistência. Pela mesma razão, a coluna de perfuração não precisa proporcionar um vão isolante na mesma, porque existem duas trajetórias elétricas na coluna de perfuração em vez de apenas uma, como no caso da tecnologia eletromagnética, onde a formação atua

como um condutor e a coluna de perfuração atua como um segundo condutor.

[030] Em um primeiro aspecto, a invenção é compreendida de um sistema de telemetria para comunicar informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração, sendo que a coluna de perfuração é compreendida de um trem de acionamento sustentado dentro de um alojamento, o sistema compreendendo:

- (a) um circuito de condução axial formado pela coluna de perfuração para conduzir um sinal elétrico axial que concretiza a informação entre uma primeira posição axial na coluna de perfuração e uma segunda posição axial na coluna de perfuração, cujo circuito de condução axial se estende entre a primeira posição axial e a segunda posição axial; e
- b) um transmissor que transmite informações ao circuito de condução axial;

em que o trem de acionamento é compreendido de uma extremidade de fundo do poço, em que a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento se estende a partir de e é situada abaixo do alojamento, e em que pelo menos uma da primeira posição axial e a segunda posição axial se situa na extremidade de fundo do poço do trem de acionamento.

[031] Em um segundo aspecto da invenção, a invenção é compreendida de um sistema de telemetria que comunica informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração, o sistema compreendendo:

- (a) um circuito de condução axial formado pela coluna de perfuração para conduzir o sinal elétrico axial que concretiza as informações entre uma primeira posição axial na coluna de perfuração e uma segunda posição axial na coluna de perfuração, cujo circuito de condução axial se estende entre a primeira posição axial e a segunda posição axial;
- (b) pelo menos uma parte da coluna de perfuração entre a primeira posição axial e a segunda posição axial compreende:

- (i) um condutor axial externo tendo uma superfície circunferencial interna que define um eixo geométrico longitudinal condutor externo;
 - (ii) um condutor axial externo tendo uma superfície circunferencial externa que define um eixo geométrico longitudinal condutor interno, em que o condutor axial interno é conectado fixamente dentro do condutor axial externo, de tal modo que um espaço anular é definido entre a superfície circunferencial externa e a superfície circunferencial interna, em que o eixo geométrico longitudinal condutor e o eixo geométrico longitudinal condutor interno coincidem-se substancialmente e em que pelo menos uma parte do circuito condutor axial é compreendido do condutor axial externo e do condutor axial interno; e
 - (iii) um isolador elétrico disposto dentro do espaço anular; e
- (c) um transmissor que transmite informações ao circuito de condução axial.

[032] No segundo aspecto, a coluna de perfuração é compreendida preferivelmente de um trem de acionamento sustentado dentro de um alojamento. Ademais, preferivelmente, o trem de acionamento é compreendido de uma extremidade de fundo do poço, em que a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento se estende a partir de e se situa abaixo do alojamento e em que pelo menos uma da primeira posição axial e a segunda posição axial se situa na extremidade de fundo do poço do trem de acionamento.

[033] A atuação do trem de acionamento resulta na perfuração de um poço não revestido pela coluna de perfuração através da formação circunjacente. Desta forma, o trem de acionamento é definido aqui de forma a incluir qualquer componente ou elemento da coluna de perfuração que, quando atuado, resulta ou faz com que a operação de perfuração prossiga.

[034] O trem de acionamento é sustentado dentro de um alojamento, de preferência, sustentado de forma móvel dentro do alojamento, de tal forma que o trem de acionamento possa ser atuado dentro do alojamento. Em outras palavras, o trem de acionamento é de preferência móvel em relação ao alojamento. Mais particularmente, em um sistema de perfuração de reciprocidade, o trem de acionamento é sustentado reciprocamente dentro do alojamento de tal forma que a atuação do trem de acionamento que atua em reciprocidade dentro do alojamento aciona uma broca de percussão ou broca de perfuração de reciprocidade que compreende o trem de acionamento a fim de perfurar o poço. Em um sistema giratório de broca, como preferido aqui, o trem de acionamento é sustentado de forma rotativa dentro do alojamento. Desta maneira, a atuação do trem de acionamento para girar dentro do alojamento aciona uma broca de perfuração rotativa compreendendo o trem de acionamento a fim de perfurar o poço.

[035] Conforme mencionado, o trem de acionamento é compreendido preferivelmente de uma extremidade de fundo do poço, em que a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento se estende preferivelmente a partir de e se situa abaixo do alojamento. Ademais, pelo menos uma da primeira posição axial e a segunda posição axial é localizada preferivelmente na extremidade de fundo do poço do trem de acionamento. Em outras palavras, pelo menos uma parte do circuito de condução axial é compreendido da extremidade de fundo do poço do trem de acionamento.

[036] O trem de acionamento, incluindo a extremidade de fundo do poço, pode ser compreendido de um único componente ou membro integral, ou pode ser compreendido de dois ou mais componentes ou membros fixados de forma permanente ou removível, fixados ou conectados um no outro de qualquer forma adequada, tal como por solda ou conexões rosqueadas entre eles. Conforme indicado, a atuação do trem de acionamento faz com que a operação de perfuração prossiga.

[037] Por exemplo, a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento pode ser compreendida de um eixo de acionamento e em que pelo menos uma parte do circuito de condução axial é compreendido do eixo de

acionamento. Sendo assim, pelo menos uma das primeira e segunda posições axiais pode ser situada no eixo de acionamento. Alternativamente, nem a primeira, tampouco a segunda posições axiais podem ser situadas no eixo de acionamento. Ao contrário, as primeira e segunda posições podem ser situadas na coluna de perfuração, tal que o circuito de condução axial simplesmente se estenda através do eixo de acionamento.

[038] Na modalidade preferida, a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento é compreendida de um conjunto da broca de perfuração e em que pelo menos uma parte do circuito de condução axial é compreendido do conjunto da broca de perfuração. Ademais, uma entre a primeira posição axial e a segunda posição axial é situada preferivelmente no conjunto de broca de perfuração.

[039] Na modalidade preferida, o conjunto de broca de perfuração é conectado ou montado operativamente com uma extremidade de fundo do poço do eixo de acionamento, de tal forma que a atuação do eixo de acionamento acione o conjunto da broca de perfuração. O conjunto da broca de perfuração é compreendido de uma broca de perfuração para perfurar o poço. A broca de perfuração define a extremidade do fundo do poço da coluna de perfuração.

[040] Ademais, o conjunto da broca de perfuração é compreendido de um ou mais componentes ou elementos associados com a broca de perfuração e situados entre o eixo de acionamento e a broca de perfuração. Por exemplo, o conjunto da broca de perfuração pode ser compreendido de um sub ou membro conectado entre o eixo de acionamento e a broca de perfuração. O sub pode incluir quaisquer outras ferramentas ou equipamentos para o fundo do poço, tais como um estabilizador, estabilizador desmontável, estabilizador ajustável, escareador, sub-escareador, sensores, sistema de telemetria, testador de pressão de formação, geradores de campo elétrico ou magnéticos fixos ou variados, transmissores acústicos na formação para faixa de distância e direção ou captação sísmica, que são necessários para a operação de perfuração particular. O sub pode ser um membro separado ou fixamente removível, conectado com um ou ambos os eixos de aciona-

mento e a broca de perfuração ou pode ser formado integralmente com um ou ambos a extremidade de fundo do poço do eixo de acionamento e a broca de perfuração. Ademais, o conjunto da broca de perfuração pode ser compreendido adicionalmente de um conjunto de brocas do eixo de acionamento com os componentes do fundo do poço, tal como o sub ou a broca de perfuração. Entretanto, o conjunto de brocas pode ser um membro separado conectado fixamente ou de forma removível com um ou ambos entre o eixo de acionamento e os demais componentes do fundo do poço, inclusive um sub e a broca de perfuração, ou pode ser formado integralmente com um ou ambos a extremidade de fundo do poço do eixo de acionamento e os demais componentes de fundo do poço.

[041] Ademais, cada um dos componentes do conjunto de broca de perfuração pode ser formada integralmente com outros componentes e a broca de perfuração, de tal forma que uma única unidade ou membro seja proporcionado. Alternadamente, cada um dos componentes do conjunto de broca de perfuração pode ser conectado ou preso de forma fixa ou removível, tal como por solda ou conexões de rosqueamento entre eles.

[042] Adicionalmente, o sistema de telemetria é compreendido de preferência, ainda, de pelo menos um sensor localizado na extremidade de fundo do poço do eixo de acionamento, em que o sensor fornece informações ao transmissor. O transmissor pode transmitir informações ao circuito de condução axial, ou alternativamente, como tratado acima, o circuito de condução axial pode ser usado para fornecer energia a um ou ambos o sensor e o transmissor.

[043] De preferência, pelo menos um sensor é situado na extremidade de fundo do poço do trem de acionamento. Dependendo do tipo particular de sensor e do tipo de informações que se visa fornecer ao transmissor, o sensor pode ser colocado em qualquer posição dentro da extremidade de fundo do poço do trem de acionamento. Entretanto, pelo menos um sensor é colocado no conjunto da broca de perfuração, em que o sensor fornece informações ao transmissor. Muito embora o sensor possa ser colocado dentro de quaisquer um dos componentes ou elementos que compreendem o

conjunto da broca de perfuração, como tratado acima, o sensor é colocado na broca de perfuração na modalidade preferida. Nesse caso, pode ser necessário fornecer uma broca não-magnética, de modo que não haja interferência com o sensor se o sensor for captação de campo magnético. Esta propriedade não-magnética poderia se estender ascendentemente a partir da broca ao longo do eixo de acionamento e do alojamento, conforme necessário para reduzir a interferência a níveis aceitáveis.

[044] Qualquer tipo de sensor ou combinação de sensores pode ser usado, os quais são capazes de fornecer informações independentemente das condições do fundo do poço, características de formação ou a operação de perfuração incluindo informações sobre a broca de perfuração ou outros componentes da coluna de perfuração, incluindo a extremidade de fundo do poço do trem de acionamento, informações sobre o poço não revestido nos arredores do trem de acionamento, particularmente, a extremidade de fundo do poço e informações sobre a formação nos arredores do trem, de acionamento, particularmente a extremidade de fundo do poço. Por exemplo, cada sensor pode ser compreendido de um raio gama natural, porosidade, densidade, pressão, temperatura, vibração, acústica, sísmico, campo magnético, gravidade, aceleração (angular ou linear), giroscópico, ressonância magnética, torque, peso ou sensor de calibre de diâmetro para medir as características de formação, movimento do planeta terra para determinar o vetor Norte em relação à altitude atual do furo do poço, (angular e/ou linear), peso sobre a broca, esforço extra, rpm da coluna de perfuração, alavanca de cunha da broca ou coluna de perfuração, taxa de fluxo, viscosidade de fluido, detecção da reação (*kick* de gás), diâmetro do furo ou demais parâmetros do fundo do poço, ou para captar sinais gerados externamente para detectar poços próximos, tais como campos magnéticos, eletromagnéticos ou elétrico, sinais acústicos ou ruídos, tais como escoamento de gás, ou ruídos de fluido ou perfuração em poços vizinhos. Ademais, cada sensor pode ser compreendido de um magnetômetro, acelerômetro ou outro sensor para medir a direção, inclinação, azimute ou trajetória do furo do poço, peso sobre a broca, torque sobre a broca ou demais parâmetros de perfuração. Ainda, cada sensor po-

de medir ou fornecer informações relativas aos parâmetros da broca de perfuração ou condições da broca de perfuração como a temperatura da broca de perfuração, peso sobre a broca, torque sobre a broca ou pressão diferencial através da broca, condição do mancal da broca, se o estilo do cone do rolamento, ruído da fresa da broca para detectar dentes ou fresas de diamante policristalinas ("PDC") quebradas ou desgastadas.

[045] Além de ter sensores, o circuito pode ser usado para comunicar comandos de atuação a vários dispositivos situados, de preferência, dentro do furo do poço nos arredores do trem de acionamento, particularmente na extremidade de fundo do poço. Tais dispositivos incluem estabilizadores desarmáveis, estabilizadores de calibre variado, coxins ou roletes de tração para carga lateral da broca, percussores de impacto sob extensões ou retrações do escareador, dispositivos de medição de pressão de formação, dispositivos para alterar o diâmetro da estrutura de corte da broca, portas de desvio de fluido variável para controlar a queda da pressão na broca ou amortecedores de deflexão para se moverem dentro do furo lateral do poço, para nomear alguns destes dispositivos ou usos.

[046] Conforme enunciado acima, se for desejada a comunicação das informações sobre energia, para ou a partir de, maior que um sensor, uma pluralidade de circuitos de condução axial paralelos podem ser formados pela coluna de perfuração. Especificamente, os circuitos de condução axiais paralelos podem ficar espaçados em torno da circunferência dos componentes específicos da coluna de perfuração ou podem ser colocados em camadas um sobre o outro através dos componentes específicos da coluna de perfuração.

[047] Conforme indicado, o circuito de condução axial estende-se entre a primeira posição axial e a segunda posição axial na coluna de perfuração. As primeiras e segundas posições axiais podem ser colocadas em qualquer posição ao longo do comprimento da coluna de perfuração entre as extremidades do fundo do poço e poço acima da coluna de perfuração. Sendo assim, o circuito de condução axial pode conduzir o sinal elétrico através ou ao longo de qualquer parte selecionada ou desejada da coluna de perfu-

ração. Ademais, o comprimento do circuito de condução axial pode ser qualquer comprimento selecionado, de tal forma que o circuito de condução axial possa se estender ao longo de todo o comprimento da coluna de perfuração ou qualquer parte selecionada da coluna de perfuração entre as extremidades do fundo do poço e poço acima. Em caso de o circuito de condução axial não se estender por todo o comprimento da coluna de perfuração, ou se for desejável de alguma outra forma, o sistema e método de telemetria da presente invenção, podem ser usados em conjunto ou em combinação com um ou mais sistemas de telemetria conhecidos ou convencionais adicionais ou sistemas de comunicação de superfície. Alternativamente, como descrito acima, a coluna de perfuração pode formar uma pluralidade de circuitos de condução axial conectada eletricamente em série um com o outro, ou com um sistema de comunicação alterado, ao longo do comprimento desejado da coluna de perfuração.

[048] O sistema também compreende preferivelmente um receptor que recebe as informações provenientes do circuito de condução axial. Na modalidade preferida, o transmissor é colocado em adjacência a uma entre a primeira posição axial e a segunda posição axial e o receptor é colocado em adjacência à outra entre a primeira posição axial e a segunda posição axial.

[049] Ademais, o receptor é adaptado preferivelmente para ficar conectado eletricamente com um sistema de comunicação de superfície a fim de que as informações provenientes do sensor possam ser comunicadas pelo sistema de comunicação de superfície. Assim sendo, o sensor fornece informações ao transmissor, que transmite as informações ao circuito de condução axial. A informação é recebida então, pelo receptor a partir do circuito de condução axial e comunicada ao sistema de comunicação de superfície. Como resultado, na modalidade preferida, a informação proveniente do sensor colocado dentro do conjunto de broca de perfuração pode ser transmitida ou comunicada à superfície.

[050] Qualquer transmissor capaz de transmitir informações ao circuito de condução axial pode ser usado. Entretanto, o transmissor é compreendido preferivelmente de um condutor transmissor que conduz um sinal elétri-

co de transmissor concretizando as informações, de forma tal que a condução do sinal elétrico axial no circuito de condução axial será induzida a partir da condução do sinal elétrico do transmissor no condutor transmissor. Da mesma forma, o transmissor compreende ainda, preferivelmente, um processador de transmissor para receber as informações e para gerar o sinal elétrico do transmissor.

[051] Similarmente, qualquer receptor capaz de receber as informações do circuito de condução axial pode ser usado. Entretanto, o receptor é compreendido preferivelmente de um condutor receptor que conduz um sinal elétrico de receptor concretizando as informações, tal que a condução do sinal elétrico do receptor no condutor receptor será induzida da condução do sinal elétrico axial no circuito de condução axial. Da mesma forma, o receptor compreende preferivelmente um processador receptor que recebe o sinal elétrico do receptor e que obtém as informações provenientes do sinal elétrico receptor.

[052] Ademais, o transmissor é de preferência um transceptor que pode tanto transmitir como receber as informações. Similarmente, o receptor é de preferência um transceptor que pode tanto transmitir como receber informações. Sendo assim, muito embora as informações possam ser comunicadas em uma direção apenas ao longo da coluna de perfuração, na modalidade preferida, as informações podem ser comunicadas bidirecionalmente ao longo da coluna de perfuração.

[053] O condutor transmissor pode ser compreendido de qualquer condutor capaz de conduzir o sinal elétrico do transmissor, de forma tal que a condução do sinal elétrico axial no circuito de condução axial será induzido a partir da condução do sinal elétrico do transmissor no condutor transmissor. De preferência, o condutor transmissor é compreendido de uma bobina transmissora compreendendo uma pluralidade de enrolamentos. Ademais, o condutor transmissor inclui de preferência, um núcleo transmissor toroidal magneticamente permeável e os enrolamentos da bobina transmissora envolvem o núcleo transmissor. O núcleo transmissor pode incluir qualquer número de enrolamentos compatíveis com o funcionamento do condutor

transmissor, conforme descrito acima.

[054] O condutor receptor pode ser compreendido de qualquer condutor capaz de conduzir o sinal elétrico do receptor concretizando informações, tal que a condução do sinal elétrico receptor no condutor receptor será induzida a partir da condução do sinal elétrico axial no circuito de condução axial. De preferência, o condutor receptor é compreendido de uma bobina receptora que compreende uma pluralidade de enrolamentos. Ademais, o condutor receptor inclui de preferência um núcleo receptor toroidal magneticamente permeável e os enrolamentos do núcleo receptor envolvem o núcleo receptor. O núcleo receptor pode incluir qualquer número de enrolamentos compatíveis com o funcionamento do condutor receptor, como descrito acima.

[055] Como indicado acima, pelo menos uma parte da coluna de perfuração entre a primeira posição axial e a segunda posição axial pode ser compreendida do condutor axial externo, o condutor axial interno e o isolador elétrico, conforme descrito acima. Esta parte da coluna de perfuração, que pode ser referida aqui como a parte "coaxial" da coluna de perfuração, proporciona eixos geométricos substancialmente coincidentes da superfície circunferencial interna do condutor axial externo e a superfície circunferencial externa do condutor axial interno.

[056] Conforme exposto, a parte coaxial da coluna de perfuração pode se estender entre as primeira e segunda posições axiais. Alternativamente, a parte coaxial da coluna de perfuração pode formar ou compreender uma ou mais partes ou seções da coluna de perfuração entre as primeira e segunda posições axiais. Neste exemplo, o restante ou a parte sobejante da coluna de perfuração entre as primeira e segunda posições axiais pode ser compreendido de um ou mais sistemas de telemetria conhecidos ou convencionais, sistemas de comunicação de superfície, ou outros componentes condutores capazes de conduzi-rem o sinal elétrico axial ao longo de coluna de perfuração. Por exemplo, o restante ou a parte sobejante da coluna de perfuração entre as primeira e segunda posições axiais pode ser compreendida de uma conexão por cabo.

[057] Com relação à parte coaxial da coluna de perfuração, a coluna de perfuração pode ser compreendida de um comprimento do tubo de perfuração e a parte coaxial da coluna de perfuração pode ser compreendida do tubo de perfuração. Adicionalmente, a coluna de perfuração pode ser compreendida de um conjunto de perfuração a motor do fundo do poço e a parte coaxial da coluna de perfuração pode ser compreendida do conjunto de perfuração a motor do fundo do poço. Mais particularmente, o conjunto de perfuração a motor do fundo do poço pode ser compreendida do trem de acionamento sustentado de forma rotativa dentro de um alojamento, em que a parte coaxial da coluna de perfuração pode ser compreendida da extremidade do fundo do poço do trem de acionamento. Da mesma forma, a parte coaxial pode ser formada por uma parte da coluna de perfuração acima da extremidade do fundo do poço do trem de acionamento.

[058] O condutor axial interno e o condutor axial externo podem ser compreendidos de quaisquer componentes ou elementos da coluna de perfuração. Entretanto, o condutor axial externo é compreendido preferivelmente de um membro tubular externo. Qualquer membro tubular condutor pode ser usado, contanto que o condutor axial interno possa ser conectado fixamente dentro do membro tubular externo, de tal forma que o espaço anular seja definido e de tal forma que os primeiro e segundo eixos geométricos longitudinais sejam substancialmente coincidentes.

[059] Ademais, muito embora o condutor axial interno possa ser um membro sólido, o condutor axial interno define, de preferência, uma trajetória fluida adequada para conduzir um fluido através dela. Ademais, em alguns casos, pode ser preferível que o condutor axial interno forneça acesso atravessante através da coluna de perfuração. Desta forma, na modalidade preferida, o condutor axial interno é compreendido de um membro tubular interno conectado fixamente dentro do condutor axial externo. Qualquer membro tubular interno condutor pode ser usado contanto que o membro tubular interno pode ser conectado fixamente dentro do membro tubular externo, de tal forma que o espaço anular seja definido e de tal forma que os primeiro e segundo eixos geométricos longitudinais coincidam substancialmente. Por

exemplo, o membro tubular interno pode ser compreendido de uma luva interna ou mandril conectado fixamente dentro do membro tubular externo ou pode ser compreendido de um revestimento de um material eletricamente condutor fixamente conectado ou afixado dentro do membro tubular externo.

[060] A superfície circunferencial do condutor axial externo e a superfície circunferencial externa do condutor axial interno definem entre si um espaço anular. O isolador elétrico fica disposto dentro do espaço anular. De preferência, o espaço anular é definido sobre a circunferência ou perímetro total e completo da superfície circunferencial interna. Entretanto, o espaço anular pode ser definido alguma coisa menos que a circunferência completa e total, desde que o isolador elétrico possa ficar disposto na mesma de uma maneira que permita que o isolador elétrico realize sua função e iniba o curto-circuito do circuito condutor axial. Em outras palavras, o tamanho, dimensões ou configuração do espaço anular são selecionados para permitir o tipo e a quantidade necessários ou desejáveis do isolador elétrico para ficar disposto no mesmo, de tal forma que a superfície circunferencial interna possa ser suficiente e eletricamente isolada a partir da superfície circunferencial externa para inibir ou impedir o curto circuito do circuito condutor axial.

[061] O isolador elétrico pode ser compreendido de qualquer material capaz de isolar eletricamente até um grau requerido ou desejado, a superfície circunferencial interna da superfície circunferencial externa. De preferência, o isolador elétrico é compreendido de uma camada de material isolador elétrico disposto no espaço anular. Por exemplo, a camada de material isolador elétrico pode ser compreendida de uma resina epóxi endurecida, um material cerâmico isolante ou um revestimento de borracha.

[062] Ademais, a camada de material eletricamente isolante pode ser de qualquer forma e adotar qualquer configuração adequada para descarte do espaço anular. Por exemplo, a camada pode ser compreendida de uma luva ou membro tubular formado a partir do material eletricamente isolante, que fica posicionado dentro do espaço anular, seja de forma permanente ou removível, entre as superfícies circunferenciais interna e externa. Alternativamente, a camada pode ser compreendida de um revestimento do material

eletricamente isolante. Na modalidade preferida, o isolador elétrico é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado a pelo menos uma da superfície circunferencial externa do condutor axial interno e a superfície circunferencial interna do condutor axial externo.

[063] Por exemplo, o condutor axial interno pode ser compreendido de um tubo ou membro tubular expansível tendo um revestimento de borracha aplicado na superfície circunferencial externa. Assim sendo, uma vez na posição dentro do condutor axial externo, o condutor axial interno é ajustado para expandir o condutor axial interno e proporcionar um revestimento isolante de borracha entre a superfície circunferencial externa do condutor axial interno e a superfície circunferencial interna do condutor axial externo.

[064] Os aspectos supra citados do condutor axial externo, condutor axial interno e o isolador elétrico podem ser aplicados a qualquer parte da coluna de perfuração formando o circuito condutor axial. Por exemplo, em uma modalidade do sistema, a extremidade do fundo do poço do trem de acionamento pode ser compreendida de:

- (a) um primeiro condutor axial externo tendo uma superfície circunferencial interna que define um eixo geométrico longitudinal do condutor;
- (b) um primeiro condutor axial interno tendo uma superfície circunferencial externa que define um eixo geométrico longitudinal condutor interno, em que o primeiro condutor axial interno é conectado fixamente dentro do primeiro condutor axial externo, de tal forma que um espaço anular é definido entre a superfície circunferencial externa e a superfície circunferencial interna, em que o eixo geométrico longitudinal do condutor e o eixo geométrico longitudinal do condutor interno são substancialmente coincidentes e em que pelo menos uma parte do circuito condutor axial é compreendido do primeiro condutor axial externo e o primeiro condutor axial interno; e
- (c) um isolador elétrico disposto dentro do espaço anular.

[065] Nesta modalidade, o primeiro condutor axial interno define de preferência uma trajetória de fluido adequada para conduzir um fluido através dele. Ademais, o isolador elétrico é compreendido preferivelmente de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular. Em uma forma preferida desta modalidade, o isolador elétrico é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado a pelo menos uma superfície circunferencial externa do condutor axial interno e a superfície circunferencial interna do condutor axial externo.

[066] Ademais, nesta modalidade, uma parte do circuito axial condutor pode ser formada pela coluna de perfuração acima da extremidade do fundo do poço do trem de acionamento e em que uma parte do circuito condutor axial acima da extremidade do fundo do poço do trem de acionamento é compreendida de um segundo condutor axial externo compreendido do alojamento e um segundo condutor axial interno compreendido do trem de acionamento. O segundo condutor axial externo e o segundo condutor axial interno podem ser coaxiais, como descrito para os primeiros condutores axiais externo e interno. Entretanto, os segundos condutores axiais externo e interno não precisam ser coaxiais, desde que os segundos condutores axiais externo e interno compreendam uma parte do circuito condutor axial. De preferência, o primeiro condutor axial externo é conectado eletricamente com o segundo condutor axial externo e o primeiro condutor axial interno é conectado eletricamente com o segundo condutor axial interno.

[067] Em uma modalidade adicional do sistema, a coluna de perfuração pode ser compreendida de uma extensão do tubo de perfuração tubular, em que o comprimento do tubo de perfuração é compreendido de:

- (a) um terceiro condutor axial externo tendo uma superfície circunferencial que define um terceiro eixo geométrico longitudinal condutor externo;
- (b) um terceiro condutor axial interno tendo uma superfície circunferencial externa que define um terceiro eixo geométrico longitudinal condutor interno, em que o terceiro condutor axial interno é conectado fixamente dentro do terceiro con-

duto axial externo, de tal forma que um espaço anular seja definido entre a superfície circunferencial externa e a superfície circunferencial interna, em que o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo e o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno sejam substancialmente coincidentes, em que o condutor axial externo é compreendido do terceiro condutor axial interno, de tal forma que uma parte do circuito condutor axial é compreendida do terceiro condutor axial externo e do terceiro condutor axial interno; e

(c) um isolador elétrico disposto dentro do espaço anular.

[068] Nesta modalidade adicional, o terceiro condutor axial interno define, de preferência, um caminho de fluido para conduzir através dele um fluido. Ademais, o isolador elétrico é compreendido adicionalmente de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular. Em uma forma preferida desta modalidade, o isolador elétrico é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma da superfície circunferencial externa do condutor axial interno e da superfície circunferencial interna do condutor axial externo.

[069] Além disso, nesta modalidade adicional, a coluna de perfuração é compreendida adicionalmente do trem de acionamento sustentado dentro do alojamento e em que o comprimento do tubo de perfuração é colocado acima do alojamento. Neste exemplo, uma parte do circuito condutor axial pode ser compreendida de um segundo condutor axial externo compreendido do alojamento e um segundo condutor axial interno compreendido do trem de acionamento. O segundo condutor axial externo e o segundo condutor axial interno podem ser coaxiais, conforme descrito para os terceiros condutores axiais externo e interno. No entanto, os segundos condutores axiais externo e interno não precisam ser coaxiais, desde que os segundos condutores axiais externo e interno compreendam uma parte do circuito condutor axial. De preferência, o terceiro condutor axial é conectado eletri-

camente com o segundo condutor axial externo e o terceiro condutor axial interno é eletricamente conectado com o segundo condutor axial interno.

[070] Finalmente, nesta modalidade adicional, a extremidade do fundo do poço do trem de acionamento pode ser compreendida do primeiro condutor axial, o primeiro condutor axial interno e o isolador elétrico, conforme descrito acima nas modalidades anteriores do sistema.

[071] Na modalidade preferida, a coluna de perfuração é compreendida dos primeiros condutores axiais externo e interno, os segundos condutores axiais externo e interno e os terceiros condutores axiais externo e interno. De preferência, o primeiro condutor axial externo é eletricamente conectado com o segundo condutor axial externo e o primeiro condutor axial interno é eletricamente conectado com o segundo condutor axial interno. Ademais, de preferência, o terceiro condutor axial externo é eletricamente conectado com o segundo condutor axial externo e o terceiro condutor axial interno é eletricamente conectado com o segundo condutor axial interno. Finalmente, a extremidade do fundo do poço do trem de acionamento define preferivelmente um caminho de fluido para conduzir através dele um fluido.

[072] Conforme indicado, a presente invenção é compreendida de um sistema e um método de telemetria. Muito embora o método seja realizado de forma preferida, utilizando-se o sistema de telemetria da presente invenção, o método pode ser realizado utilizando-se qualquer sistema de telemetria capaz de realizar o método conforme supra descrito.

[073] Em um terceiro aspecto da invenção, a invenção é compreendida de um método para comunicar informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração de um trem de acionamento sustentado dentro de um alojamento. O método compreende a etapa de conduzir um sinal elétrico que concretiza as informações entre uma primeira posição axial na coluna de perfuração e uma segunda posição axial na coluna de perfuração através de um circuito de condução axial formado pela coluna de perfuração, cujo circuito de condução axial se estende entre a primeira posição axial e a segunda posição axial, em que o trem de acionamento é compreendido de uma extremidade do fundo do poço, em que a extremidade do fundo do poço

do trem de acionamento se estende a partir de e se localiza abaixo do alojamento, em que pelo menos uma entre a primeira posição axial e a segunda posição axial é colocada na extremidade do fundo do poço do trem de acionamento.

[074] O método pode compreender adicionalmente as etapas de: (a) conduzir através de um condutor transmissor, um sinal elétrico transmissor que concretiza as informações; e (b) induzir a partir do condutor do sinal elétrico transmissor a condução através do circuito condutor axial do sinal elétrico axial. Da mesma forma, o método pode compreender adicionalmente a etapa de induzir a partir da condução do sinal elétrico axial a condução através de um condutor receptor de um sinal elétrico receptor concretizando as informações.

[075] Ademais, antes de conduzir o sinal elétrico transmissor através do condutor transmissor, o método pode compreender adicionalmente as seguintes etapas: (a) receber as informações; e (b) gerar o sinal elétrico transmissor. Depois de conduzir o sinal elétrico receptor através do condutor receptor, o método pode compreender adicionalmente a etapa de obter as informações provenientes do sinal elétrico receptor. De preferência, o condutor transmissor e o condutor receptor são colocados entre a primeira posição axial e a segunda posição axial.

[076] Ademais, no presente método, o sinal elétrico transmissor é compreendido de um sinal elétrico variado. O sinal elétrico do transmissor pode ser um sinal elétrico variado unipolar ou um sinal elétrico variado bipolar. Entretanto, o sinal elétrico variado unipolar é preferido. O sinal elétrico transmissor variado pode ter qualquer frequência de portadora, voltagem e corrente capaz de induzir a condução do sinal elétrico axial através do circuito de condução axial. De preferência, o sinal elétrico transmissor é compreendido de um sinal elétrico variado tendo uma frequência portadora entre cerca de 10 kilohertz e cerca de 2 megahertz e, mais preferivelmente, cerca de 400 kilohertz. Ademais, o sinal elétrico transmissor preferivelmente possui uma voltagem entre cerca de 2 volts (pico a pico) e cerca de 10 volts (pico a pico) e, mais preferivelmente, cerca de 5 volts (pico a pico). Na modalidade

preferida, o sinal elétrico variado unipolar possui uma voltagem entre cerca de 2 volts (pico) e cerca de 10 volts (pico).

[077] Entretanto, a frequência utilizada pode ser limitada pela capacitância elétrica criada entre os condutores interno e externo, que é proporcional às áreas da superfície interna do condutor axial externo e a superfície externa do condutor axial interno. A voltagem depende da capacidade de condução do material dielétrico ou isolante.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[078] As modalidades da invenção serão descritas com referência os desenhos em anexo, nos quais:

A Figura 1 é uma vista lateral esquemática de uma modalidade preferida de um sistema de presente invenção, mostrando um circuito de condução axial;

A Figura 2 é uma outra vista lateral esquemática da modalidade preferida do sistema, mostrando esquematicamente um trem de acionamento sustentado dentro de um alojamento;

A Figura 3 é uma vista lateral ilustrada de uma coluna de perfuração incluindo a modalidade preferida do sistema;

A Figura 4 é uma vista em corte longitudinal de uma parte superior da coluna de perfuração, como mostrado na Figura 3, compreendida de um tubo de perfuração;

A Figura 5 é uma vista em corte mais detalhada de uma parte do tubo de perfuração mostrado na Figura 4;

A Figura 6 é uma vista lateral de uma parte inferior da coluna de perfuração, como mostrado na Figura 3, em que as partes do alojamento foram recortadas;

As Figuras 7(a) a 7(f) são vistas em corte longitudinais em seqüência da parte inferior da coluna de perfuração, como mostrado na Figura 6, sendo que as Figuras 7(b) a 7(f) são continuações inferiores respectivamente das Figuras 7(a) e 7(e);

As Figuras 8(a) a 8(c) são vistas em corte longitudinal mais detalhadas em seqüência de uma parte de um trem de acionamento em um alo-

jamento como mostrado nas Figuras 7(e) e 7(f);

A Figura 9 é uma vista em corte transversal de um conjunto de broca de perfuração tomada ao longo das linhas 9-9 da Figura 8(c); e

A Figura 10 é uma vista em corte longitudinal mais detalhada da parte do trem de acionamento mostrado na Figura 8(a).

DESCRIÇÃO DETALHADA

[079] A presente invenção refere-se a um método e sistema para comunicar informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração (20) ao conduzir um sinal elétrico axial concretizando informações entre uma primeira posição axial na coluna de perfuração (20) e uma segunda posição axial na coluna de perfuração (20) através do circuito de condução axial (22) formado pela coluna de perfuração (20), cujo circuito de condução axial (22) se estende entre a primeira posição axial e a segunda posição axial.

[080] O sistema pode ser usado para comunicar informações ao longo de qualquer comprimento da coluna de perfuração (20) que é capaz de formar o circuito de condução axial (22) e pode ser usado para comunicar informações a longo da coluna de perfuração (20) seja da primeira posição axial até a segunda posição axial ou da segunda posição axial até a primeira posição axial. De preferência, o sistema pode comunicar informações em ambas as direções ao longo da coluna de perfuração (20), de tal forma que a informação possa ser comunicada tanto em direção à superfície ou para fora da superfície do furo de um poço não-revestido, no qual a coluna de perfuração (20) é contida.

[081] Informações comunicadas em direção à superfície usando o sistema podem se relacionar tipicamente com operações de perfuração ou meio ambiente, no qual ocorre a perfuração, tal como, por exemplo, peso sobre a broca, emissões de raio gama, inclinação do poço não-revestido, pressão do poço revestido, resistividade da torta de lama e assim por diante. Informações comunicadas para fora da superfície usando a invenção podem se relacionar tipicamente com as instruções enviadas da superfície, tais como por exemplo, um sinal proveniente da superfície induzindo o sistema a enviar informações de volta à superfície ou informações provenientes da su-

perfície para alterar as operações de perfuração, se o conjunto de perfuração a motor de fundo do poço estiver sendo usada. Além disso, o sistema pode transmitir energia proveniente da superfície usando a invenção para uma ferramenta de interior de poço ou outro equipamento de fundo do poço.

[082] De preferência, a invenção é utilizada em combinação com um conjunto de perfuração a motor de fundo do poço (24) e é usada, ainda, preferivelmente, como um componente de, ou em conjunção com, um sistema de comunicação de superfície (26), tal como um sistema MWD conhecido ou convencional, que fornece comunicação para e a partir da superfície durante a operações de perfuração. Neste relatório descritivo, os termos "conjunto de perfuração do motor de fundo do poço" e "conjunto de perfuração", são usados intercambiavelmente e ambos os termos incluem aqueles componentes da coluna de perfuração (20), que estão associados com o motor de fundo do poço. Como alternativa ao uso do sistema de telemetria da presente invenção, com um sistema de comunicação de superfície, ou em adição ao uso da mesma com um sistema de comunicação de superfície, maior que um sistema de telemetria conforme descrito aqui, pode ser proporcionado ou formado pela coluna de perfuração ao longo de seu comprimento.

[083] O sistema de invenção pretende ser incorporado dentro de uma coluna de perfuração (20). Quando posicionada no furo do poço, a coluna de perfuração (20) se estende poço acima na superfície do solo até uma extremidade de fundo do poço, compreendida tipicamente do conjunto de perfuração do motor de fundo do poço (24). O sistema pode ser incorporado dentro da coluna de perfuração (20) em qualquer posição ou local, ou em mais de uma posição ou local, ao longo da coluna de perfuração (20) entre as extremidades poço acima e para o fundo do poço. Na modalidade preferida, o sistema é incorporado pelo menos dentro da coluna de perfuração (20) na extremidade de fundo do poço e, mais particular, é preferivelmente incorporada pelo menos no conjunto de perfuração do motor de fundo do poço (24), conforme descrito em detalhes abaixo.

[084] Com referência à Figura 3, uma parte inferior ou de fundo do poço da coluna de perfuração (20) é mostrada. A coluna de perfuração (20)

é compreendida de inúmeros componentes que são conectados de forma removível ou permanente ou presos um no outro de qualquer maneira adequada, tal como por solda ou conexões rosqueadas. Começando na extremidade mais poço acima e movendo-se em direção à extremidade do fundo do poço da coluna de perfuração (20), um comprimento do tubo de perfuração tubular (28) é conectado de forma rosqueada com uma extremidade superior de um sistema de comunicação de superfície (26). O tubo de perfuração (28) pode ser de qualquer comprimento desejável e pode se estender a partir do sistema de comunicação de superfície (26) até a superfície ou para qualquer parte do comprimento da coluna de perfuração (20) entre si. Ademais, um ou mais comprimentos adicionais do tubo de perfuração tubular (28) podem ser posicionados ou intercalados ao longo do comprimento da coluna de perfuração (20), conforme desejado ou requerido para qualquer operação de perfuração particular, para efetuar sua função pretendida, como tratado acima, sendo a comunicação adicional de informações ao longo da coluna de perfuração (20). O comprimento do tubo de perfuração (28) mostrado na Figura 3 é posicionado poço acima do sistema de comunicação de superfície (26) por propósitos ilustrativos. Assim sendo, por exemplo, o comprimento do tubo de perfuração (28) pode ser colocado abaixo ou no fundo do poço do sistema de comunicação de superfície (26).

[085] A coluna de perfuração (20) inclui de preferência qualquer sistema de comunicação de superfície conhecido ou convencional (26) para comunicar adicionalmente informações axialmente ao longo da coluna de perfuração (20). Nesse caso, o sistema como descrito é adaptado para ficar conectado eletricamente com o sistema de comunicação de superfície (26), poço acima, fundo do poço ou ambos, a fim de que as informações possam ser conduzidas ao longo da coluna de perfuração (20) pela distância desejada. Uma extremidade inferior ou poço abaixo do sistema de comunicação de superfície (26) é conectada rosqueadamente com o conjunto de perfuração a motor do fundo do poço (24) como descrito abaixo.

[086] Reportando-se às Figuras 3 e 6-8, o conjunto de perfuração a motor do fundo do poço (24), de acordo com uma modalidade preferida da

presente invenção é mostrado. O conjunto de perfuração (24) possui uma extremidade superior (30) e uma extremidade inferior (32) e na modalidade preferida é compreendida de inúmeros componentes conectados um no outro. Começando na extremidade superior (30) e movendo-se em direção à extremidade inferior (32), o conjunto de perfuração (24) inclui um sub de receptor (34), um sub transversal (36), uma unidade de energia (38), uma unidade de transmissão (40), um sub de suporte (42), um sub de suporte inferior (44) e um conjunto de broca de perfuração (46), todos conectados preferivelmente de forma removível ponta a ponta com conexões rosqueadas.

[087] O conjunto de perfuração (24) pode ser constituído de um único componente ou uma pluralidade de componentes, exceto conforme descrito na modalidade preferida da invenção. Ademais, os componentes do conjunto de perfuração (24) podem ficar conectados, exceto pelo uso de conexões rosqueadas. Por exemplo, parte ou a totalidade dos componentes pode ser conectada por meio de soldagem ou com conexões ranhuradas.

[088] Durante as operações de perfuração, o conjunto de broca de perfuração (24) é colocado na extremidade inferior (32) do conjunto de perfuração (24) e a extremidade superior (30) do conjunto de perfuração (24) é conectada na parte restante da coluna de perfuração, particularmente o sistema de comunicação de superfície (26), de preferência por meio de uma conexão rosqueada que faz parte do sub de receptor (34).

[089] Conforme indicado, a coluna de perfuração (20) forma um circuito de condução axial (22) para conduzir um sinal elétrico axial que incorpora as informações entre uma primeira posição axial (48) na coluna de perfuração (20) e uma segunda posição axial (50) na coluna de perfuração (20). Sendo assim, o circuito de condução (22) se estende entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) na coluna de perfuração (20). As posições axiais (48, 50) são intercambiáveis. Em outras palavras, a primeira posição axial (48) pode situar-se próximo à extremidade mais baixa ou no fundo do poço da coluna de perfuração (20), que a segunda posição axial (50), ou vice-versa. Na modalidade preferida, a primeira posição axial (48) fica mais próxima à extremidade mais baixa da coluna de perfuração (20)

que a segunda posição axial (50). Entretanto, as posições ou locais exatos das primeira e segunda posições axiais (48, 50), irão variar dependendo da modalidade específica dos sistema e do local particular do sistema ao longo do comprimento da coluna de perfuração (20).

[090] O circuito condutor axial (22) pode ser formado por qualquer componente ou componentes da coluna de perfuração (20). Ademais, mais de um circuito condutor axial (22) pode ser formado pelos componentes da coluna de perfuração (20), em que os circuitos condutores axiais (22) são conectados eletricamente, de preferência, para permitir que as informações sejam comunicadas ao longo da coluna de perfuração (20) entre os circuitos condutores axiais (22). Por exemplo, na modalidade preferida, um circuito condutor axial (22) é associado com e formado pelos componentes da coluna de perfuração (20) que compreende o conjunto de perfuração (24). Ademais, a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) são colocadas no conjunto e perfuração (24), de tal forma que o circuito condutor axial (22) se estende dentro do conjunto de perfuração (24).

[091] Entretanto, alternativamente, uma entre as primeira e segunda posições axiais (48, 50) podem ser colocadas em qualquer posição poço acima do conjunto de perfuração (24) incluindo na superfície aquele circuito condutor axial (22) que se estende entre o conjunto de perfuração (24) e a superfície. Conforme indicado, cada uma das primeira e segunda posições axiais (48, 50), podem ficar em qualquer local desejado ao longo do comprimento da coluna de perfuração (20).

[092] Ademais, na modalidade preferida, o circuito condutor axial (22) do conjunto de perfuração (24) se comunica com e é eletricamente conectado com o sistema de comunicação de superfície (26), de modo que as informações podem ser comunicadas adicionalmente poço acima. Muito embora qualquer sistema de comunicação de superfície (26) possa ser utilizado, o sistema de comunicação de superfície (26) também pode incluir um outro circuito condutor axial que se comunica com o circuito condutor axial (22) do conjunto de perfuração (24).

[093] Finalmente, conforme tratado, uma parte de um circuito condu-

tor axial (22) pode ser formado pelos componentes da coluna de perfuração (20) acima ou poço acima com relação ao sistema de comunicação de superfície (26), particularmente por um ou mais comprimentos do tubo de perfuração (28), que podem se estender a qualquer distância ao longo da coluna de perfuração (20) entre o sistema de comunicação de superfície (26) e a superfície. Neste caso, cada uma entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) podem se localizar no tubo de perfuração (28), poço acima com relação ao tubo de perfuração (28) ou no fundo do poço do tubo de perfuração (28), de tal forma que pelo menos uma parte deste circuito condutor axial adicional (22) se estende através do tubo de perfuração (28).

[094] Na modalidade preferida, pelo menos uma parte da coluna de perfuração (20) entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) é compreendida de um condutor axial interno (52) e um condutor axial externo (54). Em outras palavras, pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do condutor axial externo (54) e do condutor axial interno (52), que é conectado preferivelmente de forma condutora entre si na primeira posição axial (48) por meio de uma primeira conexão condutora (56) e são conectados de forma condutora entre si na segunda posição axial (50) por meio de uma segunda conexão condutora (58). Conforme indicado, a parte da coluna de perfuração (20) que inclui os condutores axiais interno e externo (52, 54) podem ser compreendidos de quaisquer componentes da coluna de perfuração (20) que inclui o conjunto de perfuração (24) do tubo de perfuração (28).

[095] De preferência, o circuito condutor axial (22) fornece um circuito condutor contínuo que possui uma resistência menor que a resistência aparente da formação geológica circunjacente durante as operações de perfuração, de forma que um sinal elétrico axial possa ser conduzido em torno do circuito condutor axial (22) sem perdas significativas de energia e sem uma quantidade significativa do sinal elétrico axial que está sendo desviado para a formação. Em particular, o circuito condutor axial não inclui uma "folga" nem nos condutores axiais (52, 54), tampouco nas conexões condutoras

(56, 58), que auxiliariam na diversificação do sinal elétrico em uma formação. Sendo assim, com efeito, o circuito condutor axial (22) não inclui a formação como um componente "em série", do caminho atual para o sinal elétrico axial. A formação, entretanto, pode proporcionar um caminho atual para o condutor axial externo (54). Nesse caso, descobriu-se que não há efeito significativo da formação sobre o sinal elétrico axial, independentemente da formação ser altamente condutora ou altamente resistiva. Portanto, a condução do sinal elétrico axial em volta do circuito condutor axial (22) é a formação substancialmente independente.

[096] Ademais, de preferência, o circuito condutor axial (22) fornece um circuito condutor contínuo tendo uma resistência inferior à resistência da lama de perfuração ou demais fluidos de perfuração que passam através da coluna de perfuração (20), durante as operações de perfuração, de tal forma que o sinal elétrico axial pode ser conduzido em torno do circuito condutor axial (22) sem uma quantidade significativa do sinal elétrico axial sendo desviado e perdido para os fluidos de perfuração. Em particular, de preferência o circuito condutor axial (22) é isolado em qualquer ponto ou local de exposição para os fluidos de perfuração. Da mesma forma, o sinal elétrico axial é conduzido de preferência em torno do circuito condutor axial (22) sem uma quantidade significativa de curto circuito entre as posições axiais (48, 50). Sendo assim, o circuito condutor axial (22) também é isolado preferivelmente entre os condutores axiais interno e externo (52, 54).

[097] Ademais, na modalidade preferida, pelo menos uma parte da coluna de perfuração (20) é compreendida preferivelmente de uma parte coaxial em que o condutor axial interno (52) e o condutor axial externo (54) têm eixos geométricos substancialmente coincidentes ou concomitantes. Mais particularmente, o condutor axial externo (54) possui uma superfície circunferencial interna (60) que define um eixo geométrico longitudinal condutor externo (62). Ademais, o condutor axial interno (52) possui uma superfície circunferencial externa (64) que define um eixo geométrico longitudinal condutor interno (66). O eixo geométrico longitudinal condutor externo (62) e o eixo geométrico longitudinal condutor interno (66) são, de preferência,

substancialmente coincidentes.

[098] Com relação a pelo menos uma parte da coluna de perfuração (20), o condutor axial interno (52) é conectado de forma fixa dentro do condutor axial externo (54), de tal forma que um espaço anular (68) é definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60). O condutor axial interno (52) pode ser conectado de forma fixa dentro do condutor axial externo (54), de qualquer maneira ou por meio de uma estrutura ou mecanismo que iniba o movimento do condutor axial interno (52) em relação ao condutor axial externo (54), ao mesmo tempo em que proporciona o espaço anular (68). De preferência, o movimento rotativo relativo dos condutores axiais externo e interno (52, 54) é inibido. Entretanto, na modalidade preferida, tanto o movimento longitudinal como o rotacional relativos são ambos inibidos.

[099] Por exemplo, o condutor axial externo (54) é compreendido preferivelmente de um membro tubular externo condutor (70). Ademais, o condutor axial interno (52), é compreendido preferivelmente de um membro tubular interno condutor (72) que é adaptado para inserção no membro tubular externo (70) e que é afixado ou montado dentro do membro tubular externo (70). O membro tubular interno (72) pode ser compreendido de um mandril ou luva inserida no membro tubular externo (70) ou pode ser compreendido de um revestimento de um material eletricamente condutor aplicado dentro do membro tubular externo (70). Ademais, o membro tubular interno (72) fornece, preferivelmente, um caminho de fluido (74) que se estende através dele para permitir que o fluido seja conduzido de uma extremidade até a outra do membro tubular interno (72). Ademais, o caminho de fluido (74) permite a passagem de quaisquer ferramentas ou demais equipamentos através do membro tubular interno (72), se requerido.

[0100] Ademais, um isolador elétrico (76) é colocado dentro do espaço anular (68). Uma quantidade suficiente e tipo de isolador elétrico (76) é colocado no espaço anular (68) para inibir e de preferência impedir substancialmente qualquer curto circuito do circuito condutor axial (22) entre os condutores axiais externo e interno (52, 54).

[0101] Na modalidade preferida, o condutor axial externo (54) possui uma superfície circunferencial interna (60), o condutor axial interno (52) possui uma superfície circunferencial externa (64) e o espaço anular (68) é proporcionado entre eles. Na modalidade preferida, cada condutor axial externo (54), o condutor axial interno (52) e o espaço anular (68) são circunferenciais, por eles se estenderem substancialmente em torno de toda a circunferência ou perímetro do respectivo componente ou membro. Sendo assim, se forem proporcionados circuitos condutores axiais, os condutores axiais interno e externo (54, 52) de um circuito condutor axial (22) podem ser escalonados sobre ou dispostos em torno dos condutores axiais externo e interno (54, 52) de um outro circuito condutor axial (22).

[0102] Entretanto, cada um entre o condutor axial externo (54), e o condutor axial interno (52) e o espaço anular (68) não precisam ser completamente circunferenciais, contanto que cada um compreenda uma parte da circunferência ou perímetro do respectivo componente ou membro. Por exemplo, os condutores axiais interno e externo (52, 54), podem ser compreendidos cada um de uma parte da circunferência dos componentes da coluna de perfuração (20) ou conjunto de perfuração (24) definindo os condutores axiais (52, 54), contanto que o espaço anular (68) possa ser definido entre os mesmos. Isso se aplica particularmente se uma pluralidade de circuitos condutores axiais paralelos forem formados pela coluna de perfuração (20). Por exemplo, o condutor axial interno (52) e o condutor axial externo (54) de cada circuito condutor axial (22) pode se estender paralelamente entre si e podem ser dispostos em relação de separação em torno de toda a circunferência ou perímetro dos componentes da coluna de perfuração (20).

[0103] O isolador elétrico (76) é compreendido preferivelmente e uma camada de um material eletricamente isolante ou uma pluralidade de um ou mais materiais eletricamente isolantes dispostos dentro do espaço anular (68). O isolador elétrico (76) pode ficar disposto ou posicionado no espaço anular (68) de qualquer maneira. Entretanto, a fim de reduzir o desgaste excessivo no isolante elétrico (76) durante o uso, o isolador elétrico (76) é fixado preferivelmente com ou aplicado em pelo menos uma da superfície cir-

cunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície cunferencial interna (60) do condutor axial externo (54), de tal forma que o movimento do isolador elétrico (76) em relação à respectiva superfície cunferencial é inibida.

[0104] Na modalidade preferida, o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante de pelo menos um material eletricamente isolante, de preferência uma resina de epóxi endurecida. O revestimento é aplicado em pelo menos uma das superfícies cunferenciais externas (64) do condutor axial interno(52) e a superfície cunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

[0105] Conforme apresentado, qualquer parte da coluna de perfuração (20) pode ser compreendida do condutor axial interno (52), do condutor axial externo (54) e do isolador elétrico (76) conforme descrito no presente documento. Entretanto, na modalidade preferida, pelo menos uma parte do conjunto de perfuração (24) inclui um condutor axial interno (52), um condutor axial externo (54) e um isolador elétrico (76) conforme descrito. Ademais, uma parte do tubo de perfuração (28) pode também incluir um condutor axial interno (52), um condutor axial externo (54) e um isolador elétrico (76) conforme descrito.

[0106] Ademais, na modalidade preferida, a coluna de perfuração (20) é compreendida de um trem de acionamento (78) sustentado dentro de um alojamento (80). A atuação do trem de acionamento (78) resulta na perfuração de um poço não-revestido pela coluna de perfuração (20) através da formação circundante. Desta maneira, o trem de acionamento (78) é definido para incluir qualquer componente ou elemento da coluna de perfuração (20) que pode ser movido, tipicamente pela rotação ou movimento alternativo, para perfurar o poço não-revestido. Na modalidade preferida, a coluna de perfuração (20) é compreendida do conjunto de perfuração do motor dentro do poço não-revestido (24) e o conjunto de perfuração do motor dentro do furo do poço (24) é compreendida do trem de acionamento (78) sustentada dentro do alojamento (80). Entretanto, partes do trem de acionamento (78) não precisam especificamente compreender ou formar um componente de

um conjunto de perfuração de motor dentro do poço não-revestido (24) porém de preferência, pode compreender ou formar um componente de outro equipamento dentro do poço não-revestido tal como um dispositivo de controle de direção de perfuração dentro do furo do poço ou ferramenta de condução.

[0107] Da mesma forma, o trem de acionamento (78) pode ser sustentado dentro do alojamento (80) que de qualquer maneira permite o acionamento do trem de acionamento (78) dentro do alojamento (80). Por exemplo, o alojamento (80) pode permitir o movimento alternativo do trem de acionamento (78), ou partes do mesmo, dentro do alojamento (80) em sistema de perfuração de movimento alternativo. Entretanto, na modalidade preferida, o alojamento (80) permite a rotação do trem de acionamento (78), ou partes do mesmo, do presente documento em um sistema de perfuração rotativo.

[0108] Mais particularmente, o trem de acionamento (78) é compreendido de uma extremidade do poço não-revestido (82) que estende-se e é localizada abaixo ou dentro do furo do poço do alojamento (80). Na modalidade preferida, pelo menos uma parte do circuito de condução axial (22) é compreendido ou formado pela extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) que estende-se a partir do alojamento (80). Consequentemente, pelo menos uma das primeira e segunda partes axiais (48, 50) está localizada dentro da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78). Desta maneira, o sinal axial elétrico que concretiza a informação pode ser conduzido através da extremidade do fundo do poço (82) de modo tal que pode comunicar-se com ou a partir da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (80) ou alternativamente, a energia elétrica pode ser conduzida até a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78).

[0109] Mais particularmente, com referência às Figuras 1, 2 e 6 até 8, na modalidade preferida, o trem de acionamento (78) e o alojamento (80) do conjunto de perfuração (24) são constituídos de partes do sub de receptor (34), do sub transversal (36), da unidade de energia (38), da unidade de transmissão (40), do sub de suporte (42), do sub de suporte inferior (44) e do

conjunto de broca de perfuração (46).

[0110] Ao começar na extremidade inferior (32) do conjunto de perfuração (24), a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida do conjunto de broca de perfuração (46) e um eixo de acionamento (84). De forma específica, o eixo de acionamento (84) inclui uma extremidade distal (86) que é adaptada para ser conectada ao conjunto de broca de perfuração (46). Na modalidade preferida, a extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84) é compreendida de uma caixa de broca (87) adaptada para conexão ao conjunto de broca de perfuração (46). Alternativamente, o conjunto de broca de perfuração (46) pode ser compreendido da caixa de broca (87) que é então adaptada para conectar-se à extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84). Ademais, na modalidade preferida, o conjunto de broca de perfuração (46) é compreendido de uma broca de perfuração (85) que é conectada de forma rosqueada à extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84), formando a caixa de broca (87).

[0111] Com referência às Figuras, particularmente as Figuras 7(f) e 8(c), a broca de perfuração (85) é mostrada somente de forma esquemática. Qualquer tipo ou configuração da broca de perfuração (85) adequada para realizar a operação de perfuração desejada pode ser usada dentro do sistema e método. Por exemplo, a broca de perfuração (85) pode ser compreendida de uma broca cortadora de diamante policristalina ("PDC"), uma broca de cones de rolete, uma broca de calibre longo, uma broca que possui lâminas espirais ou retas ou qualquer outra configuração de broca compatível com a operação de perfuração a ser realizada. Adicionalmente, a broca de perfuração (85) pode ser compreendida de um membro ou elemento integral simples ou a mesma pode ser compreendida de uma pluralidade de membros ou elementos conectados, montados ou fixados juntamente de qualquer maneira para proporcionar a broca de perfuração desejada (85).

[0112] Por exemplo, com referência às Figuras 7(f) e 8(c), a broca de perfuração é mostrada de forma esquemática como referência numérica (85). A superfície externa da broca de perfuração (85) pode ser formada ou configurada para incluir as lâminas de corte e cortadores necessários. Por

exemplo, entalhes retos ou espirais podem ser usinados formando a superfície externa e uma coroa ou cortadores podem ser montados sobre a superfície final. Alternativamente, a broca de perfuração (85) pode ser compreendida de uma luva interna ou sub que possui uma luva externa montada sobre a mesma que define os entalhes retos ou espirais do presente documento. Novamente, uma coroa ou cortadores, tal como um cone de rolete, poderia também ser montado na extremidade da luva externa.

[0113] Quando desejado, o conjunto de perfuração (46) pode ser adicionalmente compreendida de um ou mais subs, ferramentas ou equipamentos adicionais (não-mostrados) conectados entre a extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84) e a broca de perfuração (85). O sub pode incluir quaisquer ferramentas ou equipamentos adicionais de fundo do poço, tais como estabilizador, estabilizador flexível, estabilizador ajustável, alargador, sub-alargador, sensor, sistema de telemetria, aparelho de teste de pressão de formação, gerador de campo elétrico ou magnético variado ou fixo, transmissor acústico na formação para variação por distância e direção ou captação sísmica, que são requeridos para a operação de perfuração específica.

[0114] Uma extremidade proximal (88) do eixo de acionamento (84) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (90) de uma cobertura de eixo de acionamento (92). Uma extremidade proximal (94) da cobertura de eixo de acionamento (92) é conectada de forma rosqueada a um acoplamento universal inferior (96). O acoplamento universal inferior (96) é conectado com uma extremidade distal (98) de um eixo de transmissão (100). Uma extremidade proximal (102) do eixo de transmissão (100) é conectada a um acoplamento universal superior (104). O acoplamento universal superior (104) é conectado de forma rosqueda a uma extremidade distal (106) de um rotor (108). Uma extremidade proximal (110) do rotor (108) é conectada a uma extremidade distal (112) de uma extensão de rotor de flexão (114). O trem de acionamento (78) termina em uma extremidade proximal (116) da extensão de rotor de flexão (114).

[0115] Ao começar na extremidade inferior (32) do conjunto de perfu-

ração (24), o alojamento (80) inclui uma porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118). A porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118) possui uma extremidade distal (118) a partir da qual o eixo de acionamento (84) se estende ou se projeta. Uma extremidade proximal (122) da porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (124) de um alojamento de mancal inferior (126). Uma extremidade proximal (128) do alojamento de mancal inferior (126) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (130) de um alojamento de mancal (132). Uma extremidade proximal (134) do alojamento de mancal (132) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (136) de um alojamento de unidade de transmissão (138). Uma extremidade proximal (140) do alojamento de unidade de transmissão (138) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (142) de um alojamento de unidade de energia (144). Uma extremidade proximal (146) do alojamento de unidade de energia (144) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (148) de um subalojamento de ponte (150). Uma extremidade proximal (152) do subalojamento de ponte (150) é conectada de forma rosqueada a uma extremidade distal (154) de um alojamento sub de receptor (156). Uma extremidade proximal (158) do alojamento sub de receptor (156) inclui uma conexão rosqueada que define a extremidade superior (30) do conjunto de perfuração (24) que é conectada ao restante da coluna de perfuração (20), particularmente o sistema de comunicação de superfície (26).

[0116] Ademais, o conjunto de perfuração (24) define um caminho de fluido (74) através deste a partir da extremidade superior (30) até a extremidade inferior (32) do conjunto de perfuração (24). A este respeito, cada eixo de acionamento (84) e o conjunto de broca de perfuração (46) definem um furo (160) através do mesmo de modo tal que o fluido possa passar dentro do furo (160) na extremidade proximal (88) do eixo de acionamento (84) através da cobertura de eixo de acionamento (92) e possa sair do furo (160) na extremidade inferior (32) do conjunto de perfuração (24) através do conjunto de broca de perfuração (46). Ademais, um mandril interno condutor

(162), que define uma parte do caminho de fluido (74) através do mesmo, é posicionado ou montado dentro do furo (160) como descrito mais adiante abaixo. Na modalidade preferida, o mandril interno (162) possui uma extremidade distal (164), que estende-se a partir da extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84) dentro da broca de acionamento (85), e uma extremidade proximal (166), que estende-se a partir da extremidade proximal (88) do eixo de acionamento (84) dentro da cobertura de eixo de acionamento (92).

[0117] A extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é de preferência compreendida de pelo menos uma parte do eixo de acionamento (84), particularmente sua extremidade distal (86), que estende-se a partir do alojamento (80). Desta maneira, pelo menos uma parte do circuito de condução axial (22) é compreendida do eixo de acionamento (84). Ademais, na modalidade preferida, a extremidade da fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é além disso compreendida do conjunto de broca de perfuração (46) que é conectada com o eixo de acionamento (84). Assim, na modalidade preferida, pelo menos uma parte do circuito de condução axial (22) é compreendida do conjunto de broca de perfuração (46). Em outras palavras, pelo menos uma das primeira posição axial (48) e segunda posição axial (50) é localizada no conjunto de broca de perfuração (46). De forma específica, a primeira posição axial (48) é de preferência localizada no conjunto de broca de perfuração (46). Na modalidade preferida, a primeira posição axial (48) é localizada na broca de perfuração (85).

[0118] Ademais, pelo menos um sensor (168) é de preferência localizado na extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) de modo que o sensor (168) possa proporcionar informações com relação às condições do fundo do poço ou parâmetros de perfuração adjacentes ou em proximidade à extremidade do fundo do poço (82) para comunicar-se através do circuito de condução axial (22). Alternativamente, o circuito de condução axial (22) pode proporcionar energia elétrica ao sensor (168). Mais preferivelmente, pelo menos um sensor (168) é localizado no conjunto de broca de perfuração (46). Na modalidade preferida, como descrito em detalhe abaixo,

pelo menos um sensor (168) é localizado na broca de perfuração (85).

[0119] Cada sensor (168) pode ser compreendido de qualquer sensor ou equipamento de captação, ou combinação de sensores ou equipamento de percepção, que seja capaz de captar informação com relação a uma condição de fundo do poço, condição do conjunto de perfuração (24) ou parâmetro de perfuração. Por exemplo, o sensor (168) pode proporcionar informações relativas a um ou mais dos seguintes: características do poço não-revestido ou a formação adjacente que inclui raio gama natural, resistividade, densidade, velocidade de onda de compressão, velocidade de onda de cisalhamento rápida, velocidade de onda de cisalhamento baixa, imersão, radioatividade, permeabilidade, pressão, temperatura, vibração, acústica, sísmica, campo magnético, gravidade, aceleração (angular ou linear), características de ressonância magnética ou proporção de escoamento de fluido, pressão, características de mobilidade, ou viscosidade de um fluido dentro do poço não-revestido ou a formação adjacente; características ou parâmetros de perfuração que incluem a direção, inclinação, azimuth, trajetória ou diâmetro do poço não-revestido ou a presença de outros poço não-revestido próximos; e a condição da broca de perfuração (85) ou outros componentes da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) que inclui peso na broca, temperatura da broca de perfuração, torque sobre a broca ou a pressão diferencial através da broca.

[0120] Ademais, o sistema é dirigido em informações de comunicação entre as partes axiais (48, 50) ao conduzir o sinal axial elétrico que concretiza as informações através do circuito de condução axial (22) entre as partes axiais (48, 50). O sinal axial elétrico pode ser compreendido de qualquer sinal elétrico de variação, que inclui sinais de corrente alternada unipolar (AC), sinais bipolares AC e sinais de corrente de variação direta (DC). O sinal axial elétrico pode variar como uma onda, pulso ou de qualquer outra maneira. O sinal axial elétrico é um sinal modulado que concretiza as informações a serem comunicadas. O sinal axial elétrico pode ser modulado de qualquer maneira, tal como por exemplo ao utilizar várias técnicas de modulação em amplitude, modulação de frequência e modulação de fase. As técnicas de mo-

dulação de pulso, modulação de tom e modulação digital podem ser também usadas para modular o sinal axial elétrico. As características específicas do sinal axial elétrico irão depender das características de um sinal transmissor elétrico, conforme discutido abaixo.

[0121] Na modalidade preferida, um transmissor (170) transmite as informações para o circuito de condução axial (22) ao criar o sinal elétrico axial modulado que concretiza as informações. De forma similar, na modalidade preferida, um receptor (172) recebe as informações do circuito de condução axial (22) ao receber o sinal elétrico axial que concretiza as informações.

[0122] O transmissor (170) colhe as informações a serem comunicadas e então incorpora as informações dentro de um sinal elétrico transmissor modulado que concretiza as informações. O transmissor (170) pode ser acoplado ao circuito de condução axial (22) tanto direta como indiretamente, conforme discutido abaixo.

[0123] O sinal elétrico transmissor pode ser qualquer sinal elétrico de variação que seja capaz de criar o sinal axial elétrico, que inclui sinais de corrente alternada unipolar (AC), sinais bipolares AC e sinais de corrente de variação direta (DC). O sinal elétrico transmissor pode variar como uma onda, pulso ou de qualquer outra maneira. O sinal elétrico transmissor é um sinal modulado que concretiza as informações a serem comunicadas. O sinal elétrico transmissor pode ser modulado de qualquer maneira, tal como ao utilizar várias técnicas de modulação em amplitude, modulação de frequência e modulação de fase. As técnicas de modulação de pulso, modulação de tom e modulação digital podem ser também usadas para modular o sinal elétrico transmissor.

[0124] O transmissor (170) pode ser diretamente acoplado ao circuito de condução axial (22) ao estabelecer uma conexão elétrica direta entre o transmissor (170) e o circuito de condução axial (22), tal como através de uma conexão por cabo, de modo que o sinal elétrico transmissor se torne o sinal axial elétrico quando este entrar no circuito de condução axial (22). O transmissor (170) pode ser indiretamente acoplado ao circuito de condução axial (22) através de qualquer método ou mecanismo, tais como por exemplo

acoplamento indutivo, acoplamento LC, acoplamento RC, acoplamento a diodo, acoplamento por impedância ou acoplamento transformador, com o resultado que a condução do sinal elétrico transmissor no transmissor (170) produz o sinal elétrico axial no circuito de condução axial (22). Na modalidade preferida, o transmissor (170) é indiretamente acoplado ao circuito de condução axial (22) através de técnicas de acoplamento transformador.

[0125] Na modalidade preferida, o transmissor (170) inclui uma bobina transmissora (174) que compreende um condutor de transmissor (174) enrolado sobre um núcleo transmissor (178). A bobina transmissora (174) é de preferência localizada em um espaço transmissor anular eletricamente isolado (180) dentro da broca de perfuração (85) como descrito mais adiante abaixo, adjacente à primeira posição axial (48).

[0126] O núcleo transmissor (178) é de preferência magneticamente permeável e é de preferência toroidalmente conformado.

[0127] Na modalidade preferida, o transmissor (170) inclui adicionalmente um processador de transmissor (182) para receber as informações a serem comunicadas e para gerar o sinal elétrico de transmissor modulado, um amplificador de transmissor (184) para amplificar o sinal elétrico de transmissor antes do mesmo ser enviado para a bobina de transmissor (174), e um suprimento de energia (186) para proporcionar energia ao transmissor (170). O processador de transmissor (184) pode ser parte do processador de transmissor (182) ou este pode ser separado do mesmo.

[0128] Ademais, pelo menos um sensor (168) é de preferência eletricamente conectado ou acoplado ao transmissor (170) de qualquer maneira adequável de modo tal que o sensor (168) proporcione as informações para o transmissor (170). Mais particularmente, o processador de transmissor (182) recebe as informações do sensor (168) e gera o sinal elétrico de transmissor modulado a partir do mesmo. Na modalidade preferida, o sensor (168) é direta e eletricamente conectado ou acoplado ao transmissor (170), tal como através de uma conexão por cabo.

[0129] O receptor (172) recebe as informações do circuito de condução axial (22) e então incorpora as informações dentro de um sinal elétrico

de receptor modulado que concretiza as informações. O receptor (172) pode ser também acoplado ao circuito de condução axial (22) tanto direta como indiretamente.

[0130] O sinal elétrico de receptor é um sinal modulado que concretiza as informações que são comunicadas. o sinal elétrico de receptor pode ser modulado de qualquer maneira, tal como por exemplo ao utilizar várias técnicas de modulação em amplitude, modulação de frequência e modulação de fase. As técnicas de modulação de pulso, modulação de tom e modulação digital podem ser usadas para modular o sinal elétrico de receptor. As características específicas do sinal elétrico de receptor irão depender das características do sinal elétrico axial.

[0131] O receptor (172) pode ser diretamente acoplado ao circuito de condução axial (22) ao estabelecer uma conexão direta elétrica entre o receptor (172) e o circuito de condução axial (22), tal como através de uma conexão por cabo, de modo que o sinal elétrico axial se torne o sinal elétrico de receptor quando o mesmo sair do circuito de condução axial (22). O receptor (172) pode ser indiretamente acoplado ao circuito de condução axial (22) através de qualquer método ou dispositivo tal como por exemplo acoplamento indutivo, acoplamento LC, acoplamento RC, acoplamento por diodo, acoplamento por impedância ou acoplamento transformador, com o resultado que a condução do sinal elétrico axial no circuito de condução axial (22) produz o sinal elétrico de receptor (172). Na modalidade preferida, o receptor (172) é indiretamente acoplado ao circuito de condução axial (22) através de técnicas de acoplamento transformador.

[0132] Na modalidade preferida, o receptor (172) inclui uma bobina de receptor (188) que compreende um condutor de receptor (190) enrolado sobre um núcleo de receptor (192). A bobina de receptor (188) é localizada em um espaço receptor anular eletricamente isolado (194) entre o trem de acionamento (78) e o alojamento (80) adjacente à segunda posição axial (50). O núcleo de receptor (192) é de preferência magneticamente permeável e é de preferência toroidalmente conformada de modo que esta envolva o trem de acionamento (78).

[0133] Na modalidade preferida, o receptor (172) inclui adicionalmente um processador de receptor (196) para processar o sinal elétrico receptor modulado, um amplificador de receptor (198) para amplificar o sinal elétrico receptor após o mesmo ser recebido a partir do circuito de condução axial (22) e um suprimento de energia de receptor (200) para proporcionar energia elétrica para o receptor (172). O processador de receptor (196) pode consistir em um componente ou vários componentes. O amplificador de receptor (198) pode ser parte do processador de receptor (196) ou este pode ser separado do mesmo.

[0134] Igualmente, na modalidade preferida, o receptor (172) é adaptado para ser eletricamente conectado ao sistema de comunicação de superfície (26). Como resultado, as informações comunicadas a partir do sensor (168) até o circuito de condução axial (22) podem ser subsequenteemente comunicadas mais adiante poço acima ou em direção à superfície através do sistema de comunicação de superfície (26). O receptor (172) pode ser diretamente acoplado ao sistema de comunicação de superfície (26) ao estabelecer uma conexão direta elétrica entre o receptor (172) e o sistema de comunicação de superfície (26), tal como através de uma conexão por cabo. Alternativamente, o receptor (172) pode ser indiretamente acoplado ao sistema de comunicação de superfície (26) através de qualquer método ou dispositivo, tal como por exemplo acoplamento indutivo, acoplamento LC, acoplamento RC, acoplamento por diodo, acoplamento por impedância ou acoplamento transformador.

[0135] Na modalidade preferida, a invenção pode ser usada para comunicar informações axialmente em ambas direções ao longo da coluna de perfuração (20). Como resultado, tanto um transmissor (170) como um receptor (172) podem ser localizados adjacente a cada uma das primeira posição axial (48) e segunda posição axial (50). Alternativamente, tanto o núcleo de transmissor (178) como o núcleo de receptor (192) podem conter tanto enrolamentos de condutor de transmissor (176) como enrolamentos de condutor de receptor (190), ou como na modalidade preferida, cada transmissor (170) e receptor (172) pode funcionar como um transmissor tanto capaz de

transmitir como receber sinais.

[0136] Na modalidade preferida, a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) define ou inclui pelo menos uma parte do condutor axial interno (52), o condutor axial externo (54) e o isolador elétrico (76) no espaço anular (68) entre os mesmos. Os condutores axiais interno e externo (52, 54) são eletricamente isolados com relação um ao outro para evitar um curto-circuito que poderia impedir que uma parte substancial do sinal axial elétrico seja comunicada entre as posições axiais (48, 50). Ademais, os condutores axiais interno e externo (52, 54) preferivelmente proporcionam um caminho de condução independente suficiente de modo que o sinal axial elétrico possa ser conduzido entre as posições axiais (48, 50) sem perder energia significativa e ao mesmo tempo minimizar o desvio do sinal axial elétrico dentro da formação adjacente durante as operações de perfuração. Para esse fim, as conexões entre componentes do condutor axial interno (52) são de preferência feitas com resistência mínima de modo que o condutor axial interno (52) possua uma resistência total mínima, e as conexões entre componentes do condutor axial externo (54) são de preferência feitas com resistência mínima de modo que o condutor axial externo (54) possua uma resistência total mínima.

[0137] De forma similar, as conexões condutoras (56, 58) nas primeira e segunda posições axiais (48, 50) deveriam ser suficientemente condutoras de modo que o sinal axial elétrico possa ser transferido entre os condutores axiais interno e externo (52, 54) sem perder energia significativa e ao mesmo tempo minimizar o desvio do sinal axial elétrico dentro da formação adjacente durante as operações de perfuração. Para esse fim, as conexões condutoras (56, 58) são construídas para possuírem uma resistência mínima de modo que o circuito de condução axial (22) possua uma resistência total mínima.

[0138] Conforme apresentado, a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) define ou inclui pelo menos uma parte do condutor axial interno (52), o condutor axial externo (54) e o isolador elétrico (76) no espaço anular (68) entre os mesmos. Na modalidade preferida, a

extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um primeiro condutor axial externo (202), um primeiro condutor axial interno (204) e o isolador elétrico (76). O condutor axial externo (54) descrito anteriormente é compreendido do primeiro condutor axial externo (202) e o condutor axial interno (52) descrito anteriormente é compreendido do primeiro condutor axial interno (204) de modo tal que pelo menos uma parte do circuito de condução axial (22) é compreendido do primeiro condutor axial externo (202) e o primeiro condutor axial interno (204).

[0139] Em maior detalhe, com referência à extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78), o primeiro condutor axial externo (202) define a superfície circunferencial interna (60) que define adicionalmente o eixo geométrico longitudinal do condutor externo (62), particularmente, um primeiro eixo geométrico longitudinal de condutor externo (206). De forma similar, o primeiro condutor axial interno (204) define a superfície circunferencial externa (64) que define adicionalmente o eixo geométrico longitudinal de condutor interno (66), particularmente, um primeiro eixo geométrico longitudinal de condutor interno (208). O primeiro condutor axial interno (208) é fixamente conectado dentro do primeiro condutor axial externo (206) de modo tal que o espaço anular (68) é definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60) e de modo tal que o primeiro eixo geométrico longitudinal de condutor externo (206) e o primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (208) são substancialmente coincidentes. Finalmente, o isolador elétrico (76) é disposto dentro do espaço anular (68).

[0140] Na modalidade preferida, uma parte adicional do circuito de condução axial (22) é formada pela coluna de perfuração (20), e especificamente o conjunto de perfuração (24) acima da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78). Mais particularmente, a parte adicional do circuito de condução axial (22) acima da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um segundo condutor axial externo (210) e um segundo condutor axial interno (212). Na modalidade preferida, o segundo condutor axial externo (210) é compreendido do alo-

jamento (80) e o segundo condutor axial interno (212) é compreendido do trem de acionamento (78) rotativamente sustentado dentro do alojamento (80). Os segundos condutores axiais interno e externo (210, 212) podem ser coaxiais como descrito pelos primeiros condutores axiais interno e externo (202, 204) quando desejado.

[0141] Para proporcionar o circuito de condução axial (22), o primeiro condutor axial externo (202) é de preferência eletricamente conectado ao segundo condutor axial externo (210) e o primeiro condutor axial interno (204) é de preferência eletricamente conectado ao segundo condutor axial interno (212). Embora qualquer tipo de conexão elétrica direta ou indireta possa ser proporcionada, prefere-se uma conexão elétrica direta.

[0142] Na modalidade preferida, a primeira posição axial (48) e a primeira conexão condutora (56) são localizadas na broca de perfuração (85) e a segunda posição axial (50) e a segunda conexão condutora (58) são localizadas no sub de receptor (34). Como resultado, o circuito de condução axial (22) é formado pelo conjunto de perfuração (24) e inclui partes do conjunto de broca de perfuração (46), o sub inferior (44), o sub de mancal (42), a unidade de transmissão (40), a unidade de energia (38), a sub de ponte (36) e o sub de receptor (34), com o resultado que o sinal axial elétrico é comunicado entre um local no conjunto de broca de perfuração (46) abaixo da extremidade do fundo do poço ou distal (266) do alojamento (80) e um local dentro do alojamento (80) de preferência acima da unidade de energia (38).

[0143] Desta maneira, os componentes da modalidade preferida do conjunto de perfuração (24), incluindo os condutores axiais interno e externo (52, 54), serão descritos em detalhe, ao começar com o conjunto de broca de perfuração (46) na extremidade inferior (32) do conjunto de perfuração (24) e move-se em direção à extremidade superior (30) do conjunto de perfuração (24).

[0144] O conjunto de broca de perfuração (46) é compreendida da broca de perfuração (85). A broca de perfuração (85) inclui um colar de perfuração externo (214) que envolve e encerra vários componentes internos ou elementos da broca de perfuração (85) que incluem um inserto eletrônico

(216), um conjunto de vedação de eixo de acionamento (218) e um conjunto de conexão elétrica (220). Conforme discutido acima, a superfície externa do colar de perfuração externo (214) pode ser usinada para incluir as lâminas e cortadores ou uma coroa pode ser afixada na extremidade distal (222) para perfurar o poço não-revestido. Alternativamente, o colar de perfuração externo (214) pode ser usado com um sub para afixar ou prender uma luva no mesmo, que define as lâminas e qual permite o conjunto de cortadores ou uma coroa sobre o mesmo.

[0145] Os componentes internos da broca de perfuração (85) definem uma parte do caminho de fluido (74) através dos mesmos. Mais particularmente, o colar de perfuração inclui uma extremidade distal (222), uma extremidade proximal (224) e uma superfície circunferencial interna (226). O caminho do fluido (74) sai através da extremidade distal (222) do colar de perfuração (214). A superfície circunferencial interna (226) do colar de perfuração (214) na extremidade proximal (224) é conectada de forma rosqueada com a extremidade adjacente do eixo de acionamento (84). Ademais, a superfície circunferencial interna (226) define uma cavidade (228) da mesma para a recepção dos componentes internos da broca de perfuração (85).

[0146] O inserto eletrônico (216) possui uma extremidade distal (230), uma extremidade proximal (232) e define um furo (234) que proporciona através do mesmo uma parte do caminho de fluido (74). Ademais, o inserto eletrônico (216) define uma ou mais câmaras (236) neste ponto em torno de sua superfície externa de modo tal que cada câmara (236) é encerrada quando o inserto eletrônico (216) é montado dentro da cavidade (228) do colar de perfuração (214). Cada câmara (236) é proporcionada para conter um ou mais sensores (168). Ademais, quando desejado, a câmara (236) pode ser proporcionada para conter um ou mais componentes que compreendem o transmissor (170) que inclui o processador de transmissor (182), o amplificador de transmissor (184) e o suprimento de energia de transmissor (186) ou bateria. Cada um dos sensores (186) é desta maneira compreendido e mantido em posição dentro da câmara (236) entre a superfície circunferencial interna (226) do colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216).

[0147] Na modalidade preferida, o transmissor (170) é contido dentro do colar de perfuração (214) no espaço anular (180) que é definido entre a superfície circunferencial interna (226) do colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216) adjacente à sua extremidade distal (230). Mais particularmente, a bobina de transmissor (174) é contida no espaço de transmissor anular eletricamente isolado (180). O espaço de transmissor anular (180) pode ser isolado com qualquer material que irá servir para isolar eletricamente a bobina de transmissor (174) das partes adjacentes da broca de perfuração (85) desta maneira impedindo qualquer curto-circuito. Na modalidade preferida, o espaço de transmissor anular (180) é isolado com um ou uma combinação de material de ar, espuma ou envasado. O espaço de transmissor anular (180) é também de preferência completamente fechado de modo que a bobina de transmissor (174) seja isolada e desta maneira protegida da formação de pressão durante as operações de perfuração.

[0148] O processador de transmissor (182), o amplificador de transmissor (184) e o suprimento de energia de transmissor (186) são de preferência localizados dentro de uma ou mais câmaras (236) do inserto eletrônico (216). Os componentes do transmissor (170) como descrito no presente documento e os sensores (168) são eletronicamente conectados por uma conexão por cabo direta.

[0149] O inserto eletrônico (216) é de preferência vedado dentro do colar de perfuração (214) por uma ou mais vedações ou conjuntos de vedação. Na modalidade preferida, uma ou mais vedações anulares (238), tal como anéis em O, são proporcionados em torno da extremidade distal (230) do inserto eletrônico (216) para vedação entre o inserto eletrônico (216) e o colar de perfuração (214). O conjunto de vedação de eixo de acionamento (218) é proporcionada adjacente à extremidade proximal (232) do inserto eletrônico (216) e define um furo (240) através do mesmo que compreende uma parte do caminho de fluido (74).

[0150] Ademais, o espaço anular (68) é proporcionado entre a superfície circunferencial interna (226) do colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216). O isolador elétrico (76) é de preferência proporcionado no es-

paço anular (68), particularmente entre a superfície circunferencial interna (226) e o inserto eletrônico (216) no local das câmaras (236). O isolador elétrico (76) é particularmente proporcionado ao longo da interface entre o colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216). Entretanto, uma conexão elétrica ou contato elétrico entre o colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216) é permitido na extremidade distal (230) do inserto eletrônico (216) de modo tal que o sinal axial elétrico pode ser comunicado ou transmitido entre o inserto eletrônico (216) e o colar de perfuração (214). Na modalidade preferida, este contato ou conexão define a primeira posição axial (48).

[0151] A extremidade proximal (242) do conjunto de vedação de eixo de acionamento (218) é compreendida de um transportador de vedação anular (244) que inclui pelo menos uma vedação (238) em torno de sua superfície circunferencial externa e pelo menos uma vedação (238) em torno do furo interno (240). Uma vedação de conector adicional (246) pode ser proporcionada em suas extremidades mais altas e mais baixas para vedação com os componentes adjacentes. Ademais, na modalidade preferida, o transportador de vedação (244) é isolante ou é compreendido de um material isolante. Em particular, o transportador de vedação (244) é compreendido de um isolador de pino. Quando montado, o transportador de vedação (244) é contido ou posicionado dentro da extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84) ou a caixa de broca (87) entre o eixo de acionamento (84) e o mandril interno (162). Desta maneira, o transportador de vedação (244) pode compreender uma parte do isolador elétrico (76), que proporciona isolamento entre a extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84) e o mandril interno (162).

[0152] O conjunto de vedação de eixo de acionamento (218) é adicionalmente compreendida de um espaçador de vedação (248) posicionado entre a extremidade proximal (232) do inserto eletrônico (216) e a extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84). Novamente, de preferência, o espaçador de vedação (248) inclui uma ou mais vedações anulares (238) em torno de suas superfícies circunferenciais interna e externa. Ademais, na

modalidade preferida, o espaçador de vedação (248) é também isolante ou é compreendido de um material isolante. Em particular, o espaçador de vedação (248) é compreendido de um isolador de inserto. Quando montado, o espaçador de vedação (248) está contido ou posicionado entre a extremidade proximal (232) do inserto eletrônico (216) e a extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84). Desta maneira, o espaçador de vedação (248) pode também compreender uma parte do isolador elétrico (76), que proporciona isolamento adicional entre a extremidade proximal adjacente (232) do inserto eletrônico (216) e a extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84).

[0153] Na modalidade preferida, a extremidade distal (164) do mandril interno condutor (162) estende-se dentro da extremidade proximal (224) do colar de perfuração (216), e mais particularmente, estende-se dentro do furo (240) do conjunto de vedação de eixo de acionamento (218) em torno de sua extremidade proximal (242). Como será descrito em mais detalhe abaixo, o sinal axial elétrico é conduzido através do mandril interno (162) e até o inserto eletrônico (216).

[0154] Para facilitar a transmissão do sinal axial elétrico através do trem de acionamento (78) e para facilitar uma "conexão úmida" dos componentes adjacentes, um conjunto de conexão elétrica (220) pode ser proporcionado. Especificamente, um ou mais conjuntos de conexão elétrica (220) como descritos podem se providos quando necessário para facilitar a conexão de vários componentes são dispostos em séries para compreender o trem de acionamento (78). Ademais, o conjunto de conexão elétrica (220) pode ser modificado para acomodar a conexão de vários componentes que compreendem uma pluralidade de circuitos de condução axiais paralelos (22) espaçados em torno da coluna de perfuração (20). Em particular, foi descoberto que até quatro circuitos de condução axiais paralelos (22) podem ser espaçados em torno dos componentes da coluna de perfuração (20). Neste caso, o conjunto de conexão elétrica (220) permite a conexão coincidente ou simultânea e a desconexão dos componentes de cada um dos circuitos de condução axial (22).

[0155] Na modalidade preferida, um conjunto de conexão elétrica inferior (221) e um conjunto de conexão elétrica superior (223) são de preferência proporcionadas para um circuito de condução axial simples (22). Ademais, um conjunto de conexão elétrica (220), como descrito no presente documento, pode ser utilizada em qualquer conexão rotativa de apoio conhecida ou convencional. O conjunto de conexão elétrica (220), como descrito, pode ser utilizada para proporcionar uma conexão elétrica através da conexão rotativa de apoio. O conjunto de conexão elétrica (220) é além disso capaz de proporcionar uma conexão elétrica úmida relativamente confiável, tal como em um ambiente de fluido de perfuração, através da conexão rotativa de apoio e através de uma ou mais partes do trem de acionamento (78).

[0156] O conjunto de conexão elétrica inferior (221) facilita a conexão ou contato elétrico entre a extremidade distal (164) do mandril interno condutor (162) e o inserto eletrônico (216). O conjunto de conexão elétrica superior (233) facilita a conexão ou contato elétrico entre a extremidade proximal (166) do mandril interno condutor (162) e a cobertura de eixo de acionamento (92). Embora, a configuração específica e componentes de cada um dos conjuntos de conexão elétrica superior e inferior (221, 223) possam divergir, os elementos ou características reais que aumentam o contato elétrico são similares, como descrito no presente documento.

[0157] O conjunto de conexão elétrica inferior (221) é compreendida de uma luva de contato anular (250) ou suporte de contato anular que define um furo (252) através do mesmo que proporciona uma parte do caminho de fluido (74). A luva de contato (250) é posicionada entre a extremidade proximal (232) do inserto eletrônico (216) e o transportador de vedação (244) do conjunto de vedação de eixo de acionamento (218). O conjunto de conexão elétrica inferior (221) facilita ou aumenta a transmissão do sinal axial elétrico entre o mandril interno condutor (162) que estende-se a partir do eixo de acionamento (84) e o inserto eletrônico (216). Desta maneira, o conjunto de conexão elétrica inferior (221), que inclui a luva de contato (250), são adaptadas para recepção ou inserção da extremidade distal (164) ou o mandril interno (162) do presente documento. Mais particularmente, a extremidade

distal (164) do mandril interno (162) é recebido ou inserido dentro do furo (252) da luva de contato (250). De preferência, a luva de contato (250) permite que a extremidade distal (164) do mandril interno (162) seja facilmente conectada e desconectada do conjunto de conexão elétrica inferior (221).

[0158] De preferência, o furo (240) do conjunto de vedação de eixo de acionamento (218) no transportador de vedação (244) e pelo menos uma parte do furo (252) da luva de contato (250) são dimensionadas e configuradas para receber estritamente a extremidade distal (164) do mandril interno (162) no presente documento. O estrito ajuste ou estrita proximidade do mandril interno (162) e o furo (240) do transportador de vedação (244) aumenta ou facilita a ação ou operação de vedação das vedações (238) entre o transportador de vedação (244) e o mandril interno (162). O estrito ajuste ou estrita proximidade do mandril interno (162) e o furo (252) da luva de contato (250) aumenta ou facilita a conexão ou capacidade de condução elétrica entre o mandril interno (162) e a luva de contato (250).

[0159] Ademais, para ajudar a rápida conexão com a luva de contato (250), o conjunto de conexão elétrica inferior (221) é de preferência adicionalmente compreendido de um dispositivo ou mecanismo de mancal para impelir a luva de contato (250) poço acima ou em uma direção voltada para a extremidade distal (164) do mandril interno (162). Embora qualquer mecanismo ou dispositivo de mancal, ou combinação de tais mecanismos ou dispositivos, possam ser usados, na modalidade preferida, o conjunto de conexão elétrica inferior (221) é compreendida de uma mola de contato anular (254). De preferência, uma superfície externa (256) da luva de contato (250) é formada ou configurada para definir um ombro de faceamento descendente (258). A mola de contato anular (254) é posicionada em torno da superfície externa (256) da luva de contato (250) poço abaixo do ombro de faceamento descendente (258). Como resultado, a mola de contato (254) atua sobre o ombro de faceamento descendente (258) da luva de contato (250) e a extremidade proximal (232) do inserto eletrônico (216). Consequentemente, a mola de contato (254) impele a luva de contato (250) fora do inserto eletrônico (216) e desta maneira, em direção ao mandril interno (162).

[0160] Adicionalmente, o conjunto de conexão elétrica inferior (221) é de preferência adicionalmente compreendida de pelo menos um, e preferivelmente uma pluralidade de membros de contato propelidos (260) associados ao furo (252) da luva de contato (250) que aumenta ou facilita a conexão ou contato elétrico entre o mandril interno (162) e a luva de contato (250). Cada membro de contato (260) é montado, conectado ou de outra maneira associado ao furo (252) da luva de contato (250) e é propelido ou compelido para fora do furo (252) para fazer contato com o mandril interno (162). Embora qualquer membro ou membros propelidos capazes de aumentar o contato elétrico possa ser usado, cada membro de contato propelido (260) é de preferência compreendido de uma mola de contato. Ademais, preferivelmente, o furo (252) da luva de contato (250) é formada ou configurada para definir um ombro de faceamento ascendente (262). Os membros de contato (260) ou molas de contato são posicionados em torno do furo (252) da luva de contato (250) poço acima do ombro de faceamento ascendente (262). Como resultado, os membros de contato (260) ou molas de contato são posicionados entre o ombro de faceamento ascendente (262) da luva de contato (250) e o transportador de vedação (244).

[0161] Ademais, cada membro de contato (260) ou mola de contato é adaptado para receber a extremidade distal (164) do mandril interno (162) do presente documento à medida em que o mandril interno (162) é inserido no furo (252) da luva de contato (250). Igualmente, cada membro de contato (260) ou mola de contato é formado ou configurado para aumentar o contato entre o membro de contato (260) e o mandril interno (162), ao mesmo tempo em que continua permitindo conexão e desconexão rápida do mandril interno (162). De preferência, cada, membro de contato (260) ou mola de contato define ou inclui uma parte de encaixe de projeção ou de protuberância (264) que estende-se ou projeta-se para dentro em direção ao mandril interno (162) para encaixe e estrito contato com o mandril interno (162). Na modalidade preferida, cada membro de contato (260), que for uma mola de contato, é propelido para compelir a parte de encaixe (264) formando estrito contato com o mandril interno (162), ao mesmo tempo em que continua permitindo a

inserção do mandril interno (162) dentro dos membros de contato (260) e a remoção ou desengate do mandril interno (162) dos membros de contato (260).

[0162] Ademais, como descrito, a extremidade proximal (122) da porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118) é conectada de forma rosqueada com a extremidade distal (124) do alojamento de mancal inferior (126). A porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118) envolve o eixo de acionamento (84) à medida em que o mesmo sai de uma extremidade distal (266) do alojamento (80) e contém um anel deslizante (268) em um espaço anular entre a porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118) e o eixo de acionamento (84). De preferência, o eixo de acionamento (84) inclui um ombro que estende-se para fora (270) que coopera com o anel deslizante (268) para ajudar a manter a posição longitudinal do eixo de acionamento (84) dentro do alojamento (80).

[0163] Conforme descrito anteriormente, o sub de mancal inferior (44) inclui o alojamento de mancal inferior (126) que é conectado de forma rosqueada na porca de auto-travamento de eixo de acionamento (118). O alojamento de mancal inferior (126) envolve o eixo de acionamento (84) e contém um conjunto de mancal (272) em um espaço anular entre o alojamento de mancal inferior (126) e o eixo de acionamento (84). O conjunto de mancal (272) pode ser compreendida de um tipo ou uma combinação de tipos de mancais que incluem mancais radial e reverso. Na modalidade preferida, o conjunto de mancal (274) é compreendido de um mancal radial inferior (274) e um ou mais mancais reversos (276). O mancal radial inferior (274) é fixado e gira com o eixo de acionamento (84) e opera para sustentar rotativamente o trem de acionamento (78) no alojamento (80). O mancal reverso (276) opera para sustentar axialmente o trem de acionamento (78) no alojamento (80). A extremidade distal (86) do eixo de acionamento (84) estende-se através da extremidade distal (124) do alojamento de mancal inferior (126) e a extremidade proximal (88) do eixo de acionamento (84) estende-se dentro da cobertura de eixo de acionamento (92).

[0164] O mandril interno condutor (162) é fixamente conectado dentro

do furo (160) do eixo de acionamento (84) de modo tal que uma parte do espaço anular (68) é definida entre o mandril interno (162) e o furo (160). O mandril interno (162) estende-se a partir da extremidade distal (164), que é eletricamente conectada no conjunto de conexão elétrica inferior (221) e o inserto eletrônico (116), até a extremidade proximal (166), que é eletricamente conectada ao conjunto de conexão elétrica superior (223) e a cobertura de eixo de acionamento (92). Para restringir ou evitar qualquer curto-circuito do sinal axial elétrico entre o mandril interno (162) e o eixo de acionamento adjacente (84), o isolador elétrico (76) é de preferência disposto dentro do espaço anular (68) entre os mesmos.

[0165] Na modalidade preferida, o sub de mancal inferior (44) é conectado ao sub de mancal (42) da maneira como descrita anteriormente. O sub de mancal (42) inclui o alojamento de mancal (132). A extremidade proximal (88) do eixo de acionamento (84) estende-se dentro da extremidade distal (130) do alojamento de mancal (132) onde o mesmo conecta-se com a extremidade distal (90) da cobertura de eixo de acionamento (92) de modo tal que o eixo de acionamento (84) e a cobertura de eixo de acionamento (92) possam girar simultaneamente ou como uma unidade. A extremidade proximal (94) da cobertura de eixo de acionamento (92) estende-se a partir da extremidade proximal (134) do alojamento de mancal (132). Desta maneira, o alojamento de mancal (132) envolve a cobertura de eixo de acionamento (92) de modo tal que a cobertura de eixo de acionamento (92) permita a rotação da mesma e de modo tal que um espaço anular (278) seja formado ou proporcionado entre o alojamento de mancal (132) e a cobertura de eixo de acionamento (92).

[0166] Com referência às Figuras 7(e), 8(a) e 10, a cobertura de eixo de acionamento (92) é adaptada para a recepção ou inserção da extremidade proximal (166) do mandril interno (162) da mesma. Ademais, para aumentar ou facilitar uma conexão ou contato elétrico entre a extremidade proximal (166) do mandril interno (162) e a cobertura de eixo de acionamento (92), a cobertura de eixo de acionamento (92) é de preferência compreendido do conjunto de conexão elétrica superior (223).

[0167] Mais particularmente, a cobertura de eixo de acionamento (92) é compreendida de uma luva de cobertura de eixo de acionamento (280) que compreende a extremidade distal (90) da cobertura de eixo de acionamento (92) e o mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) que compreende a extremidade proximal (94) da cobertura de eixo de acionamento (92). A luva de cobertura de eixo de acionamento (280) e o mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) são conectados ou afixados simultaneamente de preferência por uma conexão rosqueada entre os mesmos. Ademais, a cobertura de eixo de acionamento (92) também inclui de preferência pelo menos um conjunto de vedação para vedar a conexão entre a luva e o mandril de cobertura de eixo de acionamento (280, 282).

[0168] Na modalidade preferida, a cobertura de eixo de acionamento (92) é compreendida de um transportador de vedação superior (284) e um transportador de vedação inferior (286). O transportador de vedação superior (284) é posicionado adjacente ou em proximidade a uma extremidade proximal (288) da luva de cobertura de eixo de acionamento (280) para vedação entre a extremidade proximal (288) e a superfície adjacente do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282). O transportador de vedação inferior (286) é posicionado adjacente ou em proximidade a uma extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) para vedação entre a extremidade distal (290) e a superfície adjacente da luva de cobertura de eixo de acionamento (280). Cada um dos transportadores de vedação inferior e superior (284, 286) pode incluir uma ou mais vedações (238) em torno de cada ou em ambas superfícies circunferencial externa e superfície circunferencial interna.

[0169] Ademais, na modalidade preferida, cada um dos transportadores de vedação superior e inferior (284, 286) é isolante ou é compreendido de um material isolante. Igualmente, um material isolante é de preferência proporcionado na interface entre a luva e o mandril de cobertura de eixo de acionamento (280, 282) na conexão rosqueada. Desta maneira, quando montado, uma parte do isolamento é de preferência proporcionado entre a luva e o mandril de cobertura de eixo de acionamento (280, 282).

[0170] O conjunto de conexão elétrica superior (233) é compreendida da extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282), que opera similarmente à luva de contato (250) do conjunto de conexão elétrica inferior (221). O conjunto de conexão elétrica superior (233) facilita ou aumenta a transmissão do sinal axial elétrico entre o mandril interno condutor (162) que estende-se a partir do eixo de acionamento (84) e o mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) da cobertura de eixo de acionamento (92). Desta maneira, o conjunto de conexão elétrica superior (233), que inclui a extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282), é adaptada para recepção ou inserção da extremidade proximal (166) do mandril interno (162) da mesma. Mais particularmente, a extremidade proximal (166) do mandril interno (162) é recebida ou inserida dentro de um furo (292) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282), que o furo (292) compreende uma parte do caminho de fluido (74). De preferência, a extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) permite que a extremidade proximal (166) do mandril interno (162) seja rapidamente conectado e desconectado do conjunto de conexão elétrica superior (223).

[0171] De preferência, o furo (292) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) em sua extremidade distal (290) é dimensionado e configurado para receber estritamente a extremidade proximal (166) do mandril interno (162) do mesmo. O estrito ajuste ou estrita proximidade do mandril interno (162) e do furo (292) aumenta ou facilita a conexão ou capacidade de condução elétrica entre o mandril interno (162) e a extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282).

[0172] Ademais, o conjunto de conexão elétrica superior (223) é de preferência adicionalmente compreendida de pelo menos um, e preferivelmente uma pluralidade, de membros de contato propelidos (294) similar aos membros de contato (260) do conjunto de conexão elétrica inferior (221). Os membros de contato propelidos (294) são associados com o furo (292) da extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) e aumenta ou facilita a conexão ou contato elétrico entre o mandril in-

terno (162) e a extremidade distal (290). Cada membro de contato (294) é montado, conectado ou de outra maneira associado ao furo (292) da extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) e é propelido ou compelido para fora do furo (292) para fazer contato com o mandril interno (162).

[0173] Embora qualquer membro ou membros propelidos capazes de aumentar o contato elétrico possa ser usado, cada membro de contato propelido (294) é de preferência compreendido de uma mola de contato. Ademais, preferivelmente, o furo (292) da extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) é formado ou configurado para definir o ombro de faceamento descendente (296). Os membros de contato (294) ou molas de contato são posicionados em torno do furo (292) da extremidade distal (290) poço abaixo do ombro de faceamento descendente (296). Como resultado, os membros de contato (294) ou molas de contato são posicionados entre o ombro de faceamento descendente (296) da extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282) e o transportador de vedação inferior (286).

[0174] Ademais, cada membro de contato (294) ou mola de contato é adaptado para receber a extremidade proximal (166) do mandril interno (162) do mesmo à medida em que o mandril interno (162) é inserido no furo (292) da extremidade distal (290) do mandril de cobertura de eixo de acionamento (282). Igualmente, tanto o membro de contato (294) como a mola de contato é formado e configurado para aumentar o contato entre o membro de contato (294) e a extremidade distal (290) ao mesmo tempo em que continua permitindo a rápida conexão e desconexão do mandril interno (162). De preferência, tanto o membro de contato (294) como a mola de contato define ou inclui uma parte de encaixe de projeção ou de protuberância (298) que estende-se ou projeta-se para dentro em direção ao mandril interno (162) para encaixe e estrito contato com o mandril interno (162). Na modalidade preferida, cada membro de contato (294), que for uma mola de contato, é propelido para compelir a parte de encaixe (298) formando estrito contato com o mandril interno (162), ao mesmo tempo em que continua

permitindo a inserção do mandril interno (162) dentro dos membros de contato (294) e a remoção ou desengate do mandril interno (162) dos membros de contato (294).

[0175] De preferência, o primeiro condutor axial interno (204) e o primeiro condutor axial externo (202) são compreendidos de partes ou componentes do trem de acionamento (78) abaixo ou no fundo do poço do conjunto de mancal (272) dentro do alojamento de mancal inferior (126). Na modalidade preferida, o primeiro condutor axial interno (204) e o primeiro condutor axial externo (202) são compreendidos da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78), particularmente aquela parte que estende-se a partir do alojamento (80). Ademais, o segundo condutor axial interno (212) e o segundo condutor axial externo (210) são compreendidos de partes ou componentes do trem de acionamento (78) e do alojamento (80). Na modalidade preferida, o segundo condutor axial interno (212) é compreendido do trem de acionamento acima da extremidade do fundo do poço (82), e de preferência acima do conjunto de mancal (272), enquanto o segundo condutor axial externo (210) é compreendido do alojamento (80).

[0176] Em maior detalhe, o primeiro condutor axial interno (204) é compreendido do mandril interno condutor (162), o conjunto de conexão elétrica inferior (221) a o inserto eletrônico (216). O primeiro condutor axial interno (204) define o caminho de fluido (74) para conduzir um fluido através do mesmo. O primeiro condutor axial externo (202) é compreendido do eixo de acionamento (84), a caixa de broca (87) e o colar de perfuração (214). O primeiro condutor axial interno (204) é fixamente conectado dentro do primeiro condutor axial externo (202) de modo tal que o espaço anular (68) seja definido entre o mesmo e de modo tal que o primeiro eixo geométrico longitudinal de condutor interno (208) e o primeiro eixo geométrico longitudinal de condutor externo (208, 206) sejam substancialmente coincidentes. Pelo menos uma parte do circuito de condução axial (22) é de preferência compreendida dos primeiros condutores axiais interno e externo (204, 202).

[0177] Na modalidade preferida, a primeira posição axial (48) é definida pela primeira conexão condutora (58), que é um local de interface eletri-

camente condutora entre o colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216) na ou adjacente à extremidade distal (222) do colar de perfuração (214) da broca de perfuração (85). Na primeira conexão condutora (58), o sinal axial elétrico é capaz de mover-se entre o colar de perfuração (214) e o inserto eletrônico (216) sem encontrar resistência significativa.

[0178] Na modalidade preferida, o propósito do transmissor (170) é produzir a partir do sinal elétrico do transmissor, o sinal axial elétrico no circuito de condução axial (22). Como resultado, de preferência o circuito de condução axial (22) estende-se através da bobina do transmissor (174) para aumentar a exposição do circuito de condução axial (22) até o fluxo magnético de variação criado pelo sinal elétrico de transmissor. A bobina de transmissor (174) pode, entretanto, ser posicionada em qualquer local relativo ao circuito de condução axial (22) que resulta na exposição do circuito de condução axial (22) até o fluxo magnético de variação.

[0179] O resultado preferido é alcançado na modalidade preferida ao proporcionar isolamento elétrico, e particularmente o isolador elétrico (76) entre os componentes que compreendem os primeiros condutores axiais interno e externo (204, 202), como descrito acima, a partir do local do conjunto de mancal (272) até a primeira posição axial (48). Em particular, o isolador elétrico (76) é proporcionado ao longo da interface entre os primeiros condutores axiais interno e externo (204, 202), e especificamente, dentro do espaço anular (68) localizado acima do transmissor (170).

[0180] Qualquer maneira ou tipo de isolador elétrico (76) pode ser usado. Entretanto, preferivelmente, o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68). Na modalidade preferida, o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante ou não-condutor do material eletricamente isolante que é aplicado em um ou em ambos primeiros condutores axiais interno e externo (204, 202) no espaço anular (68). Qualquer revestimento isolante ou não-condutor pode ser usado. Por exemplo, o revestimento pode ser compreendido tanto de um revestimento de epóxi como um revestimento de Teflon (marca registrada). Na modalidade preferida, o reves-

timento é compreendido de uma resina de epóxi endurecida.

[0181] Conforme indicado, na modalidade preferida, o segundo condutor axial interno (212) é compreendido do trem de acionamento acima da extremidade do fundo do poço (82), e de preferência acima do conjunto de mancal (272), enquanto o segundo condutor axial externo (210) é compreendido do alojamento (80).

[0182] Desta maneira, em maior detalhe, o segundo condutor axial interno (212) é compreendido da extremidade proximal (88) do eixo de acionamento (84), a cobertura de eixo de acionamento (92), o acoplamento universal inferior (96), o eixo de transmissão (100), o acoplamento universal superior (104), o rotor (108) e a extensão de rotor de flexão (114). O segundo condutor axial externo (210) é compreendido do alojamento de mancal inferior (126), o alojamento de mancal (132), o alojamento de unidade de transmissão (138), o alojamento de unidade de energia (144), o subalojamento de ponte (150) e o subalojamento de receptor (156). Pelo menos uma parte adicional do circuito de condução axial (22) é de preferência compreendida dos segundos condutores axiais interno e externo (212, 210).

[0183] Na modalidade preferida, o sub de mancal (42) é conectado à unidade de transmissão (40) da maneira como anteriormente descrita. A extremidade proximal (94) da cobertura de eixo de acionamento (92) estende-se dentro da extremidade distal (136) do alojamento de unidade de transmissão (138) e a extremidade distal (106) do rotor (108) estende-se dentro da extremidade proximal (140) do alojamento de unidade de transmissão (138). O rotor (108) e a cobertura de eixo de acionamento (92) são conectados um ao outro no alojamento de unidade de transmissão (138) através do eixo de transmissão (100) e dos acoplamentos universais inferior e superior (104, 96).

[0184] A unidade de transmissão (40) forma parte do circuito de condução axial (22). O alojamento de unidade de transmissão (138) forma uma parte do segundo condutor axial externo (210). A cobertura de eixo de acionamento (92), o acoplamento universal inferior (96), o eixo de transmissão (100), o acoplamento universal superior (104) e o rotor (108) formam uma

parte do segundo condutor axial interno (212).

[0185] O alojamento de unidade de transmissão (138) é de preferência eletricamente isolado dos componentes do trem de acionamento (78) que passam através do alojamento de unidade de transmissão (138) para evitar um curto-circuito do sinal axial elétrico entre as posições axiais (48, 50). Este isolamento elétrico é alcançado na modalidade preferida ao prover o isolamento elétrico entre o alojamento de unidade de transmissão (138) e os componentes do trem de acionamento (78) que passam através dos mesmos. Qualquer maneira ou tipo de isolamento pode ser usado. De preferência, uma abertura de fluido é proporcionada entre a superfície interna do alojamento de unidade de transmissão (138) e as superfícies externas adjacentes do eixo de transmissão (100) e a cobertura de eixo de acionamento (92). Alternativamente, o isolamento, ou uma parte do mesmo, pode ser compreendido de um revestimento não-condutor aplicado a uma ou em ambas superfícies adjacentes. Qualquer revestimento não-condutor pode ser usado. Por exemplo, o revestimento não-condutor pode ser compreendido tanto de revestimento de epóxi como revestimento de Teflon (marca registrada). Um revestimento não condutor pode ser requerido quando a operação de perfuração envolve fluidos de perfuração altamente condutores.

[0186] Na modalidade preferida, a unidade de transmissão (40) é conectada à unidade de energia (38). A extremidade distal (106) do rotor (108) estende-se dentro da extremidade proximal (140) do alojamento de unidade de transmissão (138) e a extremidade distal (112) da extensão de rotor de flexão (114) estende-se dentro da extremidade proximal (146) do alojamento de unidade de energia (144). O rotor (108) e a extensão de rotor de flexão (114) são conectados um ao outro no alojamento de unidade de energia (144).

[0187] A unidade de energia (38) também forma parte do circuito de condução axial (22). O alojamento de unidade de energia (144) forma uma parte do segundo condutor axial externo (210). O rotor (108) e a extensão de rotor de flexão (114) formam uma parte do segundo condutor axial interno (212). Na modalidade preferida, a unidade de energia (38) é compreendida

de um motor de deslocamento positivo (PDM). A unidade de energia (38) pode, entretanto, ser compreendida de outros tipos de motor, tal como por exemplo um motor tipo turbina.

[0188] Na modalidade preferida, onde a unidade de energia (38) é compreendida de um motor de deslocamento positivo, o alojamento de unidade de energia (144) contém um estator (300). O estator (300) compreende uma luva helicoidal elastomérica que é fixada na superfície interior do alojamento de unidade de energia (144) e envolve o rotor (108). O rotor (108) é também helicoidal na forma e é girado no estator (300) através de pressão exercida sobre o rotor (108) através de fluidos de perfuração que são passados através do interior do conjunto de perfuração (24) durante as operações de perfuração.

[0189] O alojamento de unidade de perfuração (144) é eletricamente isolado dos componentes do trem de acionamento (78) que passam através do alojamento de unidade de energia (144) para evitar curto-circuito do sinal axial elétrico entre as posições axiais (48, 50). O isolamento elétrico do rotor (108) com relação ao alojamento de unidade de energia (144) na vizinhança do estator (300) é alcançado ao construir o estator (300) a partir de um material elastomérico eletricamente isolante. O isolamento elétrico do rotor (108) com relação ao alojamento de unidade de energia (144) diferentemente na vizinhança do estator (300) é alcançado ao proporcionar isolamento elétrico entre o rotor (108) e o alojamento de unidade de energia (144). Novamente, qualquer maneira ou tipo de isolamento pode ser usado. De preferência, uma abertura de fluido, como descrito acima, é proporcionada entre a superfície externa do rotor (108) e a superfície interna do alojamento de unidade de energia (14). Alternativamente, o isolamento, ou uma parte do mesmo, pode ser compreendido de um revestimento não-condutor, como descrito acima, aplicado em uma ou ambas superfícies adjacentes. Novamente, um revestimento não-condutor pode ser requerido quando a operação de perfuração envolver fluidos de perfuração altamente condutores.

[0190] Na modalidade preferida, a sub de ponte (36) é conectada a uma unidade de energia (38). A extensão do rotor de flexão (114) estende-

se através de todo comprimento da sub de ponte (36). O propósito da sub de ponte (36) é adaptar a conexão rosqueada na extremidade proximal (146) do alojamento de unidade de energia (144) até a conexão rosqueada na extremidade distal (154) do subalojamento de receptor (156). A sub de ponte (36) também forma parte do circuito de condução axial (22). O subalojamento de ponte (150) forma uma parte do segundo condutor axial externo (210). A extensão de rotor de flexão (114) forma uma parte do segundo condutor axial interno (212).

[0191] O subalojamento de ponte (150) é eletricamente isolado dos componentes de trem de acionamento (78) que passam através do subalojamento de ponte (150) para evitar um curto-circuito do sinal axial elétrico entre as posições axiais (48, 50). Na modalidade preferida, este isolamento elétrico é alcançado ao revestir a extensão de rotor de flexão (114) com um material eletricamente isolante. O revestimento pode ser compreendido de qualquer material isolante, tal como epóxi ou Teflon (marca registrada). Entretanto, na modalidade preferida, o revestimento é compreendido de um revestimento de Teflon (marca registrada) impregnado de sílica. Alternativamente, quando o fluido de perfuração não é altamente condutor, o isolamento elétrico pode ser alcançado através de uma abertura de fluido, como descrito acima.

[0192] Na modalidade preferida, o sub de receptor (34) é conectado à sub de ponte (36). A extremidade proximal (116) da extensão de rotor de flexão (114) estende-se dentro da extremidade distal (154) do subalojamento de receptor (156) e termina dentro do sub de receptor (34). A extremidade distal (154) do subalojamento de receptor (156) contém a parte superior do circuito de condução axial (22), enquanto a extremidade proximal (158) do subalojamento de receptor (156) proporciona um suspensor eletrônico superior (302).

[0193] O receptor (172) está contido dentro do subalojamento de receptor (156). A bobina do receptor (188) está contida no espaço do receptor anular eletricamente isolado (194) entre o subalojamento de receptor (156) e a extensão de rotor de flexão (114). O espaço de receptor anular (194) pode

ser isolado com qualquer material que irá servir para isolar eletricamente a bobina de receptor (188) das partes adjacentes do sub de receptor (34), desta maneira evitando um curto-circuito entre o condutor de receptor (190) e o sub de receptor (34). Na modalidade preferida, o espaço de receptor anular (194) é isolado com uma ou uma combinação de material de ar, espuma ou envasado. O espaço de receptor anular (194) é também de preferência completamente fechado de modo que a bobina de receptor (188) seja isolada e desta maneira protegida da pressão da formação durante as operações de perfuração.

[0194] O processador de receptor (196), o amplificador de receptor (198) e o suprimento de energia de receptor (200) são localizados no sub de receptor (34) no suspensor eletrônico superior (302). Uma cavidade de instrumento superior (304) é proporcionada no suspensor eletrônico superior (302) para conter estes componentes. O condutor de receptor (190) alimenta-se dentro da cavidade de instrumento superior (304). Um ou mais sensores pode ser eletricamente conectado com a cavidade de instrumento superior (304) para proporcionar o receptor (172) com informações para comunicação com o transmissor (170) através do circuito de condução axial (22). Alternativamente, o processador de receptor (196), o amplificador de receptor (198) e o suprimento de energia de receptor (200) podem ser localizados ou posicionados em uma sonda (não mostrada) acima do suspensor eletrônico superior (302).

[0195] Ademais, o receptor (172) é adaptado para ser eletricamente conectado com o sistema de comunicação de superfície (26), de preferência em uma extremidade proximal (306) do suspensor eletrônico superior (302), de modo que as informações recebidas pelo receptor (172) a partir do transmissor (170) através do circuito de condução axial (22) possam ser comunicadas a partir do receptor (172) até o sistema de comunicação de superfície (26) e de modo que as informações recebidas pelo receptor (172) a partir do sistema de comunicação de superfície (26) possam ser comunicadas para o transmissor (170) através do circuito de condução axial (22). Especificamente, uma cavidade de ligação ascendente de comunicações de

superfície (308) é proporcionada na extremidade proximal (306) do suspenso eletrônico superior (302).

[0196] Na modalidade preferida, o propósito do receptor (172) é produzir a partir do sinal axial elétrico, o sinal elétrico de receptor no condutor de receptor (190). Como resultado, preferivelmente o circuito de condução axial (22) estende-se através da bobina de receptor (188) para aumentar a exposição da bobina de receptor (188) até o fluxo magnético de variação criado pelo sinal axial elétrico no circuito de condução axial (22). A bobina de receptor (188) pode, entretanto, ser posicionada em qualquer local relativo ao circuito de condução axial (22) o qual resulta na exposição da bobina de receptor (188) até o fluxo magnético de variação.

[0197] O resultado preferido é alcançado na modalidade preferida através da configuração dos componentes do sub de receptor (34). A extremidade proximal (116) da extensão de rotor de flexão (114) é sustentada no subalojamento de receptor (156) através de um conjunto de mancal de anel deslizante. O conjunto de mancal de anel deslizante compreende um inserto de mancal de anel deslizante (310) que envolve a extensão de rotor de flexão (114) adjacente à extremidade proximal (116) da extensão de rotor de flexão (114) e um retentor de mancal de anel deslizante (312) que mantém o inserto de mancal de anel deslizante (310) no lugar.

[0198] O inserto de mancal de anel deslizante (310) forma parte da segunda conexão condutora (58) e aloja um anel deslizante (314). O anel deslizante (314) mantém contato entre a extensão de rotor de flexão (114) e o inserto de mancal de anel deslizante (310) ao abrandar rotativamente a extensão de rotor de flexão (114) da vibração causada pela rotação dos componentes de trem de acionamento (78). O anel deslizante (314) é confortavelmente mantido na posição em torno da extensão de rotor de flexão (114), de preferência através de uma mola de bobina (316) que propela o anel deslizante (314) radialmente para fora da extensão de rotor de flexão (114) e permite que o anel deslizante (314) adapte-se ao movimento radial da extensão de rotor de flexão (114) causado pela vibração dos componentes de trem de acionamento (78).

[0199] O segundo condutor axial interno (212) do circuito de condução axial (22) inclui o anel deslizante (314) e o inserto de mancal de anel deslizante (314) e a extensão de rotor de flexão (114) de modo que o sinal axial elétrico possa ser conduzido entre as posições axiais (48, 50) sem perda de energia significativa.

[0200] Na modalidade preferida, o espaço de receptor anular (194) é definido pelo inserto de mancal de anel deslizante (310) e a segunda posição axial (50) é definida pela segunda conexão condutora (58), que é um local de interface eletricamente condutora entre o inserto de mancal de anel deslizante (310) e o subalojamento de receptor (156). Na segunda conexão condutora (58), o sinal axial elétrico é capaz de mover-se entre o inserto de mancal de anel deslizante (310) e o subalojamento de receptor (156) sem encontrar resistência significativa. Na modalidade preferida, o sinal axial elétrico é portanto conduzido através da extensão de rotor de flexão (114), a partir da extensão de rotor de flexão (114) até o anel deslizante (314), a partir do anel deslizante (314) até o inserto de mancal de anel deslizante (310) e a partir do inserto de mancal de anel deslizante (310) até o subalojamento de receptor (156), com o resultado que o sinal axial elétrico passa através do interior da bobina de receptor (188). A condutividade da segunda conexão condutora (58) é aumentada pela presença de uma conexão rosqueada entre o inserto de mancal de anel deslizante (310) e o subalojamento de receptor (156).

[0201] Um curto-circuito do sinal elétrico axial no sub de receptor (34) é impedido, ao se proporcionar isolamento elétrico entre a extensão de rotor flexível (114) e o alojamento do sub de receptor (156) entre a extremidade distal (154) do alojamento do sub de receptor (156) e o local do anel deslizante (314). Em particular, o isolamento elétrico é proporcionado ao longo da interface entre o retentor do mancal do anel deslizante (312) e o alojamento do sub de receptor (156), ao longo da interface entre o inserto do mancal do anel deslizante (310) e o alojamento do sub de receptor (156) até o local do anel deslizante (314). Qualquer maneira ou tipo de isolamento elétrico pode ser proporcionado ao longo da interface. Entretanto, de preferência, o isola-

mento é compreendido de um revestimento não-condutor aplicado em uma ou ambas entre a superfície interna e o alojamento do sub de receptor (156) e as superfícies externas do retentor de mancal do anel deslizante (312) e o inserto de mancal do anel deslizante (310). Qualquer revestimento não condutor pode ser usado. Por exemplo, o revestimento não-condutor pode ser compreendido tanto de um revestimento de epóxi como de um revestimento de Teflon (marca de comércio). Na modalidade preferida, o revestimento é compreendido de um epóxi de alta temperatura.

[0202] O sistema da presente invenção, portanto, é direcionado ao fornecimento de um circuito condutor axial (22) com resistência mínima que se estende entre as posições axiais (48, 50) e que podem conduzir o sinal elétrico axial entre as posições axiais (48, 50) sem perdas significativas de energia, devido a curtos circuitos ou desvio do sinal elétrico axial tanto para a formação como para a lama de perfuração ou demais fluidos que passam através da coluna de perfuração durante as operações de perfuração.

[0203] Na modalidade preferida, o sinal elétrico axial é proporcionado ao circuito axial condutor (22) pelo transmissor (170), que é acoplado eletricamente no circuito condutor axial (22) por meio de técnicas de acoplamento transformadoras, e o sinal elétrico axial é recebido pelo receptor (172), que também é acoplado eletricamente ao circuito condutor axial (22) usando-se técnicas de acoplamento transformadoras. Na modalidade preferida, o transmissor (170) e o receptor (172) são ambos transceptores e são construídos de forma idêntica, com exceção de sua configuração mecânica específica.

[0204] Na modalidade preferida, o circuito condutor axial (22) é compreendido do primeiro condutor axial interno (204) que é conectado eletricamente com o segundo condutor axial interno (212), a segunda conexão condutora (58) e o segundo condutor axial externo (210) que é conectado eletricamente com o primeiro condutor axial externo (202) e a primeira conexão condutora (56). De preferência, os primeiro e segundo condutores axiais internos (204, 212) e os primeiro e segundo condutores axiais externos (202, 210), são eletricamente isolados entre si entre as conexões condutoras (56,

58), para minimizar os curtos circuitos. Ademais, os componentes que constituem os condutores axiais (202, 204, 210, 212), são conectados, de modo a minimizar a resistência entre os componentes, também para minimizar o desvio do sinal elétrico axial na formação ou fluidos de perfuração que passam entre ele e para minimizar perdas de energia. Finalmente, as conexões condutoras (56, 58) também são configuradas para minimizar sua resistência, novamente para minimizar o desvio do sinal elétrico axial na formação ou fluidos de perfuração e para minimizar perdas de energia.

[0205] O sistema de comunicação de superfície (26) possui uma extremidade distal (318) para conexão com a extremidade superior (30) do conjunto de perfuração (24) e a extremidade proximal (320) para conexão com o tubo de perfuração (28). O sistema de comunicação (26) pode ser compreendido de qualquer sistema ou combinação de sistemas, que são capazes de comunicarem-se com o receptor (172). Na modalidade preferida, o sistema de comunicação de superfície (26) é um sistema de pulso de pressão de lama (fluido de perfuração), um sistema acústico, e um sistema por cabo ou um sistema eletromagnético.

[0206] A coluna de perfuração (20) pode incluir adicionalmente um ou mais comprimentos de tubo de perfuração tubular (28) que se estende a partir da extremidade proximal (320) do sistema de comunicação de superfície (26) por pelo menos uma parte da distância até a superfície. Neste caso, o receptor (172) pode ser colocado na superfície ou em qualquer local dentro ou poço acima do tubo de perfuração (28), de tal forma que o circuito condutor axial estenda-se através de pelo menos uma parte do tubo de perfuração (28). Alternativamente, o tubo de perfuração (28) pode compreender um circuito condutor axial adicional ou separado (22). Por exemplo, o circuito condutor axial (22) descrito anteriormente com relação à montagem de perfuração (24) pode compreender um primeiro circuito condutor axial, ao mesmo tempo em que o tubo de perfuração (28), seja sozinho, seja em combinação com os demais componentes da coluna de perfuração (20) acima do conjunto de perfuração (24), pode compreender um segundo circuito condutor axial (22).

[0207] Reportando-se às Figuras 4 e 5, o comprimento desejado do tubo de perfuração (28) é compreendido de pelo menos uma seção de tubo (322) e, de preferência, uma pluralidade de seções de tubo interconectadas (322), que podem compreender uma parte de um circuito condutor axial (22). Qualquer número de seções de tubo (322) pode ser interconectada conforme necessário para estender o circuito condutor axial (22) na distância desejada ao longo da coluna de perfuração (20). Mais particularmente, a extensão do tubo de perfuração (28) é compreendido de um terceiro condutor axial externo (324), um terceiro condutor axial interno (326) e o isolador elétrico (76). Sendo assim, o condutor axial externo (54) descrito anteriormente pode ser compreendido do terceiro condutor axial externo (324), e o terceiro condutor axial interno (52) descrito anteriormente pode ser compreendido do terceiro condutor axial interno (326), de tal forma que uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do terceiro condutor axial externo (324) e do terceiro condutor axial interno (326).

[0208] Se o tubo de perfuração (28) compreender uma parte do circuito condutor axial (22), que se estende a partir do conjunto de perfuração (24), o terceiro condutor axial externo (324) é preferivelmente conectado eletricamente, quer direta, quer indiretamente e por meio de um mecanismo de conexão elétrica, com o segundo condutor axial externo (210). Similarmente, o terceiro condutor axial interno (326) é conectado de preferência eletricamente, quer direta, quer indiretamente, e por meio de um mecanismo de conexão elétrica com o segundo condutor axial interno (212).

[0209] Em maiores detalhes, o terceiro condutor axial externo (324) define a superfície circunferencial interna (60), que define adicionalmente o eixo geométrico longitudinal condutor externo (62), particularmente, o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (328). Similarmente, o terceiro condutor axial interno (326) define a superfície circunferencial externa (64) que define adicionalmente o eixo geométrico longitudinal do condutor interno (66), particularmente, um terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (330). O terceiro condutor axial interno (326) é conectado fixamente dentro do terceiro condutor axial interno (324), de tal forma que o

espaço anular (68) é definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60) e de forma tal que o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (328) e o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (330) são substancialmente coincidentes. Da mesma forma, o isolador elétrico (76) é colocado dentro do espaço anular (68). Finalmente, o terceiro condutor axial interno (326) define uma parte do caminho de fluido (74) adequado para conduzir fluido através dele.

[0210] Na modalidade preferida, o terceiro condutor axial externo (324) é compreendido de um membro tubular externo condutor (332) ou junta do tubo de perfuração (28). O terceiro condutor axial interno (326) é compreendido de um membro tubular interno condutor (334) ou mandril que é conectado de forma fixada dentro do membro tubular interno (340). O membro tubular interno (334) pode ser compreendido de qualquer tubo metálico condutor, entretanto, o membro tubular interno (334) é compreendido preferencialmente de uma tubulação de Cobre/Níquel 90/10, que é relativamente resistente à abrasão e resistente à corrosão.

[0211] O isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68) entre o membro tubular externo (340) e o membro tubular interno (342). De preferência, o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento elétrico do material isolante eletricamente, aplicado a pelo menos uma entre a superfície circunferencial externa (64) do membro tubular interno (334) e a superfície circunferencial interna (60) do membro tubular externo (332). Na modalidade preferida, o isolador elétrico (76) é uma resina epóxi endurecida.

[0212] Alternativamente, o terceiro condutor axial interno (326) pode ser compreendido de uma camada de material eletricamente condutor. Mais particularmente, o terceiro condutor axial interno (326) pode ser compreendido de um revestimento condutor do material eletricamente condutor aplicado no isolador elétrico (76). Por exemplo, o isolador elétrico (76) pode ser compreendido de um revestimento com base em cerâmica isolante aplicado na superfície circunferencial interna (60) do membro tubular externo (332). O terceiro condutor axial interno (326) pode então ser compreendido de um

revestimento cerâmico condutor impregnado com metal aplicado no revestimento com base de cerâmica isolante. Para formar o condutor axial interno (326), as partículas de metal são misturadas preferencialmente com revestimento de cerâmica, de tal forma que as partículas de metal possuem uma concentração suficiente para proporcionar um caminho elétrico relativamente confiável. Cada um dos revestimentos de cerâmica proporciona preferivelmente resistência à erosão e desgaste durante o uso.

[0213] As seções de tubo adjacentes (322) são conectadas preferivelmente umas nas outras para que se forme o tubo de perfuração (28) através de uma conexão rosqueada. Especificamente, cada seção de tubo (322) é compreendida preferivelmente de um conector de caixa rosqueado (338) em uma extremidade e um conector de pino rosqueado (340) na outra extremidade. Desta forma, para conectar as seções de tubo (322), o conector de caixa rosqueado (338) de uma seção de tubo (322) é engatado com conector de pino rosqueado (340) de uma seção de tubo adjacente (322). Ao conectar as seções de tubo (322), a conexão elétrica ou contato entre as seções de tubo adjacentes (322) é proporcionada preferivelmente através das roscas ou conexão rosqueada.

[0214] Especificamente, quando as seções do tubo de perfuração (322) são rosqueadas umas nas outras, os membros tubulares externos condutores (332) compreendendo o terceiro condutor axial interno (324) são eletricamente conectados pelo engate das partes rosqueadas (340, 342). A conexão elétrica dos membros tubulares internos condutores (334) compreendendo o terceiro condutor axial interno (326) pode ser proporcionada por meio de qualquer mecanismo ou dispositivo capaz de conectar eletricamente os membros tubulares internos (334) enquanto isolam os membros tubulares internos (334) dos membros tubulares externos (332) para impedir curto circuito do sinal elétrico axial. De preferência, a conexão elétrica dos membros tubulares internos (334) é proporcionada por meio de um conector de furo atravessante (342). Qualquer conector de furo atravessante adequado (342) pode ser proporcionado.

[0215] Reportando-se à Figura 5, o conector de furo atravessante

(342) é compreendido preferivelmente de um anel conector interno condutor (344) que fica posicionado dentro da trajetória de fluido (74) proporcionada pelos membros tubulares internos (334) entre as extremidades adjacentes das seções de tubo (322) para proporcionar a conexão elétrica entre as extremidades adjacentes dos membros tubulares interno (334). Ademais, para intensificar ou facilitar a conexão elétrica, o conector de furo atravessante (342) também é compreendido preferivelmente de uma mola (346) posicionada entre as extremidades adjacentes dos membros tubulares internos (334).

[0216] A invenção também inclui um método para comunicar informações ao longo de uma coluna de perfuração (20) entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50). De preferência, o método é executado utilizando-se o sistema como descrito anteriormente.

[0217] Em uma modalidade preferida da invenção, a informação pode ser comunicada em cada direção entre o transmissor (170) e o receptor (172) e tanto o transmissor (170) como o receptor (172) funcionam como transceptores. O receptor (172), portanto, é capaz de proporcionar um sinal elétrico transmissor e o transmissor (170) é capaz de fornecer um sinal elétrico receptor dependendo da direção na qual a informação estiver sendo comunicada. Como resultado, na discussão do método que se segue, a expressão "sinal elétrico transmissor" quer dizer um sinal elétrico que é conduzido tanto pelo transmissor (170) como pelo receptor (172) quando funciona como um transmissor e "sinal elétrico receptor" é um sinal elétrico que é conduzido pelo transmissor (170) ou receptor (172) quando funciona como receptor.

[0218] Conforme descrito antes, o sinal elétrico axial pode ser qualquer sinal elétrico variado que pode ser modulado para concretizar as informações. Na modalidade preferida, o sinal elétrico axial é induzido no circuito condutor axial (22) pelo sinal elétrico transmissor. De preferência, o sinal elétrico axial é induzido no circuito condutor axial (22) com o auxílio de um "efeito de retorno" (flyback) criado na bobina do transmissor (174). Este efeito de retorno é alcançável se o sinal elétrico transmissor for um sinal de pul-

so quadrado que pode produzir uma taxa teoricamente infinita de alteração do fluxo magnético entre os pulsos. O efeito de retorno cria uma voltagem de retorno que é amplificada em comparação com a voltagem do sinal elétrico transmissor.

[0219] Na modalidade preferida do método da invenção, a magnitude da voltagem de retorno é aproximadamente 5 vezes a voltagem do sinal elétrico transmissor, se um pulso quadrado unipolar for usado como o sinal elétrico variado para o sinal elétrico transmissor. A magnitude do efeito de retorno, entretanto, depende das características específicas do sinal elétrico transmissor e da bobina transmissora (174).

[0220] Os sinais elétricos variantes unipolar e bipolar podem produzir o efeito de retorno. Entretanto, o uso de um sinal unipolar tende a simplificar a criação e a aplicação do efeito de retorno. Por exemplo, com um sinal elétrico variante unipolar como o sinal elétrico transmissor, o acoplamento transformador produz um sinal elétrico axial bipolar e um sinal elétrico receptor bipolar. Devido à mudança na direção da corrente, o receptor (172) tende a desenvolver um desvio ou polarização zero. Como resultado, na modalidade preferida, o sinal elétrico transmissor é um sinal de pulso quadrado unipolar, de forma que o efeito de retorno possa ser criado de uma maneira relativamente simples. Um sinal unipolar pode, no entanto, criar um efeito de histerese nos núcleos (178, 192) e, assim, deveria ser usado com cuidado para evitar magnetizar permanentemente os núcleos (178, 192).

[0221] Muito embora qualquer frequência de sinal elétrico variável possa ser usado na execução do método, preferivelmente o sinal elétrico transmissor varia em uma frequência portadora entre cerca de 1 hertz e cerca de 2 megahertz. Mais preferivelmente o sinal elétrico transmissor varia em uma frequência portadora entre cerca de 10 kilohertz e cerca de 2 megahertz. Na modalidade preferida, o sinal elétrico transmissor varia em uma frequência portadora de cerca de 400 kilohertz.

[0222] O sinal elétrico transmissor pode ser modulado de qualquer maneira para concretizar as informações. Na modalidade preferida, o sinal elétrico transmissor é um sinal de frequência modulada (FM).

[0223] Os núcleos (178, 192) das bobinas (174, 188) podem ser de qualquer tamanho ou formato e podem ser enrolados em qualquer número de enrolamentos. Os núcleos (178, 192) e as bobinas (174, 188) podem ser os mesmos ou podem ser diferentes. De preferência, entretanto, a bobina transmissora (174) e a bobina receptora (188) são enroladas com o condutor transmissor (176) e o condutor receptor (190) respectivamente para alcançar uma frequência ressonante que é compatível com o comprimento de onda (e, por conseguinte, a frequência), do sinal elétrico transmissor.

[0224] Na modalidade preferida, a bobina transmissora (174) e a bobina receptora (188) são enroladas de forma idêntica, mas o número específico de enrolamentos nos núcleos (178, 192) dependerá do tamanho, formato e características eletromagnéticas dos núcleos (178, 192), e dos parâmetros operacionais desejados específicos do transmissor (170), o receptor (172) e o circuito condutor axial (22). Como resultado, não é necessário que as bobinas (174, 188) tenham o mesmo número de enrolamentos, particularmente se os núcleos (178, 192) tiverem tamanhos diferentes ou características eletromagnéticas diferentes.

[0225] Na modalidade preferida, os núcleos (178, 192) das bobinas (174, 188) são aproximadamente quadrados no corte transversal e possuem uma área em corte transversal de cerca de 400 milímetros quadrados. O diâmetro externo dos núcleos (178, 192), é de cerca de 100 milímetros e o diâmetro interno dos núcleos (178, 192) é de cerca de 75 milímetros. As bobinas (174, 188) são enroladas com o número necessário de enrolamentos requeridos, para alcançar a frequência ressonante desejada, como tratado acima e conforme medido por um metro de impedância. Entretanto, na modalidade preferida, cada uma das bobinas (174, 188) possui cerca de 125 enrolamentos.

[0226] Muito embora qualquer voltagem possa ser usada na invenção, a voltagem do sinal elétrico do transmissor é limitada pela escolha dos componentes e pelo consumo de energia. É preferível minimizar o consumo de energia e minimizar o tamanho dos fornecimentos de energia necessários (186, 200). De preferência, a voltagem do sinal elétrico do transmissor fica

entre cerca de 2 volts (pico a pico) e cerca de 10 volts (pico a pico). O termo "pico e pico" refere-se à proporção da variação da voltagem do sinal elétrico. Mais preferivelmente, a voltagem do sinal elétrico transmissor é de cerca de 5 volts (pico e pico). Como declarado, a voltagem de retorno considerada em aproximadamente 5 vezes a voltagem do sinal elétrico transmissor. Por conseguinte, na modalidade preferida, a voltagem de retorno é de aproximadamente 25 volts (pico e pico). Na modalidade preferida, se o sinal elétrico for um sinal elétrico unipolar variante, a voltagem fica entre cerca de 2 volts (pico) e cerca de 10 volts (pico).

[0227] Muito embora qualquer proporção de energia elétrica possa ser usada na invenção, a produção de energia do sinal elétrico transmissor é minimizada preferivelmente a fim de reduzir as exigências de potência do sistema e assim o tamanho do fornecimento de energia transmissora (186). Na modalidade preferida, cada transmissor (170) e receptor (172) também podem recolher informações para comunicação entre as posições axiais (48, 50). Como resultado, na modalidade preferida, o suprimento de energia transmissora (186) serve para energizar o transmissor (170) e quaisquer sensores (168) que forneçam informações ao transmissor (170) para comunicação ao receptor (172) e o suprimento de energia do receptor (200) serve para energizar o receptor (172) e quaisquer sensores (168) que forneça informações ao receptor (172) para comunicação ao transmissor (170).

[0228] De preferência, o suprimento de energia do transmissor (186) energiza o transmissor (170) e todos os sensores associados (168) e demais componentes, enquanto que o suprimento de energia receptora (200) energiza o receptor (172) e a totalidade de seus sensores associados (168) e demais componentes. Entretanto, um suprimento de energia separado (não-mostrado) pode ser proporcionado para energizar quaisquer dos sensores (168) ou componentes associados com um ou com ambos entre o transmissor (170) e o receptor (172).

[0229] Na modalidade preferida, o suprimento de energia do transmissor (186) inclui uma ou mais baterias CC que podem ser conectadas em série ou paralelas para alcançar uma voltagem desejada, consumo de corrente

e energia para um sinal elétrico transmissor gerados pelo transmissor (170) e para energizar qualquer das demais funções que tem que ser executadas pelo transmissor (170). Similarmente, o suprimento de energia do receptor (200) inclui preferivelmente uma ou mais baterias CC que podem ser conectadas em série ou paralelas para alcançar um consumo desejado de voltagem, corrente ou energia para um sinal elétrico receptor gerado pelo receptor (172) e para energizar quaisquer outras funções que tenham que ser executadas pelo receptor (172).

[0230] O procedimento para comunicar informações provenientes do transmissor (170) para o receptor (172) durante as operações de perfuração, de acordo com uma modalidade preferida da invenção é como se segue.

[0231] Primeiramente, a informação é obtida durante as operações de perfuração pelos sensores (168) colocados na broca de perfuração (85). Esta informação é gerada pelo processador transmissor (182). Um oscilador no processador transmissor (182) cria um sinal de portador variante em uma frequência de cerca de 400 kilohertz cujo sinal de portador é modulado pelo processador transmissor (182) usando-se técnicas de modulação de frequência para concretizar as informações no mesmo para formar o sinal elétrico do transmissor. Sendo assim, as informações são recebidas dos sensores (168) e o sinal elétrico transmissor é gerado a partir deles.

[0232] Em segundo lugar, o sinal elétrico transmissor que concretiza as informações é amplificado pelo amplificador transmissor (184) e o sinal elétrico transmissor amplificado é conduzido através da bobina do transmissor (174) através do condutor transmissor (176), de maneira que o sinal elétrico transmissor que passa através da bobina transmissora (174) possui uma voltagem de cerca de 5 volts (pico e pico), e uma produção de energia menor que cerca de 50 miliwatts.

[0233] Em terceiro lugar, o sinal elétrico transmissor induz no circuito condutos axial (22) a condução do sinal elétrico axial concretizando a informação. Em uma frequência de cerca de 400 kilohertz, a voltagem preferida do sinal elétrico transmissor de 5 volts (pico a pico) produz uma voltagem de retorno de aproximadamente 25 volts (pico e pico). Ademais, na modalidade

preferida, se a voltagem de retorno for de cerca de 25 volts (pico e pico), e o transmissor (170) tiver cerca de 125 enrolamentos, um sinal elétrico axial é induzido no circuito condutor axial (22) tendo uma voltagem escalonada descendentemente mas uma corrente escalonada ascendentemente.

[0234] Em quarto lugar, a condução do sinal elétrico axial no circuito condutor axial (22) induz na bobina receptora (188) a condução do sinal elétrico receptor que concretiza as informações. Na modalidade preferida, se o sinal elétrico axial tiver uma voltagem de cerca de 0,2 volt (pico a pico), e o receptor (172) tiver cerca de 125 enrolamentos, um sinal elétrico receptor é induzido no receptor (172) tendo uma voltagem escalonada ascendentemente de cerca de 25 volts (pico a pico). Este valor, no entanto, é amortecido e atenuado pela resistência no circuito condutor axial (22) e qualquer curto-circuito do sinal elétrico axial através dos condutores axiais interno e externo (52, 54).

[0235] Em quinto lugar, o sinal elétrico receptor é amplificado pelo amplificador receptor (198) e o sinal elétrico do receptor amplificado passa através do processador receptor (196) para processamento, se o sinal elétrico receptor for demodulado para obter as informações provenientes do sinal elétrico receptor.

[0236] O procedimento para comunicação das informações provenientes do receptor (172) ao transmissor (170) durante as operações de perfuração, de acordo com a modalidade preferida da invenção é essencialmente o inverso do procedimento para comunicar informações provenientes do transmissor (170) ao receptor (172), com o resultado de que o transmissor (170) funciona como um receptor e o receptor (172) funciona como um transmissor.

[0237] As modalidades da invenção, nas quais se reivindica um privilégio ou propriedade exclusiva, são definidas como se segue:

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de telemetria para a comunicação de informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração (20), sendo que a coluna de perfuração (20) é compreendida de um trem de acionamento (78) sustentado dentro de um alojamento (80), sendo que o sistema compreende:

- (a) um circuito condutor axial (22) formado pela coluna de perfuração (20) para conduzir um sinal elétrico axial que concretiza as informações entre uma primeira posição axial (48) na coluna de perfuração (20) e uma segunda posição axial (50) na coluna de perfuração (20), cujo circuito condutor axial (22) estende-se entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50); e
- (b) um transmissor (170) que transmite informações ao circuito condutor axial (22);

em que o trem de acionamento (78) é compreendido de uma extremidade do fundo do poço (82), em que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) estende-se a partir de e é colocada abaixo do alojamento (80), caracterizado pelo fato de que pelo menos uma entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) é colocada na extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78), em que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um conjunto de broca de perfuração (46), em que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do conjunto de broca de perfuração (46), e em que uma entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) situa-se no conjunto de broca de perfuração (46).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um eixo de acionamento (84) e em que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do eixo de acionamento (84).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado

pelo fato de que o trem de acionamento (78) é sustentado de forma rotativa dentro do alojamento (80).

4. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente pelo menos um sensor (168) colocado na extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78), em que o sensor (168) fornece informações ao transmissor (170).

5. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente pelo menos um sensor (168) colocado no conjunto de broca de perfuração (46), em que o sensor (168) fornece informações ao transmissor (170).

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um receptor (172) que recebe as informações provenientes do circuito condutor axial (22).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o receptor (172) é adaptado para ser conectado eletricamente com um sistema de comunicação de superfície (26) para que as informações provenientes do sensor (168) possam ser comunicadas pelo sistema de comunicação de superfície (26).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que o receptor (172) e o transmissor (170) são ambos transceptores que podem tanto transmitir como receber as informações.

9. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de:

- (a) um primeiro condutor axial externo (202) tendo uma superfície circunferencial interna (60) que define um eixo geométrico longitudinal do condutor externo (206);
- (b) um primeiro condutor axial interno (204) tendo uma superfície circunferencial externa (64) que define um eixo geométrico longitudinal do condutor interno (208), em que o primeiro condutor axial interno (204) é conectado fixamente

dentro do primeiro condutor axial externo (202), de tal forma que um espaço anular (68) é definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60), em que o eixo geométrico longitudinal do primeiro condutor externo (206) e o eixo geométrico longitudinal do primeiro condutor interno (208) são substancialmente coincidentes e em que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do primeiro condutor axial externo (202) e do primeiro condutor axial interno (204); e

- (c) um isolador elétrico (76) disposto dentro do espaço anular (68).

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor axial interno (204) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que uma parte do circuito condutor axial (22) é formado pela coluna de perfuração (20) acima da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) e em que uma parte do circuito condutor axial (22) acima da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um segundo condutor axial externo (210) compreendido do alojamento (80) e de um segundo condutor axial interno (212) compreendido do trem de acionamento (78).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o trem de acionamento (78) é sustentado de forma rotativa dentro do alojamento (80).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor axial externo (202) é conectado eletricamente com o segundo condutor axial externo (210) e em que o primeiro

condutor axial interno (204) é conectado eletricamente com o segundo condutor axial interno (212).

15. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que o transmissor (170) é compreendido de um condutor de transmissor (176) para conduzir um sinal elétrico do transmissor concretizando as informações de tal forma que a condução do sinal elétrico axial no circuito condutor axial (22) será induzida a partir da condução do sinal elétrico transmissor no condutor transmissor (176).

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o receptor (172) é compreendido de um condutor receptor (190) para conduzir um sinal elétrico receptor concretizando as informações tal que a condução do sinal elétrico do receptor no condutor receptor (190) será induzida a partir da condução do sinal elétrico axial no circuito condutor axial (22).

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma parte da coluna de perfuração (20) entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) é compreendida de:

- (i) um condutor axial externo (54) tendo uma superfície circunferencial interna (60) que define um eixo geométrico longitudinal do condutor externo (62);
- (ii) um condutor axial interno (52) tendo uma superfície circunferencial externa (64) que define um eixo geométrico longitudinal do condutor interno (66), em que o condutor axial interno (52) é conectado fixamente dentro do condutor axial externo (54), de tal modo que um espaço anular (68) é definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60), em que o eixo geométrico longitudinal do condutor externo (62) e o eixo geométrico longitudinal do condutor interno (66) são substancialmente coincidentes e em que pelo menos uma parte do

circuito condutor axial (22) é compreendida do condutor axial externo (54) e do condutor axial interno (52);
e

- (iii) um isolador elétrico (76) disposto dentro do espaço anular (68).

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um receptor (172) para receber as informações a partir do circuito condutor axial (22).

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o condutor axial externo (54) é compreendido de um membro tubular externo (70).

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante de material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma dentre a superfície circunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície circunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o condutor axial interno (52) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o condutor axial interno (52) é compreendido de um membro tubular interno (72) conectado fixamente dentro do condutor axial externo (54).

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de:

- (a) um primeiro condutor axial externo (202) tendo uma superfície circunferencial interna (60) que define um primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (206);

- (b) um primeiro condutor axial interno (204) tendo uma superfície circunferencial externa (64) que define um primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (208), em que o primeiro condutor axial interno (204) é conectado fixamente dentro do primeiro condutor axial externo (202), de tal forma que um espaço anular (68) seja definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60),
em que o primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (206) e o primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (208) são substancialmente coincidentes, em que o condutor axial externo (54) é compreendido do primeiro condutor axial externo (202), e em que o condutor axial interno (52) é compreendido do primeiro condutor axial interno (204), de tal forma que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do primeiro condutor axial externo (202) e do primeiro condutor axial interno (204); e
- (c) um isolador elétrico (76) disposto dentro do espaço anular (68).

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor axial interno (204) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma entre a superfície circunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície circunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado

pelo fato de que uma parte do circuito condutor axial (22) é formada pela coluna de perfuração (20) acima da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) e em que uma parte do circuito condutor axial (22) acima da extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um segundo condutor axial externo (210) compreendido do alojamento (80) e de um segundo condutor axial interno (212) compreendido do trem de acionamento (78).

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o trem de acionamento (78) é sustentado de forma rotativa dentro do alojamento (80).

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor axial externo (202) é conectado eletricamente com o segundo condutor axial externo (210) e em que o primeiro condutor axial interno (204) é conectado eletricamente com o segundo condutor axial interno (212).

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor axial interno (204) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma entre a superfície circunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície circunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a coluna de perfuração (20) é compreendida de uma extensão do tubo de perfuração tubular (28) e em que a extensão do tubo de perfuração (28) é compreendida de:

- (a) um terceiro condutor axial externo (324) tendo uma superfície circunferencial interna (60) que define um terceiro eixo

geométrico longitudinal do condutor externo (328);

- (b) um terceiro condutor axial interno (326) tendo uma superfície circunferencial externa (64) que define um terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (330), em que o terceiro condutor axial interno (326) é conectado fixamente dentro do terceiro condutor axial externo (324), de tal forma que um espaço anular (68) seja definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60), em que o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (328) e o terceiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (330) são substancialmente coincidentes, em que o condutor axial externo (54) é compreendido do terceiro condutor axial interno (324), e em que o condutor axial interno (52) é compreendido do terceiro condutor axial interno (326), de tal forma que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do terceiro condutor axial externo (324) e do terceiro condutor axial interno (326); e

- (c) um isolador elétrico (76) disposto dentro do espaço anular (68).

35. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o terceiro condutor axial interno (326) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

36. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

37. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma dentre a superfície circunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície circunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

38. Sistema, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado

pelo fato de que a extensão do tubo de perfuração (28) situa-se acima do alojamento (80).

39. Sistema, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida de um segundo condutor axial externo (210) compreendido do alojamento (80) e de um segundo condutor axial interno (212) compreendido do trem de acionamento (78).

40. Sistema, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o trem de acionamento (78) é sustentado de forma rotativa dentro do alojamento (80).

41. Sistema, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o terceiro condutor axial externo (324) é conectado eletricamente com o segundo condutor axial externo (210) e em que o terceiro condutor axial interno (326) é conectado eletricamente com o segundo condutor axial interno (212).

42. Sistema, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o terceiro condutor axial interno (326) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

43. Sistema, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

44. Sistema, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma entre a superfície circunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície circunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

45. Sistema, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o trem de acionamento é compreendido de uma extremidade do fundo do poço, em que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) estende-se a partir de e situa-se abaixo do alojamento (80), e em que pelo menos uma dentre a primeira posição axial e segunda posição axial situa-se na extremidade do fundo do poço (82) do trem de aci-

onamento (78).

46. Sistema, de acordo com a reivindicação 45, caracterizado pelo fato de que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de:

- (a) um primeiro condutor axial externo (202) tendo uma superfície circunferencial interna (60) que define um primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (206);
- (b) um primeiro condutor axial interno (204) tendo uma superfície circunferencial externa (64) que define um primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (208), em que o primeiro condutor axial interno (204) é conectado fixamente dentro do primeiro condutor axial externo (202), de tal forma que um espaço anular (68) seja definido entre a superfície circunferencial externa (64) e a superfície circunferencial interna (60), em que o primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor externo (206) e o primeiro eixo geométrico longitudinal do condutor interno (208) são substancialmente coincidentes, em que o condutor axial externo (54) é compreendido do primeiro condutor axial externo (202), e em que o condutor axial interno (52) é compreendido do primeiro condutor axial interno (204), de tal forma que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do primeiro condutor axial externo (202) e do primeiro condutor axial interno (204); e
- (c) um isolador elétrico (76) disposto dentro do espaço anular (68).

47. Sistema, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que o trem de acionamento (78) é sustentado de forma rotativa dentro do alojamento (80).

48. Sistema, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor axial externo (202) é eletricamente conectado com o segundo condutor axial externo (210) e em que o primeiro

condutor axial interno (204) é eletricamente conectado com o segundo condutor axial interno (212).

49. Sistema, de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de que o terceiro condutor axial externo (324) é eletricamente conectado com o segundo condutor axial externo (210) e em que o terceiro condutor axial interno (326) é eletricamente conectado com o segundo condutor axial interno (212).

50. Sistema, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) define um caminho de fluido (74) adequado para conduzir através dele um fluido.

51. Sistema, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de uma camada de um material eletricamente isolante disposto dentro do espaço anular (68).

52. Sistema, de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que o isolador elétrico (76) é compreendido de um revestimento isolante do material eletricamente isolante aplicado em pelo menos uma dentre a superfície circunferencial externa (64) do condutor axial interno (52) e a superfície circunferencial interna (60) do condutor axial externo (54).

53. Método para comunicar informações axialmente ao longo de uma coluna de perfuração (20) compreendida de um trem de acionamento (78) sustentado dentro de um alojamento (80), sendo que o método compreende a etapa de conduzir um sinal elétrico axial que concretiza as informações entre uma primeira posição axial (48) na coluna de perfuração (20) e uma segunda posição axial (50) na coluna de perfuração (20) através de um circuito de condução axial (22) formado pela coluna de perfuração (20), cujo circuito condutor axial (22) estende-se entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50), em que o trem de acionamento (78) é compreendido de uma extremidade do fundo do poço (82), em que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) estende-se a partir de e se situa abaixo do alojamento (80), caracterizado pelo fato de que pelo menos uma entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50)

situa-se na extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78), em que a extremidade do fundo do poço (82) do trem de acionamento (78) é compreendida de um conjunto de broca de perfuração (46), em que pelo menos uma parte do circuito condutor axial (22) é compreendida do conjunto de broca de perfuração (46), e

em que uma entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50) situa-se no conjunto de broca de perfuração (46).

54. Método, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente as seguintes etapas:

- (a) conduzir através de um condutor transmissor (176) um sinal elétrico transmissor concretizando as informações; e
- (b) induzir a partir da condução do sinal elétrico transmissor a condução através do circuito condutor axial (22) do sinal elétrico axial.

55. Método, de acordo com a reivindicação 53, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de induzir a partir da condução do sinal elétrico axial, a condução através de um condutor receptor (190) de um sinal elétrico receptor que concretiza as informações.

56. Método, de acordo com a reivindicação 54, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de induzir a partir da condução do sinal elétrico axial a condução através de um condutor receptor (190) de um sinal elétrico receptor concretizando as informações.

57. Método, de acordo com a reivindicação 56, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas a seguir, antes de conduzir o sinal elétrico transmissor através do condutor transmissor (176):

- (a) receber as informações; e
- (b) gerar o sinal elétrico transmissor.

58. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa após conduzir o sinal elétrico receptor através do condutor receptor (190) de obtenção de informações provenientes do sinal elétrico receptor.

59. Método, de acordo com a reivindicação 58, caracterizado

pelo fato de que o condutor transmissor (176) e o condutor receptor (190) são colocados entre a primeira posição axial (48) e a segunda posição axial (50).

60. Método, de acordo com a reivindicação 59, caracterizado pelo fato de que o sinal elétrico transmissor é compreendido de um sinal elétrico variante tendo uma frequência portadora entre cerca de 10 kilohertz e cerca de 2 megahertz.

61. Método, de acordo com a reivindicação 60, caracterizado pelo fato de que o sinal elétrico transmissor possui uma voltagem entre cerca de 2 volts (pico) e cerca de 10 volts (pico).

62. Método, de acordo com a reivindicação 61, caracterizado pelo fato de que o sinal elétrico transmissor é um sinal elétrico variante unipolar.



FIG. 1



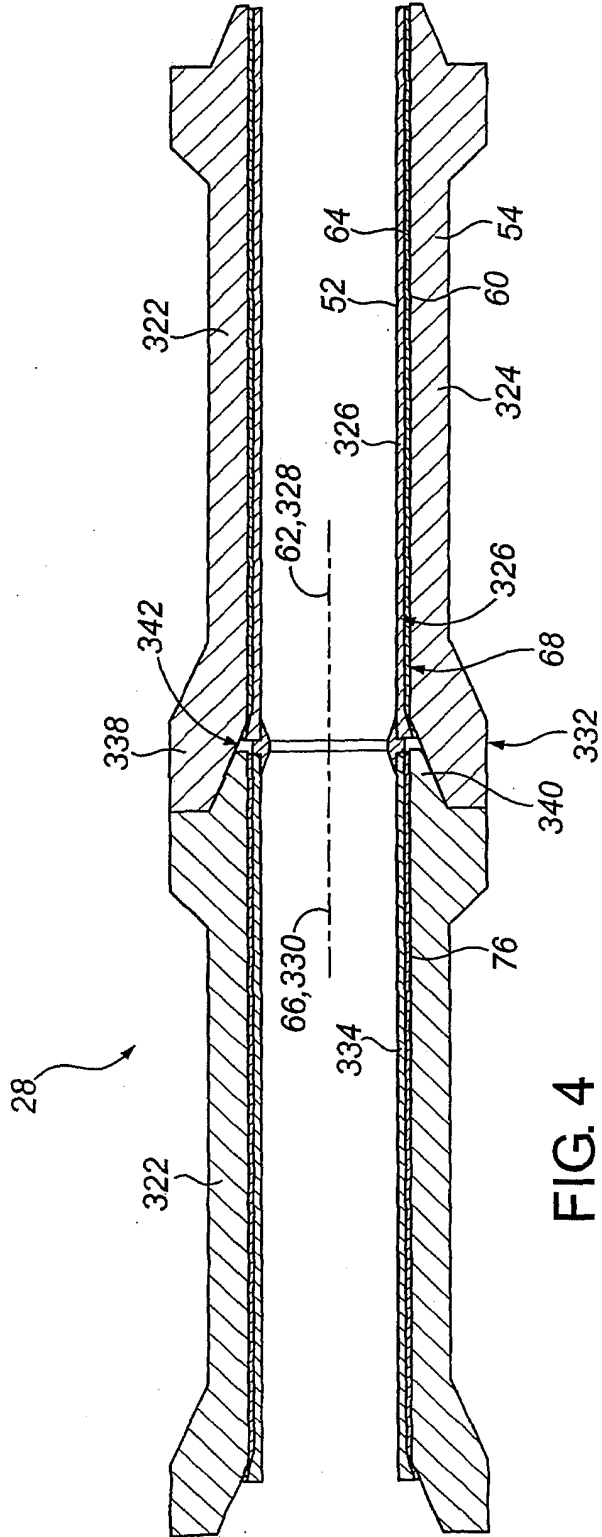


FIG. 4

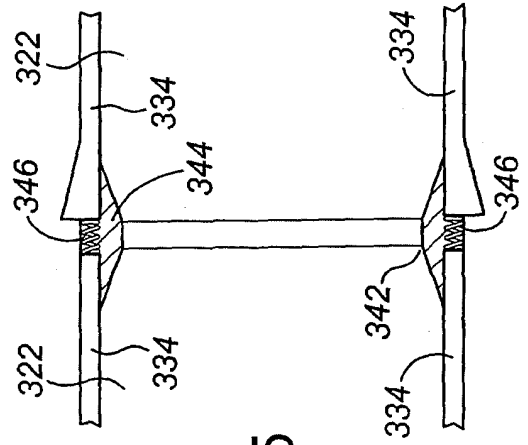
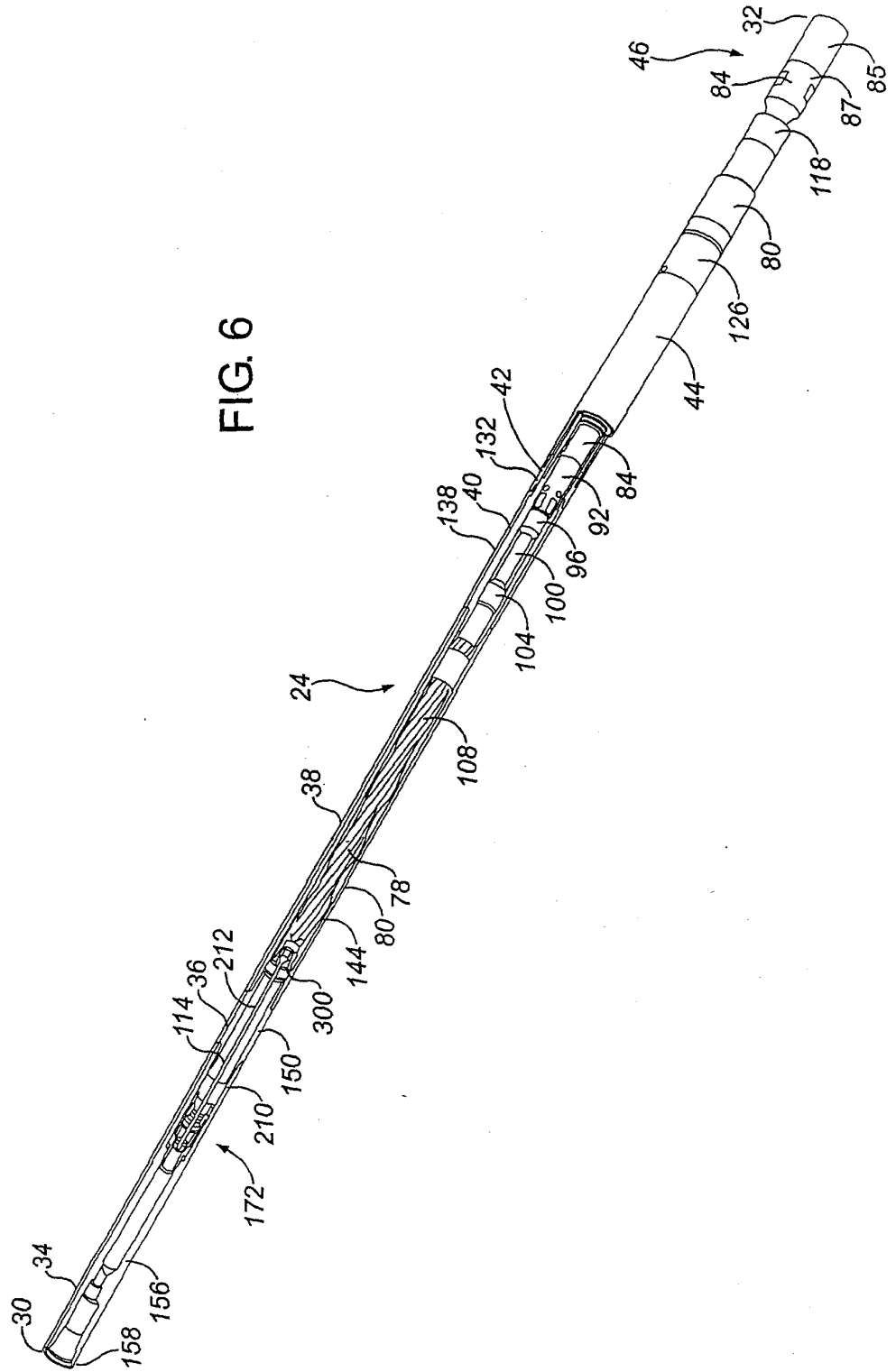


FIG. 5

FIG. 6



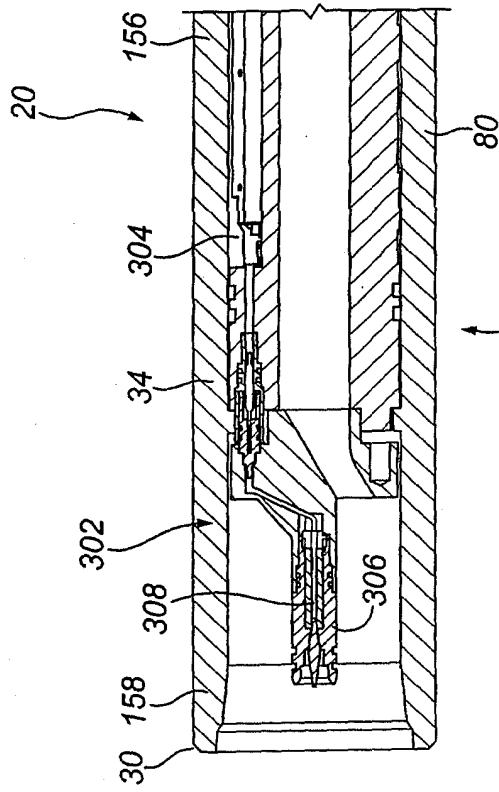


FIG. 7(a)

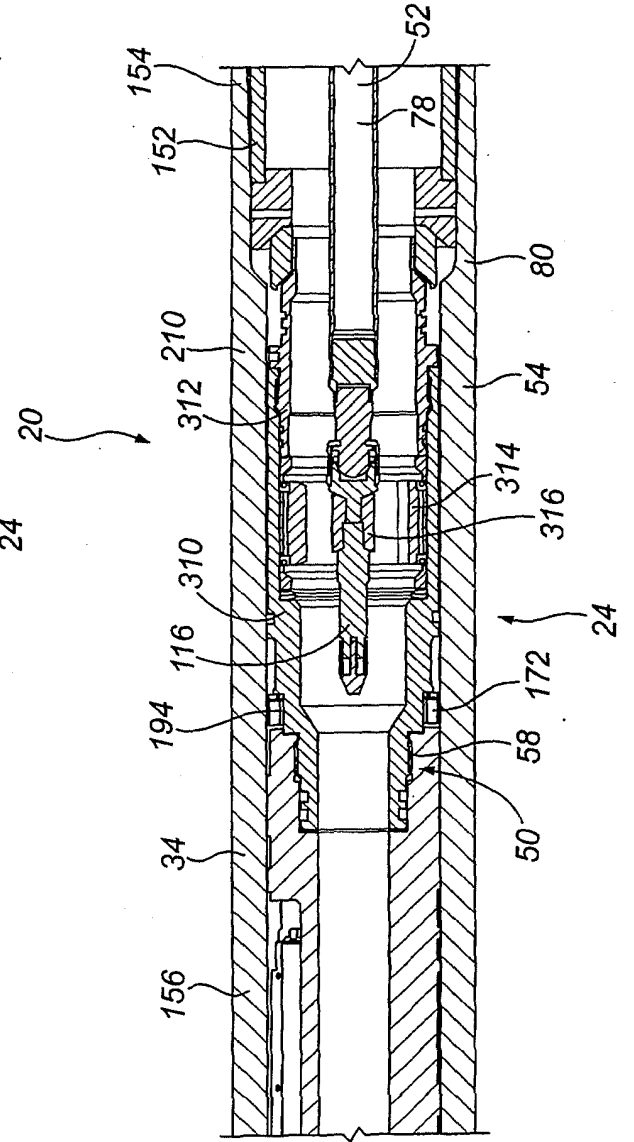


FIG. 7(b)

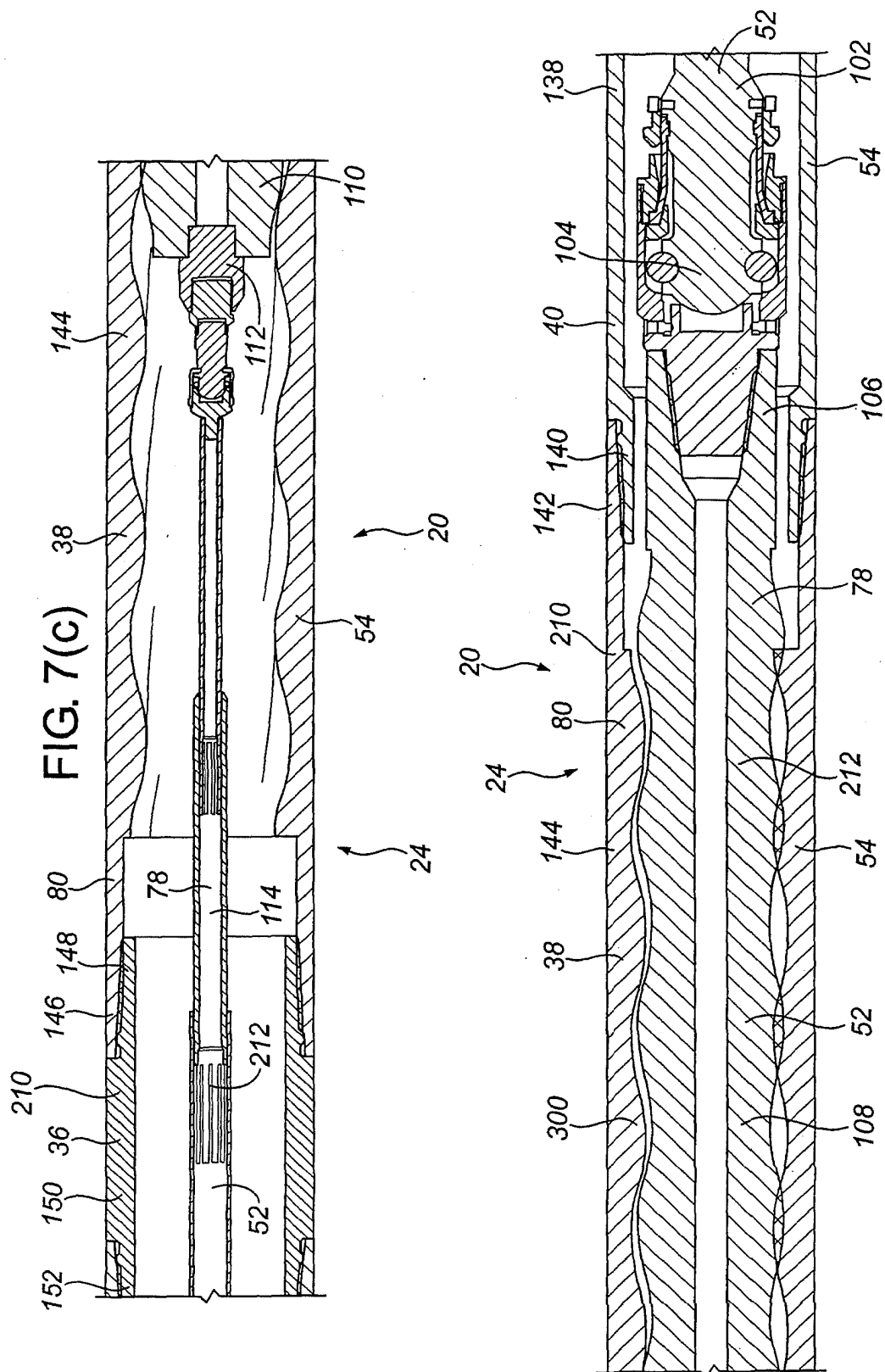


FIG. 7(d)

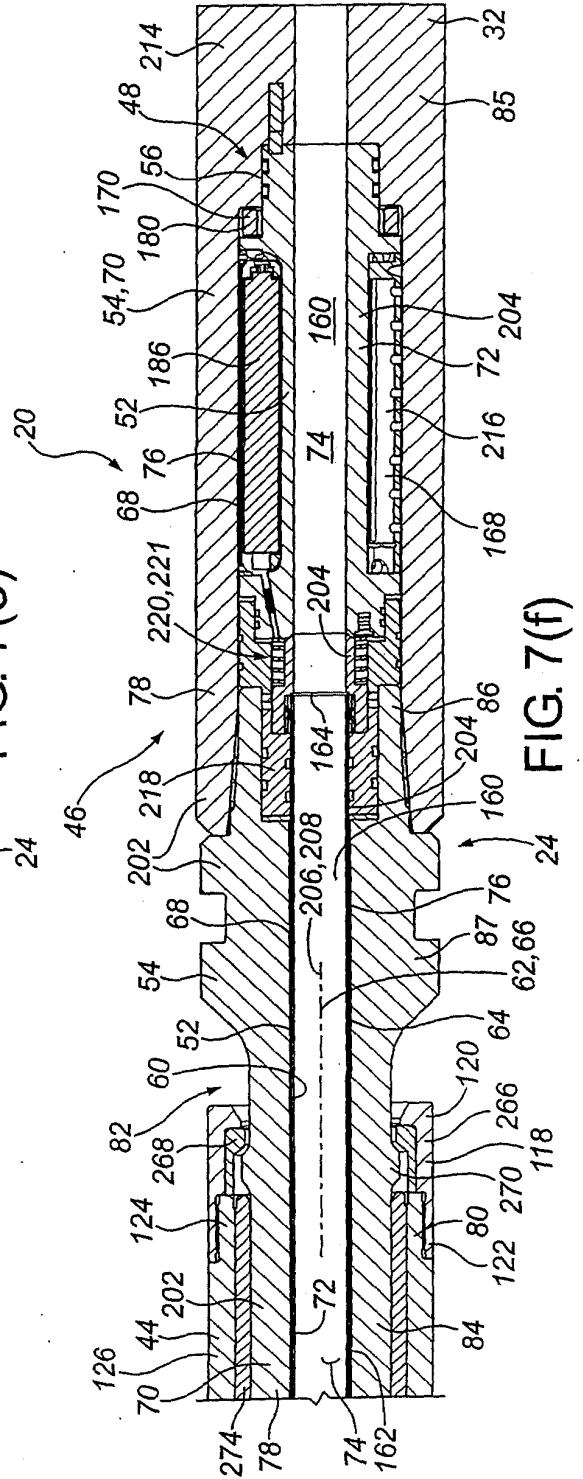
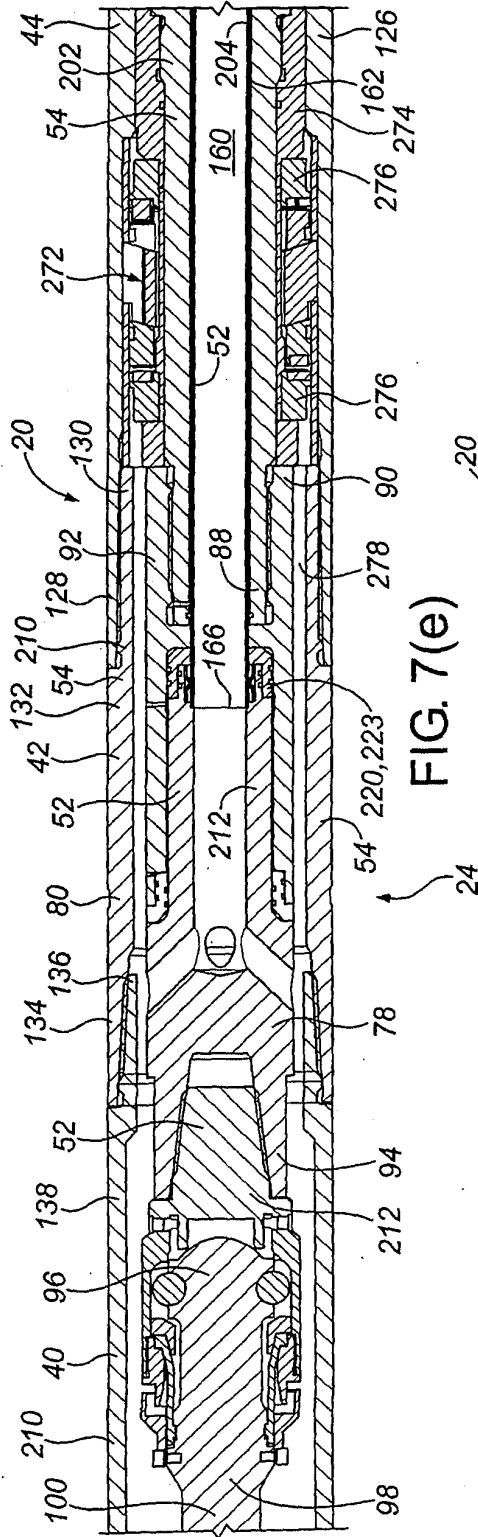


FIG. 8(a)

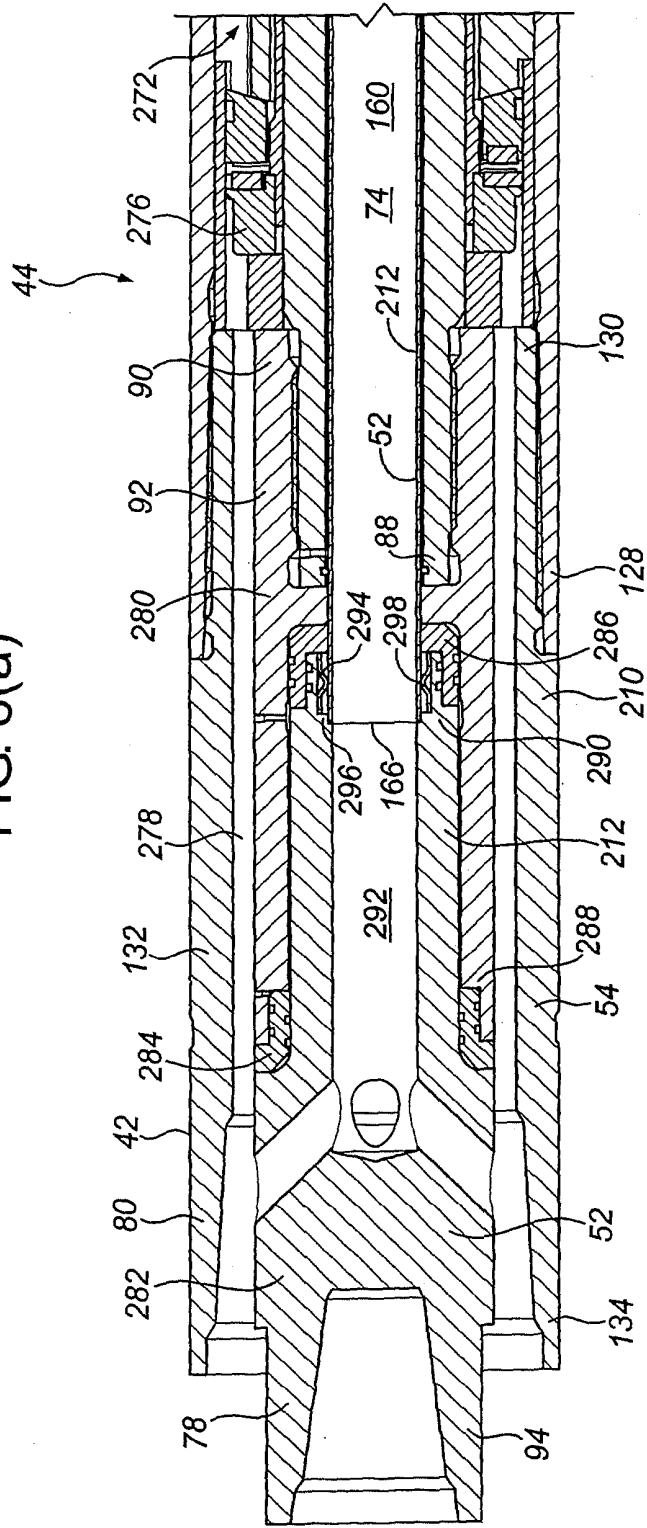
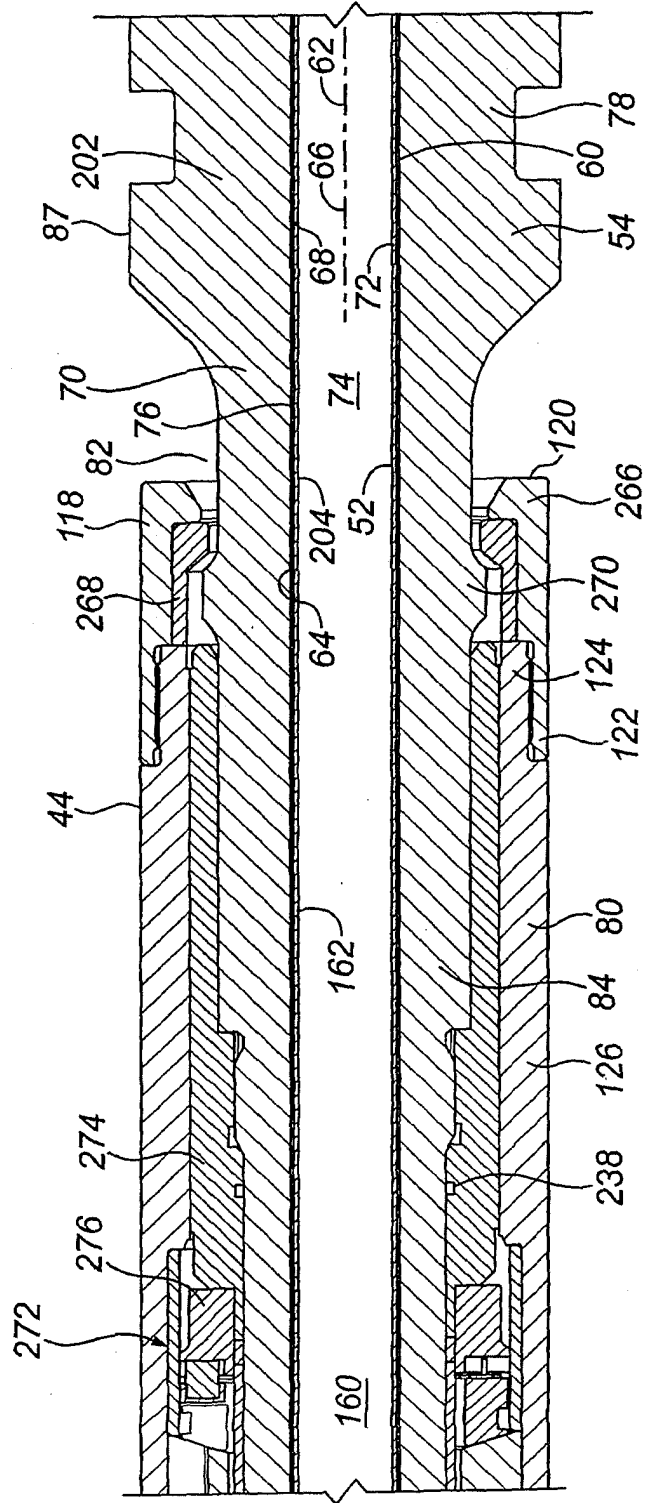


FIG. 8(b)



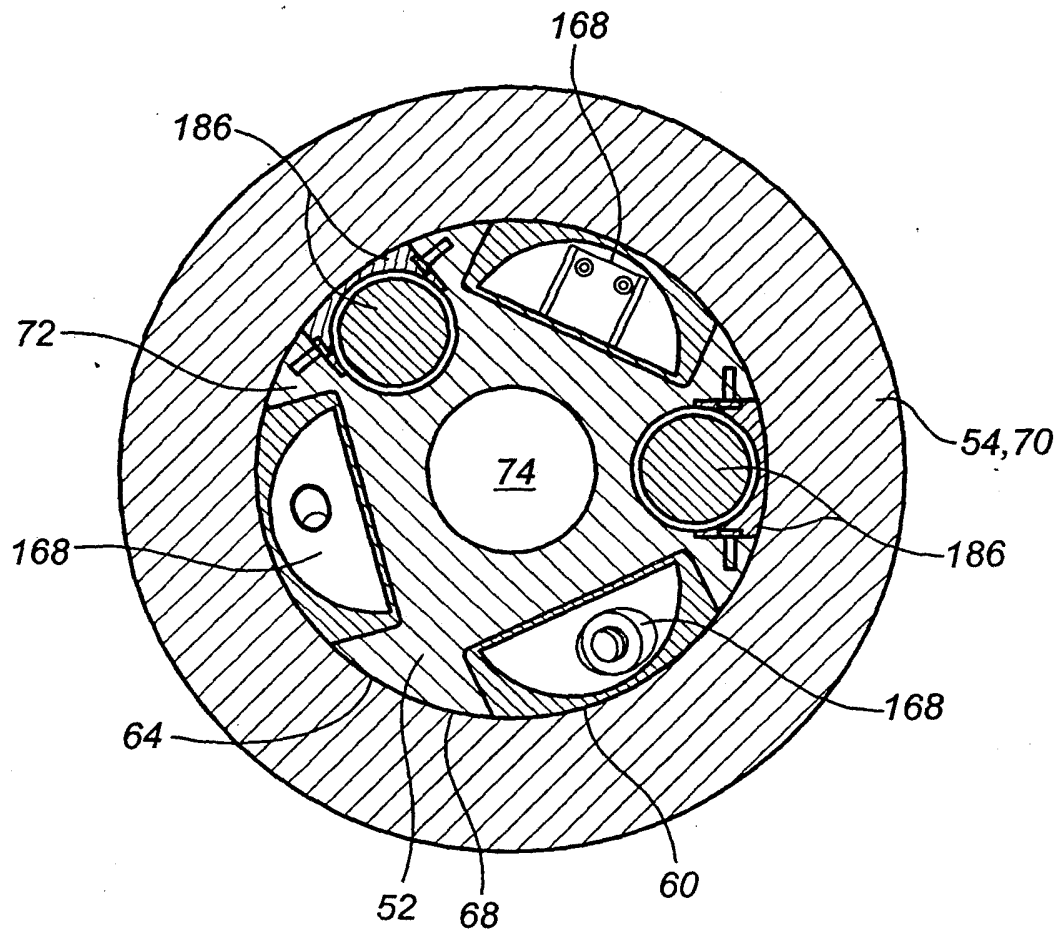


FIG. 9

FIG. 10

