



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

(11) PI 0906355-2 B1



(22) Data do Depósito: 30/01/2009

(45) Data de Concessão: 17/12/2019

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO PARA USO EM UMA APLICAÇÃO EM POÇO SUBMARINO

(51) Int.Cl.: E21B 47/12.

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2008 US 61/025,560.

(73) Titular(es): PRAD RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED.

(72) Inventor(es): BERNARD G. JUCHEREAU; JOHN R. LOVELL; CHRISTIAN CHOUZENOUX; MAX KANTE; JULIUS KUSUMA; SALMAN KHAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2009032537 de 30/01/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/097483 de 06/08/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/07/2010

(57) Resumo: SISTEMA, MÉTODO PARA USO EM UMA APLICAÇÃO EM POÇO SUBMARINO, MÉTODO, E SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PARA USO EM UMA APLICAÇÃO SUBMARINA Uma técnica que permite a transmissão de sinais em aplicações em poço submarino. A técnica permite que um sinal de comunicação e um sinal de energia sejam transmitidos através de uma penetração única disposta através de um suspensor do tubo de produção de uma árvore submarina. O sinal de comunicação e/ou o sinal de energia é convertido de modo a permitir a comunicação ao longo de um par torcido para transmissão ao interior do poço.

SISTEMA E MÉTODO PARA USO EM UMA APLICAÇÃO EM POÇO SUBMARINO

Referência Cruzada a Pedido Relacionado

O presente documento está baseado e reivindica
privilégio ao Pedido Provisório US. No. Série 61/025560,
5 depositado em 01 de fevereiro de 2008, os conteúdos do qual
são aqui apresentados por referência.

Fundamentos da Invenção

Campo da Invenção

As modalidades da presente invenção estão de modo geral
10 relacionadas com sistemas de comunicação e mais
especificamente estão relacionadas com os sinais de
comunicação e de energia no interior de poços.

Descrição da Técnica Relacionada

As descrições e exemplos apresentados adiante não são
15 considerados serem da técnica já existente em virtude de
estarem inclusos nessa seção.

Em muitas aplicações relacionadas a poços, os poços são
perfurados para facilitar a recuperação de hidrocarbonetos em
formações subterrâneas. Vários sistemas, métodos e
20 ferramentas de uso no interior de poços se beneficiam do uso
de cabeamento elétrico para permitir a transmissão dos sinais
de comunicação ao interior do poço. Por exemplo, dispositivos
para medir com exatidão a temperatura pode ser implantado ao
longo de uma fácies arenosa ("sandface"), e o acoplamento
25 indutivo pode ser usado para transmitir dados a partir de
dispositivos para uma completação superior. De lá, um cubo
('hub') de comunicação no interior do poço é capaz de
transmitir esses dados para o fundo do mar. Várias técnicas
são usadas para transmitir os dados passando pela árvore
30 submarina e para o local de coleta de dados situado na
superfície. Todavia, uma série de dificuldades surgem na
passagem de determinados tipos de sinais ou combinações de

sinais para ou a partir de um dispositivo localizado por debaixo da árvore submarina.

O documento US 2007/0007001 descreve um sistema de instrumentação de poço, incluindo um fornecimento de energia e dados e dois cabos substancialmente idênticos. Os dois cabos substancialmente idênticos fornecem redundância para continuar a operação em caso de falha.

O documento US 7,261,162 descreve um sistema e método de comunicações submarinas, incluindo uma interface para comunicar com uma instalação de superfície através de uma ligação de comunicações, utilizando um protocolo baseado em pacotes. Os métodos e sistemas descritos fornecem uma rede de comunicações aberta para monitoramento e controle de poços e leitões marítimos para aumentar a largura de banda das ligações de comunicação entre equipamentos de cabeça de poço submarinos e uma instalação de superfície.

O documento US 2007/0227727 descreve um sistema de completamento incluindo as primeiras e segundas seções de completamento, nas quais a segunda seção é implantada após a instalação da primeira seção. A primeira seção tem uma primeira porção de acoplador indutivo e a segunda seção tem uma segunda porção de acoplador indutivo para permitir a comunicação, por exemplo, entre um sensor na primeira seção e outro componente acoplado à segunda seção.

O documento US 7,325,150 descreve um sistema para gerar, entregar e distribuir energia elétrica a elementos de rede através de uma infraestrutura de rede de comunicação de dados. A distribuição de energia e as comunicações de dados são consolidadas em uma única rede para simplificar e reduzir o custo da instalação de elementos de rede e fornecer energia de backup para dispositivos críticos no caso de falha de energia.

Sumário

De modo geral, a presente invenção fornece um sistema e metodologia para a transmissão de sinais em aplicações em poços submarinos. Em uma modalidade, um sinal de comunicação e um sinal de energia são fornecidos através de uma única linha disposta por meio de um suspensor do tubo de produção de uma árvore submarina. Pelo menos um dentre o sinal de comunicação e o sinal de energia é convertido de modo a permitir a comunicação ao longo de um par torcido situado no interior de um poço submarino.

Outras características ou alternativas se tornarão aparentes a partir da descrição que se segue, a partir de desenhos, e das reivindicações.

Breve Descrição dos Desenhos

Certas modalidades da invenção serão daqui em diante descritas com referência aos desenhos que acompanham, onde as referências numéricas iguais denotam elementos semelhantes. Deve ser entendido, no entanto, que os desenhos que acompanham apenas ilustram as várias implementações aqui descritas e não são destinados a limitar o âmbito das diversas tecnologias aqui descritas. Os desenhos são os seguintes:

A Figura 1 é uma visão esquemática de um sistema de poço submarino constituído por um sistema de comunicação de sinais, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 2 é uma ilustração esquemática de um sistema de conversão do sinal para uso com o sistema de poço submarino, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 3 é outra ilustração esquemática do sistema de conversão de sinal, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 4 é uma ilustração esquemática de um sistema alternativo de conversão de sinal, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

5 A Figura 5 é outra ilustração esquemática de um sistema alternativo de conversão de sinal, de acordo com uma modalidade da presente invenção, e

A Figura 6 é outra ilustração esquemática de um sistema alternativo de conversão de sinal, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

10 **Descrição Detalhada da Invenção**

Na descrição a seguir, vários detalhes são estabelecidos para fornecer uma compreensão da presente invenção. No entanto, será compreendido por aqueles usualmente versados na técnica que a presente invenção pode ser praticada sem esses
15 detalhes e que inúmeras variações ou modificações das modalidades descritas podem ser possíveis.

A presente invenção geralmente refere-se a um sistema e metodologia para uso em uma aplicação de poço submarino. O sistema e a metodologia utilizam um sistema de comunicação
20 que facilita a comunicação entre dispositivos em um poço submarino e os dispositivos acima do assoalho submarino, tais como dispositivos localizados na superfície. Em aplicações aqui descritas, a transmissão de sinais de comunicação e/ou sinais de energia é facilitado por um único sistema de
25 conversão de sinal. Em muitas aplicações, os sinais são transmitidos através de telemetria de par torcido, e diferentes protocolos de comunicação podem ser empregados. Com a telemetria de par torcido, a comunicação entre a árvore submarina, por vezes referido como árvore de natal, utiliza
30 dois contatos elétricos e pode ser realizada tanto com duas penetrações ou uma penetração de pino único utilizando um conector de dois pólos. Conforme descrito abaixo, o presente

sistema e metodologia facilitam o uso de penetrações de pino único.

O sistema e metodologia também permitem algum grau de padronização das árvores submarinas o que pode levar a significativas economias, particularmente quando implantados em grandes áreas. Às vezes, nem todos os poços em um dado campo utilizam a telemetria de par torcido, e várias soluções podem ser aplicadas para manter a mesma topologia da árvore submarina independentemente das linhas de controle utilizadas. Por exemplo, um adequado cabeamento pode ser provido tal que dois pinos únicos ou um pólo duplo podem ser configurados tal que a árvore submarina não necessite mudar de par torcido para par simples.

No entanto, uma outra opção é descrita em mais detalhes adiante e utiliza um sistema eletrônico de conversão posicionado abaixo da árvore/cabeça de poço submarino. O sistema eletrônico de conversão pode se comunicar para cima por meio de um de penetração de pino único e para baixo por meio de um par torcido. Por conseguinte, todas as árvores submarinas em um determinado campo podem usar um conector de pólo único, com pino único.

A telemetria por par torcido é uma tecnologia que pode ser usada em muitos sistemas de comunicação. Os sistemas de comunicação de par torcido permitem um protocolo equilibrado de comunicação, em que a energia que se movimenta para baixo em um cabeamento é conjugada pela correspondente energia que se movimenta para cima em um outro cabeamento. Isso é tipicamente referido como um Modo Diferencial de transmissão. Pelo fato dos cabeamentos estarem torcidos no par torcido, qualquer ruído que adentre ao sistema adentra identicamente em ambos os cabeamentos e é comumente referido como um sinal de Modo Comum. Os circuitos podem ser construídos de modo a

distinguir entre o Modo Comum e o Modo Diferencial e geralmente envolvem subtrair o sinal em uma linha do sinal na outra linha. Consequentemente, o Modo Comum desaparece enquanto o Modo Diferencial é dobrado.

5 Uma fonte principal de ruído em um sistema submarino é o "ruído de solo" e é devido à alteração do potencial resultante de, por exemplo, a ativação de grandes equipamentos, bombas, intensificadores de carga, válvulas e outros dispositivos. Tal ruído entra diretamente no Modo
10 Comum e pode ser difícil de bloquear, a menos que o sistema possua dois cabeamentos. Quando as ferramentas no interior do poço são ativadas, o Modo Comum é criado e pode ser transmitido na mesma banda de frequência como a telemetria de comunicação, desse modo complicando ainda mais a modulação e
15 a demodulação.

 Uma solução parcial para separar Modo Comum é permitir a comunicação apenas em uma direção para reduzir significativamente a quantidade de dados. Por exemplo, o sistema pode ser limitado a medidores de pressão/temperatura
20 em uma única linha. Adicionalmente, a comunicação para baixo para os medidores pode ser restringida. Nesse último caso, uma placa de interface que comanda a troca de frequência pode ser usada dentro da árvore submarina para a demodulação. A comunicação pode ser realizada através de um pino único na
25 árvore submarina. No entanto, mesmo com filtragem analógica e digital, a comunicação pode ser vulnerável à ativação de alguns tipos de bombas elétricas submersíveis.

 A telemetria de par torcido também pode ser usada em um sistema de matriz de temperatura não apenas para a rejeição
30 do ruído mas também para permitir a comunicação bidirecional. Nesse pedido, a minimização da provisão de energia pode ser um parâmetro importante numa implantação submarina. Cada vez

quente para uma implantação de submarinos. Cada vez que uma matriz de temperatura é implantada, um técnico e/ou engenheiro de campo ajusta as configurações de tensão e corrente em toda a matriz. A quantidade de ajuste depende do comprimento da completação, dos componentes, e ainda da eficiência da fixação e proteção dos sensores. Muitas vezes a quantidade de ajuste não pode ser prevista com antecedência. Além disso, ela pode ser ineficiente para fixar o ajuste de energia a um nível alto devido a fatores potenciais tais como fraco aterramento entre dois componentes da completação. Além disso, durante a produção para o coletor de distribuição submarino, o sistema de matriz de temperatura só pode ser operado uma vez a cada poucos dias de uma forma, por exemplo, sincronizado para conjugar quando dados de fluxo trifásico estiverem disponíveis. Como um resultado, a comunicação bidirecional pode ser útil como um componente de um sistema de matriz de temperatura.

Além disso, a telemetria de par torcido pode ser benéfica para o gerenciamento de energia. A transmissão de energia elétrica através de um sistema situado no poço não é apenas para fornecer comunicação, mas os sinais elétricos também podem ser usados para fornecer energia para as ferramentas e outros dispositivos. Nesta última aplicação, o Modo Comum é uma vantagem porque ambos os cabeamentos podem ser usados para conduzir energia em Modo Comum tal que a resistência elétrica é dividida pela metade.

Em diversas aplicações ilustrativas de comunicação discutidas adiante, a telemetria de par torcido é empregada em sistemas de comunicação submarina. A comunicação pode ser realizada através da árvore submarina por meio de penetração/conector de pino único que possui dois condutores separados. Em um exemplo, o conector de pino único compreende

dois condutores separados localizados em um de pino único concêntrico, como o conector de pino único Diamould Seawell-02. Conectores de pino único podem ser projetados de modo a tornar desnecessária o provimento de alinhamento rotacional antes da conjugação das porções plugue e receptáculo do conector de pino único. Além disso, as porções de plugue e receptáculo do conector podem ter barreiras de vedação, tais como barreiras de vedação dupla, entre o conector e a carcaça envolvente na árvore submarina.

Como descrito a seguir, vários dispositivos podem ser utilizados para a transmissão de sinais, por exemplo, sinais de energia e de comunicação, através de um suspensor do tubo de produção e árvore submarina em uma aplicação em poço submarino. Em um exemplo, uma placa de interface, uma rede de comunicação, e um conector de pino único são utilizados para conduzir os sinais desejados. A comunicação proveniente de um módulo submarino de dispositivos eletrônicos para o placa de interface pode ser conduzida através de, por exemplo, um DIN de 96 pinos. Em alguns casos, o módulo submarino de dispositivos eletrônicos é alimentado através de uma fonte de alimentação de 24 V, e a energia pode ser fornecida localmente ou através de, por exemplo, um umbilical. A comunicação por 'Modbus' pode utilizar um projeto de 2 fios ou um projeto de 4 fios.

Tanto um sinal de energia e um sinal de comunicação podem ser passados através da penetração de pino único na árvore submarina. É concebível, que o ruído possa ocorrer sobre qualquer banda de frequência, mas o sinal da energia pode ser enviado numa frequência diferente que a frequência do sinal de comunicação. O placa de interface pode ser projetado para transmitir energia como, por exemplo, energia a 175V DC. Além disso, a faixa de frequências do protocolo da

rede de comunicação pode ser selecionado para otimizar a transmissão de dados a longas distâncias. Em geral, uma transmissão de alta frequência pode ser usada para enviar quantidades substanciais de dados em curtas distâncias, e uma
5 transmissão de baixa frequência pode ser usada para enviar menos dados sobre distâncias muito maiores.

Referindo de modo geral à Figura 1, um exemplo de aplicação de um sistema submarino e de comunicação é ilustrado esquematicamente. Nesta modalidade, um sistema de
10 poço 20 compreende uma árvore submarina 22 e um sistema de comunicação 24 que permite a comunicação através da árvore submarina 22. A árvore submarina 22 é posicionada em um assoalho submarino 26 acima de um furo de poço 28 que possui um poço de produção 30 que se estende para baixo e para
15 dentro de uma formação subterrânea 32. A árvore submarina 22 pode compreender uma variedade de componentes, incluindo um suspensor do tubo de produção 34 possuindo uma penetração 36. A penetração 36 pode ser projetada para acomodar uma penetração de pino único 38, que pode ser utilizada, por
20 exemplo, para transmitir tanto sinais de comunicação e pinos únicos de energia para e/ou provenientes de um par torcido situado no furo de poço 28. A título de exemplo ilustrativo, a árvore submarina 22 pode ser uma árvore vertical.

Adicionalmente à penetração de pino único 38, o sistema
25 de comunicação 24 compreende um sistema de conversão de sinal 40 que possui um sistema de conversão superior 42, localizado de modo geral acima da penetração de pino único 38, e um sistema de conversão inferior 44, localizado de modo geral abaixo da penetração de pino único 38. Por exemplo, os
30 sistemas de conversão superior e inferior 42, 44, podem ser posicionados em lados opostos do suspensor do tubo de produção 34. O sistema de comunicação de 24 também pode

incluir linhas de comunicação 46, 48, que podem ser utilizadas para conduzir sinais, por exemplo, sinais de comunicação e de energia, para e/ou provenientes de locais situados na superfície e de locais situados no interior do poço, respectivamente. Na modalidade ilustrada, a linha de comunicação 48 compreende pelo menos em parte uma linha de comunicação de par torcido para permitir a comunicação/telemetria de par torcido. Embora uma linha de comunicação de par torcido seja mostrada nesse exemplo ilustrativo, as modalidades não precisam estar limitadas a essa configuração. Outros tipos de linhas de comunicação podem ser utilizadas, tal como um cabeamento multi-núcleo entre outros.

O sistema de comunicação 24 pode ser usado para entregar os sinais de comunicação e/ou sinais de energia para e provenientes de uma variedade de dispositivos 50 situados no interior do poço. Os dispositivos 50 podem variar de uma aplicação para outra e podem incluir válvulas, bombas, sensores, medidores, ferramentas e outros dispositivos. Além disso, um ou mais dispositivos de interior de poço 50 pode ser utilizado em cooperação com, ou fazer parte de uma série de completações 51.

Referindo de modo geral à Figura 2, uma modalidade do sistema de conversão de sinal 40 é ilustrada. Nesta modalidade, a penetração de pino único 38 se estende através do suspensor do tubo de produção 34 para conectar o sistema de conversão superior 42 com o sistema de conversão inferior 44. O sistema de conversão inferior 44 é conectado a um par torcido 52, que pode ser aterrado por meio de um aterramento 54 adequado. O par torcido 52 pode ser conectado a, ou formado como parte de um 'bus' ou rede de distribuição no

interior do poço 56, tal como uma rede de comunicação Wellnet disponível da Schlumberger Corporation.

Embora o sistema de conversão de sinal 40 possa compreender uma variedade de componentes, a modalidade
5 ilustrada utiliza uma placa de interface 58 e um módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60 para formar o sistema de conversão superior 42. A título de exemplo, o módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60 pode ser conectado à placa de interface 58 através de um DIN de 96
10 pinos ou de outra técnica adequada. Os sinais de comunicação podem ser entregues a partir do módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60 à placa de interface 58 por meio do 'Modbus' de comunicação 59 ou de um outro método adequado de comunicação. Além disso, a energia pode ser entregue
15 através do módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60 à placa de interface 58. Na Figura 2, a energia é ilustrada como fornecida a partir de uma fonte de 24V em módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60, todavia, muitas aplicações fornecem energia elétrica por meio de um umbilical
20 ou de outro dispositivo adequado de energia.

O placa de interface 58 pode compreender um módulo conversor 62, que recebe os sinais do módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60 e os converte a um protocolo apropriado para uso sistema de comunicação submarino. Por
25 exemplo, os sinais de comunicação podem ser convertidos em sinais de comunicação compatíveis com o Wellnet. O placa de interface 58 compreende ainda um módulo de frequência 64 acoplado ao módulo conversor 62 e usado para aumentar a frequência do sinal de comunicação antes dele ser combinado
30 com o sinal da energia. O sinal da energia fornecido através do módulo submarino de dispositivos eletrônicos 60 é também convertido por um módulo conversor de energia 66 que pode ser

parte da placa de interface 58. A título de exemplo, o módulo conversor de energia 66 converte o sinal da energia a um sinal de corrente contínua, tal como um sinal de corrente contínua de 175V ou outro sinal apropriado. Outras
5 modalidades podem não estar limitadas ao sinal de corrente contínua de 175V descrito nesse exemplo.

Os convertidos sinal de comunicação e sinal de energia são entregues a um módulo de combinação 68 que é usado para combinar os sinais antes da placa de interface 58 transmitir
10 os sinais combinados através da penetração de pino único 38 do sistema de conversão inferior 44. Deve-se notar que o placa de interface 58 também pode ser projetado para separar sinais provenientes do interior do poço que são transmitidos para cima através da penetração de pino único 38.
15 Adicionalmente, os solos apropriados podem ser providos para os componentes do sistema de conversão superior 42, sistema de conversão inferior 44 e rede no interior do poço 56, como o necessário.

Nessa modalidade particular, o sistema de conversão
20 inferior 44 compreende uma ponte de frequência intensificada 70, que está situada abaixo do suspensor do tubo de produção 34. A ponte de frequência intensificada 70 recebe a comunicação de saída da placa de interface que, como descrito acima, foi elevada a uma frequência maior antes de ser
25 combinada com o sinal de energia em corrente contínua. Devido à frequência maior, os componentes analógicos podem ser usados dentro da ponte de frequência intensificada 70 para separar o sinal da energia e o sinal de comunicação, do sinal combinado. Em seguida da separação do sinal, a ponte de
30 frequência intensificada 70 é usada para converter o sinal da placa de interface de volta para as frequências da rede de comunicação. O sinal da energia é recombinação de volta com o

sinal de comunicação e a combinação é entregue ao par torcido 52 para transmissão ao interior do poço.

A ponte de frequência intensificada 70 pode ter uma variedade de formas e componentes, mas uma modalidade está
5 ilustrada esquematicamente na Figura 3. Nessa modalidade, a ponte de frequência intensificada 70 inclui um módulo de separação de sinal 72 designada para separar o sinal da energia do sinal de comunicação após o recebimento do sinal combinado proveniente da placa de interface 58 por meio da
10 penetração de pino único 38. Nessa modalidade, o sinal de comunicação separada é entregue a um módulo conversor digital 74, que converte o sinal de comunicação a um sinal digital. O sinal digital é entregue a um subsequente módulo conversor 76, que é projetado para converter o sinal digital a um
15 apropriado sinal de rede de comunicação, tal como um sinal de comunicação Wellnet.

O sinal da energia separado é entregue a um conversor do sinal de energia 78, que é usado para converter o sinal de energia de volta para um sinal de corrente contínua, tal como
20 um sinal de corrente contínua de 175V. O sinal de energia e o sinal de comunicação são então entregues a um módulo de combinação 80 que é usado para recombinar o sinal de energia e o sinal de comunicação para transmissão ao par torcido 52 e a rede de comunicação 56 no interior do poço. Deverá ser
25 notado que a ponte de frequência intensificada 70 também pode ser projetada para separar sinais que são recebidos provenientes do interior do poço, e esses sinais podem ser recombinados para transmissão ao sistema de conversão superior 42 através da penetração de pino único 38.

30 Existem diversas alternativas no que diz respeito às formas eficientes de comutação das frequências da rede de comunicação para cima e para baixo. Uma abordagem é converter

os sinais de analógicos para digitais e em seguida de volta novamente. Por consequência, o sistema de comunicação precisa demodular e em seguida imediatamente modular novamente. Por conseguinte, um protocolo de comunicação apropriado e capaz é utilizado. Em algumas modalidades, a ponte de frequência intensificada 70 é efetivamente utilizada para "capturar" dados provenientes da placa de interface 58 e, em seguida, "jogar" os dados de volta para a rede de comunicações 56, enquanto que a ponte de frequência intensificada 70 fica simultaneamente "capturando" os dados provenientes da rede de comunicação 56 e passando-os acima para a placa de interface 58.

Diversas variações do sistema de conversão de sinal 40 também podem ser empregadas. Em uma modalidade, conforme ilustrado na Figura 4, o sistema de conversão superior 42 é simplificado mediante modificação da placa de interface 58 para evitar o curto-circuito da comunicação para o solo. De acordo com uma modalidade, a modificação para evitar o curto-circuito pode ser conseguida mediante utilizar um ou mais componentes passivos 82 em um módulo alternativo de combinação 84 utilizado para combinar os separados sinal de comunicação e sinal da energia.

Em uma outra variação do sistema de conversão, uma simplificação adicional é conseguida com uma ponte de frequência intensificada simplificada, conforme ilustrado na Figura 5. Neste exemplo, a ponte de frequência intensificada 70 utiliza um módulo de alimentação 86 projetado para usar uma corrente contínua de entrada numa voltagem desejada, tal como 175V. Adicionalmente, a conversão para digital é conseguida nas frequências da rede de comunicação. Esquemáticamente, o sistema é similar ao da ponte de frequência intensificada ilustrada na Figura 3, exceto para

realizar a conversão para digital nas frequências da rede de comunicação. Efetivamente, duas estações de rede de comunicação são fornecidas uma de costas para a outra. A primeira rede de comunicação se comunica com a placa de interface 58, e ela se comunica digitalmente com a segunda rede de comunicação na ponte de frequência intensificada simplificada, e essa segunda rede de comunicação passa a comunicação ao interior do poço para, por exemplo, o dispositivo ou dispositivos 50 no interior do poço (ver Figura 1).

Em algumas modalidades, modificações podem ser feitas para o circuito elétrico para assegurar que a comunicação não terá curto-circuito ao solo. Por exemplo, os componentes passivos podem ser usados na ponte de frequência intensificada 70. Conforme ilustrado na Figura 6, a ponte de frequência intensificada simplificada 70 pode ser modificada usando estações de rede de comunicação colaborativas 88, 90, respectivamente.

A título de exemplo, as modificadas estações de rede de comunicação 88 e 90 podem ser formadas pelo menos em parte com software. O consumo de energia e outros parâmetros operacionais podem ser avaliados a partir dos dispositivos/ferramentas existentes e desse modo quando as estações da rede de comunicação são atualizados, atualizações similares podem ser aplicadas ao software na ponte de frequência intensificada 70. Se o uso de componentes baseados em software é adequado, muitas vezes dependem do ambiente e aplicações específicas em que o sistema de comunicação é utilizado.

O sistema de poço 20 e sistema de comunicação 24 podem ser formados por uma variedade de componentes para uso com vários tipos de sistemas de poço. Além disso, a seleção de

componentes para a construção do sistema de conversão de sinal pode variar dependendo de fatores ambientais aos quais o sistema está sujeito numa determinada aplicação. Além disso, vários tipos de árvores submarinas, por exemplo, 5 árvores de Natal verticais e outras árvores submarinas, podem ser empregados com diferentes tipos de suspensores dos tubos de produção. Em muitas modalidades, o suspensor do tubo de produção é projetado com uma penetração única para acomodar a passagem de uma única linha de comunicação. Todavia, a linha 10 de comunicação pode incluir um ou mais fios elétricos, fibras óticas e outros meios para a condução da energia e/ou sinais de comunicação.

Além disso, os posicionamentos do sistema de conversão superior e do sistema de conversão inferior pode variar. Além 15 disso, as placas de controle e componentes de cooperação podem ser construídos como componentes autônomos ou em combinação com outros componentes do poço. Os componentes do sistema de conversão de sinal podem também compreender componentes digitais, componentes analógicos e/ou misturas de 20 componentes digitais e analógicos. Em algumas aplicações, um ou mais dos módulos contidos no sistema de conversão de sinal podem alcançar a desejada funcionalidade por meio de software, ou sozinho ou em combinação com componentes rígidos.

25 Por conseguinte, embora apenas algumas modalidades da presente invenção tenham sido descritas em detalhes acima, aqueles usualmente versados na técnica irão facilmente notar que muitas modificações são possíveis sem se afastar materialmente das orientações dessa invenção. Tais 30 modificações são pretendidas estarem inseridas no escopo dessa invenção como definido nas reivindicações.

- REIVINDICAÇÕES -

1. Sistema, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um sistema de comunicação (24) em poço submarino

5 compreendendo:

um suspensor de tubos de produção (34) tendo um pólo de penetração (36) elétrica único tanto para um sinal de comunicação quanto para um sinal de energia;

10 uma placa de interface (58) posicionada acima do pólo de penetração (36) elétrica único para transmitir o sinal de comunicação e o sinal de energia através da penetração (36) única; e

15 um sistema de conversão inferior (44) para converter o sinal de comunicação e o sinal de energia para transmitir através de um par torcido (48).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o suspensor do tubo de produção (34) ser posicionado em uma árvore vertical (22) situada em um assoalho submarino.

20 3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender um módulo submarino de dispositivos eletrônicos (60) acoplado à placa de interface (58) acima do suspensor do tubo de produção (34).

25 4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o sistema de conversão inferior (44) compreender uma ponte de frequência intensificada (70).

30 5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de a ponte de frequência intensificada (70) separar o sinal de comunicação do sinal de energia.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de a ponte de frequência intensificada (70) converter o sinal de energia para um sinal de 175 volts.

5 7. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de a ponte de frequência intensificada (70) converter o sinal de comunicação para um sinal digital.

10 8. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de a ponte de frequência intensificada (70) converter o sinal digital para um sinal de comunicação Wellnet.

15 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de a ponte de frequência intensificada (70) combinar o sinal de energia e o sinal de comunicação para transmissão ao longo do par torcido (48).

10 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a penetração (36) única compreender uma penetração de pino único (38).

20 11. Método para uso em uma aplicação em poço submarino, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

25 fornecer um sinal de comunicação e um sinal de energia através de uma única linha disposta através de um suspensor do tubo de produção (34), o suspensor do tubo de produção (34) tendo um pólo de penetração (36) elétrica único; e

 converter pelo menos o sinal de comunicação para uma comunicação por par torcido (48) para transmissão ao interior do poço.

30 12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de o fornecimento compreender a utilização de uma placa de interface (58) posicionada acima do suspensor do tubo de produção (34).

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de o fornecimento compreender a utilização de uma ponte de frequência intensificada (70) posicionada abaixo do suspensor do tubo de produção (34).

5 14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender o acoplamento de um módulo submarino de dispositivos eletrônicos (60) à placa de interface (58) acima do suspensor do tubo de produção (34).

10 15. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender a utilização da ponte de frequência intensificada (70) para separar o sinal de comunicação do sinal de energia.

15 16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender a utilização da ponte de frequência intensificada (70) para recombinar o sinal de comunicação e o sinal de energia para a transmissão ao longo do par torcido (48).

20 17. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender:

combinar o sinal de comunicação e o sinal de energia acima do suspensor do tubo de produção (34);

transmitir o sinal combinado no único cabeamento através do suspensor do tubo de produção (34);

25 separar os sinais combinados em um sinal de comunicação separado e um sinal de energia separado abaixo do suspensor do tubo de produção (34); e

recombinar o sinal de comunicação separado e o sinal de energia separado para transmissão por meio do par torcido (48).

30 18. Método, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de combinar compreender utilizar uma

placa de interface (58) para combinar o sinal de comunicação e o sinal de energia.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de transmitir compreender a
5 transmissão dos sinais combinados por meio da penetração de pino único (38) através do suspensor do tubo de produção (34).

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de separar compreender empregar uma
10 ponte de frequência intensificada (70) para separar os sinais combinados.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de recombinar compreender utilizar a
15 ponte de frequência intensificada (70) para recombinar o sinal de comunicação separado e o sinal de energia separado para transmissão ao longo do par torcido (48).

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender um
20 sistema de conversão superior (42) compreendendo a placa de interface (58), o sistema de conversão superior (42) possuindo dispositivos eletrônicos para combinar um sinal de energia e um sinal de comunicação na forma de um sinal combinado, o sistema de conversão superior (42) estando posicionado acima da penetração; e

25 o sistema de conversão inferior possuindo dispositivos eletrônicos para receber o sinal combinado quando da transmissão através da penetração e separar o sinal combinado na forma de sinal de energia e de sinal de comunicação.

23. Sistema de comunicação, de acordo com a
30 reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de o sistema de conversão inferior (44) adicionalmente recombinar o sinal de

energia e o sinal de comunicação para transmissão através do par torcido (48).

24. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de o sistema de conversão superior (42) compreender um módulo submarino de dispositivos eletrônicos (60).

25. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de o sistema de comunicação inferior (44) compreender uma ponte de frequência intensificada (70).

FIG. 1

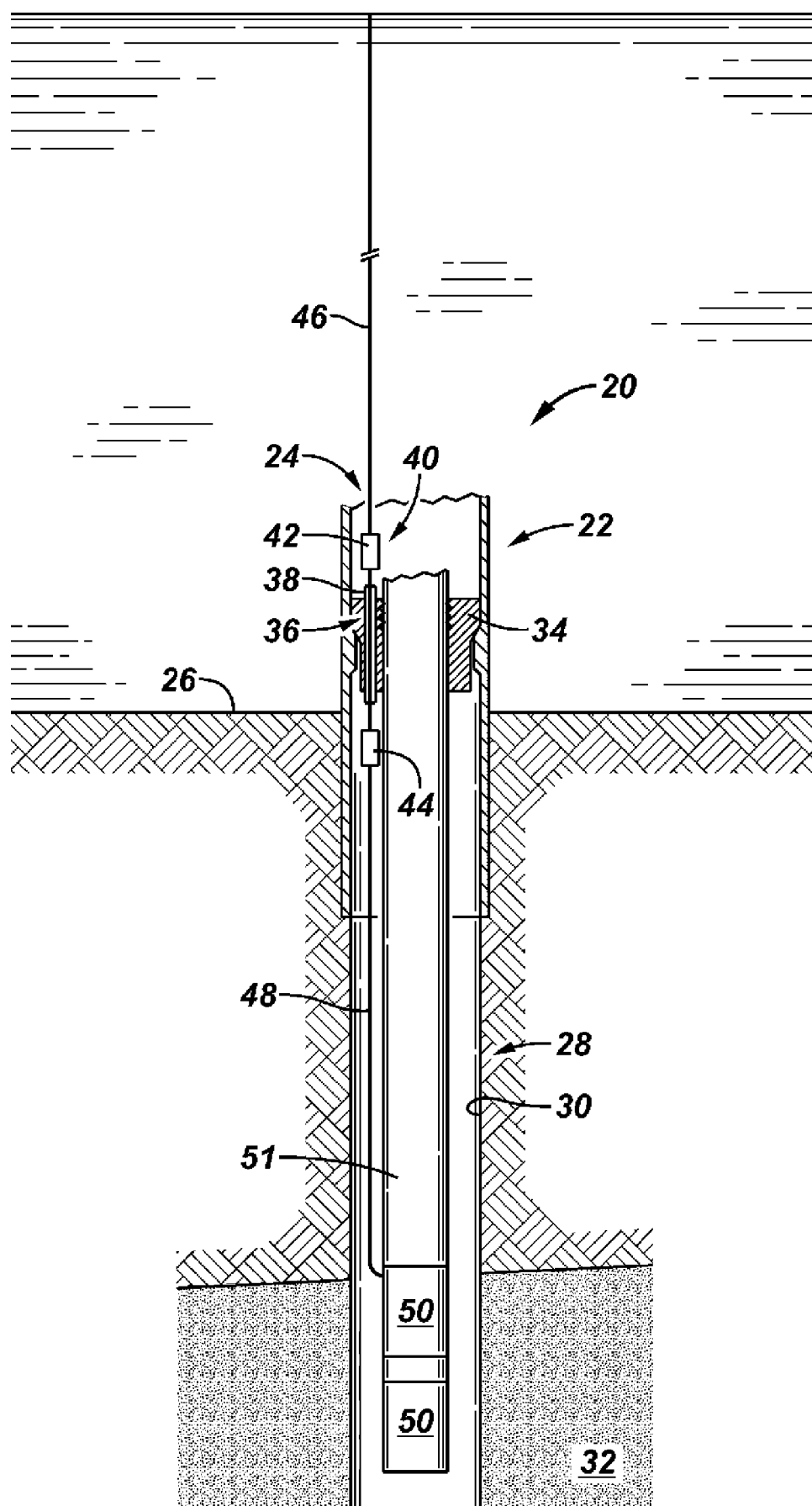


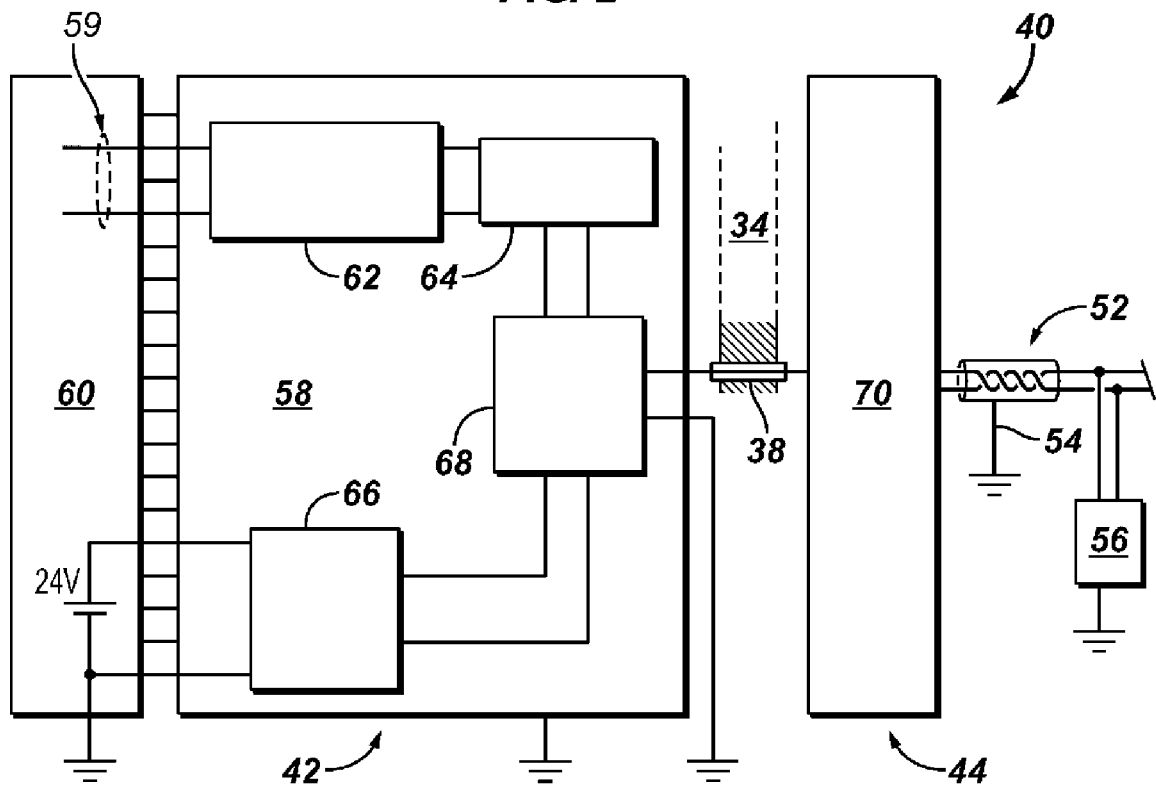
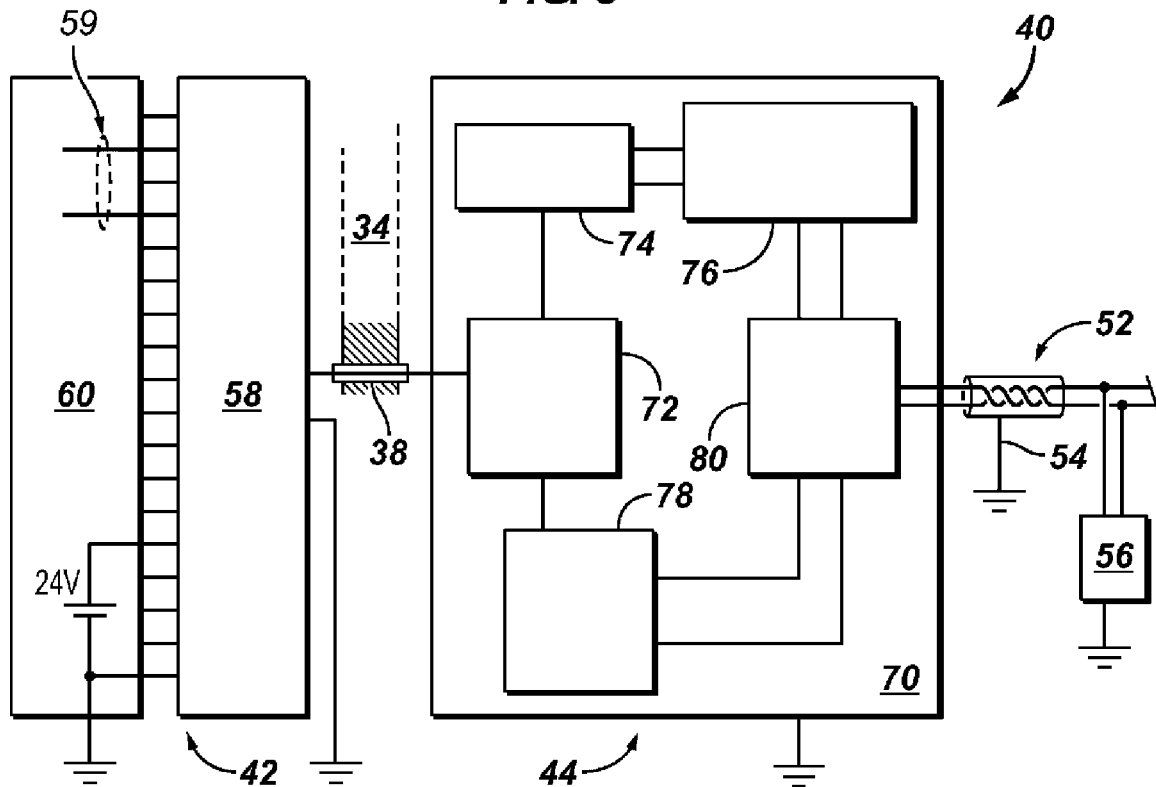
FIG. 2**FIG. 3**

FIG. 4

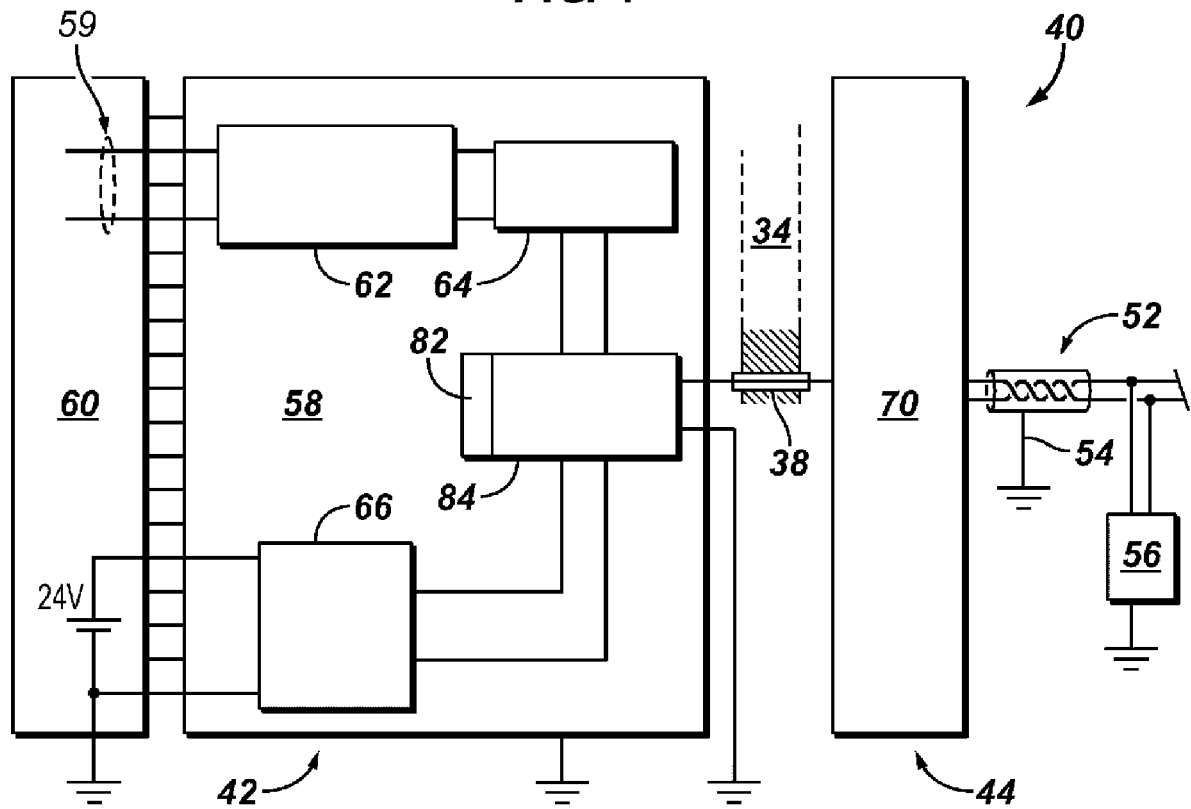


FIG. 5

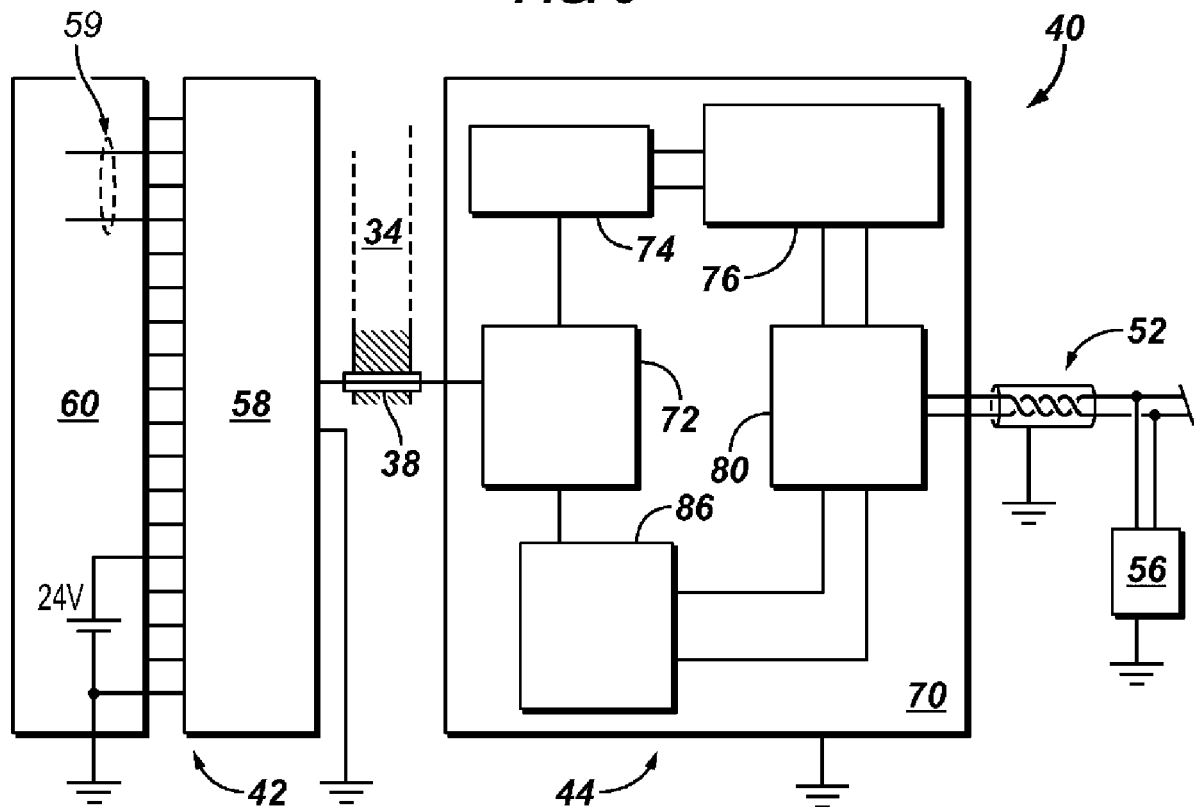


FIG. 6