

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

(21) **PI0903056-5 A2**



* B R P I O 9 0 3 0 5 6 A 2 *

(22) Data de Depósito: 21/05/2009
(43) Data da Publicação: 25/05/2010
(RPI 2055)

(51) *Int.Cl.:*
E21B 47/00

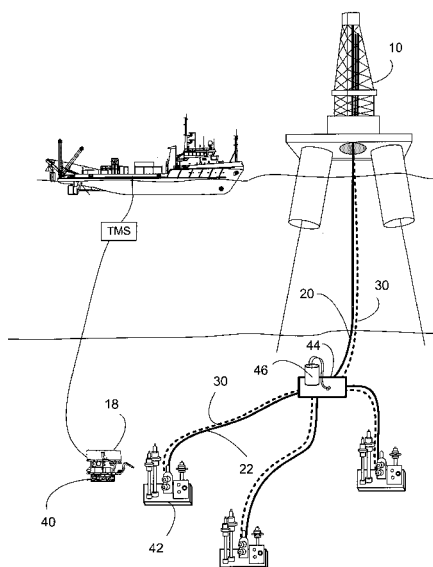
(54) Título: **APARELHO E MÉTODO PARA TESTAR SISTEMA DE CONTROLE SUBMARINO**

(30) Prioridade Unionista: 21/05/2008 US 61/054,873

(73) Titular(es): Valkyrie Commissioning Services, Inc.

(72) Inventor(es): Alan J. Sweeney, Alastair R. Goodall

(57) Resumo: APARELHO E MÉTODO PARA TESTAR SISTEMA DE CONTROLE SUBMARINO. A presente invenção refere-se ao aparelho e métodos que são descritos para teste de sistema de controle submarino incluindo um ou mais de teste elétrico, ótico e de conduto fluido, em que o teste é conduzido submarino usando uma plataforma de teste submarino. Em uma modalidade da invenção uma plataforma de serviço de tubulação submarina é fornecida que inclui pelo menos uma bomba montada sobre plataforma dimensionada para entregar de cerca de 20.684,3 a cerca de 137.892,0 kPa (3.000 a cerca de 20.000 psi) de pressão para teste de pressão dos condutos fluidicos em pressões desejadas. Construção modular da plataforma permite customização para serviço de teste de equipamento de controle submarino exclusivo.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APARELHO
E MÉTODO PARA TESTAR SISTEMA DE CONTROLE SUBMARINO**".

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica prioridade com base no Pedido Provisório
5 US Serial Nº 61/054.873 depositado em 05/21/2008, cujo conteúdo está in-
corporado neste documento por meio desta referência.

Campo Técnico

A presente invenção refere-se ao aparelho e métodos para ser-
viço de sistemas de controle submarinos incluindo cabos elétricos, fibras
10 óticas e condutos de fluido.

Antecedentes

Sem limitar o escopo da invenção, seus antecedentes estão
descritos em conexão com aparelho e métodos inéditos para serviço de sis-
temas de controle submarinos.

15 É estimado atualmente que aproximadamente 60% da produção
de petróleo do mundo deriva de operações ao largo. Para atender às de-
mandas, e em um ambiente de valores crescentes para óleo e gás, explora-
ção e subsequente produção estão sendo empreendidas em águas cada vez
mais profundas. Por exemplo, óleo e gás estão sendo produzidos agora fora
20 da costa da Luisiana em 2.743,2 metros (9.000 pés) de água. Estes esforços
ao largo têm exigido soluções especializadas caras incluindo construção de
sofisticadas estruturas de produção submarina para coleta e transporte do
óleo e gás das cabeças de poços para estruturas de coleta, instalações de
pontos de distribuição e para refinarias de processamento em terra firme.

25 Equipamentos de exploração e produção submarina tipicamente
são operados de forma remota por meio de uma pluralidade de condutos de
controle que transportam sinais de controle assim como fluidos de operação
e controle. A construção de equipamento submarino de exploração e produ-
ção é demorada e imensamente cara. Tipicamente os componentes funcio-
30 nais de sistemas de controle submarinos, incluindo cabos umbilicais subma-
rinos, condutores móveis e os módulos de controle submarinos que contro-
lam árvores de produção, árvores de completação e teste, sistemas de segu-

rança contra estouro, unidades coletoras e de distribuição, são testados na superfície, ou "partes superiores", antes de ir para o mar a partir do navio de construção. Entretanto, os componentes funcionais de um sistema de controle submarino podem ser deixados na posição por um período de meses antes de serem conectados às outras partes do sistema de controle submarino. É neste tempo que os sistemas de controle são de novo testados para verificação de integridade, de novo por meio de conexão ao equipamento de teste de parte superior. Se o sistema de controle não estiver conforme especificação quando finalmente pronto para ser conectado, atrasos significativos e muito caros são ocasionados. Avaliação de como o equipamento de sistema de controle submarino, tal como cabos umbilicais, reage às condições ambientais e de operação submarina até agora somente tem sido possível através de teste de câmara hiperbárica, predições de modelagem e teóricas da integridade do cabo umbilical sob as condições nas quais ele foi posicionado e será utilizado. Teste submarino real do status e integridade de sistemas de controle submarinos tais como cabos umbilicais e módulos de controle submarinos até agora não tem estado disponível.

Além disso, as tensões colocadas em sistemas de controle submarinos, particularmente cabos umbilicais de produção, podem ser imensas e podem incluir penetração por contaminantes de água do mar, pressão extrema, frio extremo, onda, movimentos sísmicos e mecânicos, efeitos de vibração e impacto, incompatibilidade química com fluidos e gases e corrosão elétrica (galvânica) e química.

O que é necessário são aparelho e métodos submarinos capazes de determinar a condição funcional e integridade de sistemas de controle submarinos depois da colocação inicial assim como antes da conexão e uma vez que eles estejam em posição ou em operação no fundo do mar por algum período de tempo.

Sumário

A presente invenção refere-se a um método e aparelho para teste submarino de sistemas de controle de perfuração e produção de óleo e gás submarinos incluindo cabos umbilicais submarinos, condutores móveis e

os módulos de controle submarinos que controlam árvores de produção, árvores de completção e teste, sistemas de segurança contra estouro, unidades coletoras e de distribuição. Em uma modalidade da invenção, uma plataforma de teste submarino é fornecida que inclui equipamento de teste para
5 cada um dos componentes de um dado sistema de controle submarino.

Por exemplo, para teste de integridade elétrica, a plataforma inclui um módulo de teste elétrico que inclui capacidade para testar um ou mais de resistência de condutor, resistência de isolamento, reflectometria no domínio do tempo (TDR), capacidade e continuidade de alta tensão de ca-
10 bos elétricos. A eletrônica exigida para executar o teste é alojada dentro de um coletor de dados ou conectada a ele. Em uma modalidade um ROV, SV ou AUV é usado para energizar o módulo de teste elétrico e o coletor de dados e para retransmitir os dados para a superfície. Em uma modalidade o módulo de teste elétrico é customizado para atracar com os encaixes elétricos particulares em um dado sistema de controle submarino individual ex-
15 clusivo. Em um aspecto o sistema de controle é uma montagem de terminação de cabo umbilical. Em um outro aspecto o sistema de controle é um módulo de controle submarino que opera uma árvore de produção, árvore de completção e teste, sistema de segurança contra estouro, unidade coletora ou de distribuição.
20

Para teste de fibras óticas, se incluídas no sistema de controle submarino, um módulo de teste de fibra ótica é incluído. Em uma modalidade o módulo de teste ótico inclui capacidade para reflectometria ótica no domínio do tempo (OTDR). Em uma modalidade o módulo de teste ótico é
25 customizado para atracar com os encaixes óticos de extremidade particulares em um dado sistema de controle submarino individual exclusivo.

Para teste de mangueiras e tubos incluídos em um cabo umbilical, condutor móvel, sistemas de controle submarinos, árvores de produção, árvores de completção e teste, sistemas de segurança contra estouro, uni-
30 dades coletoras ou de distribuição, um módulo de teste fluídico é incluído tendo capacidade para testar um ou mais de pressão de prova/decaimento, integridade de pressão e limpeza de fluxo e fluido em condutos de fluido in-

cluindo linhas hidráulicas. Em uma modalidade o módulo de teste fluídico é customizado para atracar com os encaixes de extremidade de conduto de fluido particulares em um dado terminal de sistema de controle submarino individual exclusivo, tal como, por exemplo, uma montagem de terminação de cabo umbilical, terminal de condutor móvel ou módulos de controle submarinos e ligações em ponte conseqüentemente. Os métodos e aparelho de teste descritos neste documento são aplicáveis tanto a cabos umbilicais dinâmicos quanto estáticos e módulos são fornecidos para testar um ou mais de cabos elétricos, fibras óticas e condutos fluídicos dispostos dentro dos cabos umbilicais.

Em uma modalidade da invenção, o módulo de teste de fluido compreende adicionalmente um módulo de amostragem química adaptado para introduzir uma solução de amostra no conduto fluídico para ser testada e para coletar subseqüentemente a solução de amostra em um balão de coleta de amostra para subseqüente teste de parte superior. Durante o teste, é permitido que a solução de amostra entre em contato com o interior do conduto fluídico, tipicamente um tubo ou mangueira, por tempo suficiente em que teste subseqüente da solução de amostra é indicativo da integridade do revestimento do conduto fluídico. Avaliação de parte superior e submarina da solução de amostra pode ser empreendida para avaliar o produto químico e assim a integridade estrutural do conduto fluídico. Em uma modalidade contagem de partículas é conduzida submarina a fim de avaliar a limpeza do conduto fluídico.

Em algumas modalidades, a plataforma inclui adicionalmente pelo menos um balão de tratamento químico para dosar tubulação e/ou mangueiras de sistema de controle submarino com produtos químicos depois da remoção da amostra. A plataforma pode incluir adicionalmente uma bomba de dosagem química.

Em algumas circunstâncias, um componente de um sistema de controle submarino durante construção, tal como, por exemplo, um cabo umbilical submarino, é enchido com fluidos de armazenamento que devem ser removidos antes de ser conectado às outras partes do sistema submari-

no. Assim, em uma modalidade, a plataforma de teste é adaptada para deslocar estes fluidos de armazenamento com fluidos de controle desejados. Os fluidos de controle são transportados para a localização submarina em um balão de fornecimento de fluido de controle. Os fluidos de armazenamento são coletados em um balão de contenção de fluido de resíduos para recuperação para a superfície.

Em uma modalidade da invenção uma plataforma de serviço de tubulação submarina é fornecida que inclui pelo menos uma bomba montada sobre plataforma dimensionada para entregar cerca de 20.684,27 a 137.895,14 kPa (3.000 a cerca de 20.000 psi) de pressão para teste de pressão dos condutos fluídicos em pressões desejadas. Em uma modalidade, a plataforma inclui pelo menos uma bomba manual operável pelo SV, ROV ou AUV para igualar a pressão entre a bomba montada sobre plataforma e a tubulação e/ou mangueiras de sistema de controle submarino antes de iniciar comunicação fluídica entre a bomba e o sistema de controle.

Por causa de um dado projeto de exploração e produção frequentemente ter características e recursos de projeto de engenharia individualizados de seu próprio equipamento exclusivo, o formato modular da plataforma de teste de cabo umbilical permite manutenção de sistemas de controle submarinos exclusivos distintos dependendo da sua conformação e componentes enfeixados particulares.

Em uma outra modalidade, um método de teste de sistema de controle submarino é fornecido incluindo as etapas de fornecer uma plataforma de teste submarino que compreende um ou mais de um módulo de teste elétrico, módulo de teste ótico e um módulo de teste fluídico; utilizar um SV, AUV ou ROV para deslocar a plataforma de teste para a montagem de terminação de sistema de controle submarino; atracar a plataforma de teste com a montagem de terminação; e testar a integridade de um ou mais de condutos elétricos, óticos e ou fluídicos enfeixados no sistema de controle ou associados com ele.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 representa uma instalação de produção submarina e

entrega de uma plataforma de teste para executar teste submarino.

A figura 2 representa seleção a partir de um menu de módulos de teste no projeto de uma plataforma feita sob medida.

A figura 3 representa uma modalidade de uma plataforma de teste tendo uma placa de interface de ROV no lugar.

A figura 4 representa a modalidade da figura 3 com a placa de interface de ROV removida.

A figura 5 representa uma vista minuciosa da extremidade da plataforma da figura 4 que representa o painel operável por ROV e representa adicionalmente condutores móveis elétricos e fluídicos terminados com os respectivos conectores de engate rápido "hot stabs" de conexão molhada.

A figura 6 representa uma cabeça de conector de engate rápido "hot stab" recíproca de acordo com uma modalidade.

A figura 7 representa uma modalidade de uma plataforma de teste da vista em perspectiva da figura 3, mas incluindo terminais de condutores móveis, elétricos e fluídicos.

Descrição Detalhada

Embora a fabricação e uso de várias modalidades da presente invenção sejam discutidos detalhadamente a seguir, deve ser percebido que a presente invenção fornece muitos conceitos inventivos aplicáveis que podem ser empregados em uma grande variedade de contextos específicos. As modalidades específicas discutidas neste documento são meramente ilustrativas de modos específicos para fabricar e usar a invenção e não delimitam o escopo da invenção.

Para facilitar o entendimento desta invenção, diversos termos e, em alguns casos, abreviações relacionadas, são definidos a seguir. Os termos definidos neste documento têm significados tal como comumente entendido por uma pessoa de versados nas áreas relevantes da presente invenção. Termos tais como "um", "uma" "a" e "o" não são pretendidos para se referir a somente uma entidade singular, mas incluem a classe geral da qual um exemplo específico pode ser usado para ilustração. A terminologia neste documento é usada para descrever modalidades específicas da invenção,

mas seu uso não delimita a invenção, exceto tal como esboçado nas reivindicações.

O Instituto Americano do Petróleo (API) e a Organização Internacional de Normalização (ISO) têm conjuntamente produzido padrões globais para projeto, seleção de material, fabricação, verificação de projeto, teste, instalação e operação de sistemas de produção submarina. A plataforma fornecida neste documento é projetada para fornecer teste tal como exigido pelos padrões API/ISO. Entre esses padrões dirigidos principalmente para produção submarina, o RP 17A/ISO 13628-1 fornece exigências e recomendações gerais para o projeto e operação de sistemas de produção submarina. O RP 17B/ISO 13628-11 é dirigido para sistemas de tubulação flexível para aplicações de coluna de ascensão submarina e marítima. O RP 17C/ISO 13628-3 é dirigido para sistemas através de linha de fluxo (TFL). A Especificação API 17D diz respeito ao equipamento de cabeça de poço submarino e árvore de natal.

A Especificação API 17E/ISO 13628-5 (API, 2003) fornece a especificação para cabos umbilicais de controle submarinos incluindo sistemas de controle submarinos, injeção química, elevação de gás, cabos umbilicais de utilidade e serviço e equipamento auxiliar associado para as indústrias de petróleo e gás natural. A 17E se aplica a cabos umbilicais contendo condutores elétricos, fibras óticas, mangueiras termoplásticas e tubos metálicos, sozinhos ou em combinação. Ela também se aplica a cabos umbilicais que são para serviço estático ou dinâmico, e com encaminhamentos de superfície-superfície, superfície-submarino e submarino-submarino. A especificação API 17F/ISO 13628-6 fornece especificações para sistemas de controle de produção submarina incluindo projeto de fluidos de controle, teste, instalação e operação. A RP 17G/ISO 13628-7 controla sistemas de manutenção de poços e coluna de ascensão de completação incluindo entre outras coisas sistemas de controle de manutenção de poços, pacotes de coluna de ascensão de menor manutenção de poços e árvores de teste submarino. As especificações podem ser completamente específicas, tal como, por exemplo, a Especificação 17J/ISO 13628-2, a qual é a especificação para tubo flexível

não ligado incluindo tanto tubos flexíveis estáticos quanto dinâmicos usados como linhas de fluxo, colunas de ascensão e ligações em ponte, enquanto a Especificação 17K/ISO 13628-10 é a especificação correspondente para tubo flexível unido.

5 Os acrônimos adicionais a seguir são usados neste documento.

Abreviação	Significado
API	Instituto Americano do Petróleo
ASTM	Sociedade Americana para Testes e Materiais
AUV	Veículo Submerso Autônomo (desprendido)
CR	Resistência de Condutor
FAT	Teste de Aceitação de Fábrica ou Teste Pós-Fabricação
FPSO	Flutuação, Produção, Armazenamento e Transbordo
IR	Resistência de Isolador
ISO	Organização Internacional de Normalização
OTDR	Reflectometria Ótica no Domínio do Tempo
ROV	Veículo Operado Remotamente (amarrado e operado pela superfície)
SIT	Teste de Integração de Sistema
STU	Cabo Umbilical de Tubo de Aço
SUTA	Montagem de Terminação de Cabo Umbilical Submarino
SV	Veículo Submersível que é operado por operadores humanos no SV
TDR	Reflectometria no Domínio do Tempo

10 Para o propósito da presente invenção, sistemas de controle submarinos incluem, mas não se limitando a estes, cabos umbilicais dinâmicos, cabos umbilicais estáticos, condutores móveis, módulos de controle submarinos, redes de válvulas de produção (também conhecidas como árvores de natal), árvores de teste e intervenção, unidades coletoras e de distribuição. Estes sistemas gerenciam produção das cabeças de poços a 304,8 metros (vários mil pés) abaixo da superfície do oceano. A maioria das redes de válvulas submarinas é controlada hidráulicamente enquanto que módulos

de controle submarinos são frequentemente enchidos com fluido de controle ou hidráulico para evitar que seus alojamentos entrem em colapso sob a extrema pressão hidrostática.

Um cabo umbilical submarino inclui um ou mais condutos de controle dispostos dentro de um revestimento à prova de água. Os cabos umbilicais podem conectar estruturas submarinas assim como interligar estruturas submarinas e estruturas de controle e operação de superfície. Cabos umbilicais submarinos podem conter um ou mais condutores elétricos, fibras óticas, e mangueiras termoplásticas e tubos metálicos de várias dimensões e classificações de pressão, de forma singular ou enfeixados em combinação. Cabos umbilicais fornecem potência elétrica e hidráulica das plataformas hospedeiras para centros de produção submarina e transmitem dados eletrônicos para plataformas hospedeiras e a partir desta. Cabos umbilicais também transportam fluidos de serviço de poço, fluidos de elevação de gás e gases de recuperação de óleo para os centros de produção. Cabos umbilicais submarinos tipicamente são montagens complexas e são projetados para um sistema ou campo de produção particular. Por exemplo, um sistema de cabo umbilical de controle tipicamente inclui condutos fluidicos para fornecimentos de fluido de alta e de baixa pressão, fluidos de injeção química, e fluidos anulares assim como os condutos de energia e/ou sinal elétrico. Cabos umbilicais incluindo linhas de serviço são adaptados para transferir fluidos químicos que são expostos temporariamente ao fluido de poço na temperatura de cabeça de poço máxima.

O cabo umbilical pode ser estático, significando estar sujeito a movimento limitado, tal como, por exemplo, cabos umbilicais amarrados a tubulações ou conectando a estruturas submarinas fixadas a plataformas fixas. Alternativamente o cabo umbilical pode ser dinâmico, significando estar sujeito a movimento tal como, por exemplo, um cabo umbilical conectando uma estrutura submarina a um navio flutuante. O cabo umbilical termina em cada extremidade com uma montagem de terminação de cabo umbilical submarino (SUTA).

Durante o processo de assentamento, cabos umbilicais subma-

5 rinos são testados pelas partes superiores até o ponto de ao mar. Eles não são testados de novo até que eles sejam conectados às outras partes do sistema de controle submarino. Este teste também é feito pelas partes superiores. Embora cabos umbilicais submarinos sejam projetados para resistir às cargas de instalação, incluindo carga externa, manuseio em navio de instalação, tensão de assentamento, puxamento e conexão, assim como escavação e despejo de rocha, até agora não tem sido possível testar a condição funcional do cabo umbilical na posição no fundo do mar. Teste submarino da integridade de conduto fluídico de sistemas de controle submarinos incluindo cabos umbilicais não tem estado até agora disponível e constitui uma necessidade não atendida na indústria.

15 A presente invenção fornece uma plataforma de teste submarino adaptada para teste submarino de sistemas de controle submarinos incluindo e não limitado a cabos umbilicais dinâmicos, cabos umbilicais estáticos, condutores móveis, e a módulos de controle submarinos que controlam redes de válvulas e unidades coletoras e de distribuição. O aparelho e métodos de teste fornecidos neste documento são aplicáveis às fases de instalação e de pré-comissionamento assim como a teste existência à medida que o equipamento submarino envelhece. O aparelho e método de teste submarino fornecidos neste documento capacitam avaliação no local de tensão de fadiga nos componentes estruturais de sistemas de controle submarinos e particularmente em cabos umbilicais submarinos. Cabos umbilicais estão frequentemente sujeitos a curvamento e dobramento, o que afeta a pressão máxima que eles podem suportar sem potencial falha. À medida que os cabos umbilicais envelhecem, os efeitos dos extremos de temperatura e pressão assim como corrosão externa e interna afetam as propriedades mecânicas dos condutos fluídicos dentro do cabo umbilical, assim como o isolamento circundando outros componentes incluídos do cabo umbilical. Pelo teste submarino, medições e status reais podem ser obtidos em vez do potencialmente danificar a parte superior do cabo umbilical para teste ou contar com predições modeladas de status de cabo umbilical.

30 Os exemplos a seguir estão incluídos para simplificação de reve-

lação e para ilustrar os métodos de fabricar as composições e compostos da presente invenção assim como para apresentar certas características das composições. Em nenhum modo estes exemplos são pretendidos para limitar o escopo ou preceito desta descrição.

5 Exemplo 1:

Em uma modalidade, uma plataforma de teste de sistema de controle submarino (40) é adaptada para teste de cabo umbilical estático e é customizada para os constituintes e parâmetros de projeto individuais do cabo umbilical a ser testado. Os cabos umbilicais transportam energia elétrica, sinais de controle e fluido hidráulico entre estruturas submarinas, assim como a partir de uma plataforma ou navio FPSO. A figura 1 representa uma plataforma (10) tendo uma coluna de ascensão de produção (20) e um cabo umbilical estático (30) resultando em um coletor (44) e conectado de forma operável aos módulos de controle submarinos (46) que operam o coletor. Árvores de produção (42) de poços satélites são conectadas ao coletor (44) por meio de linhas de fluxo (22) e cabos umbilicais adicionais (30) que formam conexões operáveis entre módulos de controle submarinos nas árvores de produção e os módulos de controle submarinos (46) que operam o coletor. Os cabos umbilicais estáticos (30) são testados na sua posição final no fundo do mar (enquanto esperando para serem conectados às outras partes do sistema de controle submarino) ao utilizar uma plataforma de teste (40) montada em um ROV, SV ou AUV (18) e acionada por ele. ROV, SVs ou AUVs tipicamente são usados para posicionar cabos umbilicais estáticos no fundo do mar e são aqui adaptados para levar a plataforma de teste (40) para uma montagem de terminação de cabo umbilical submarino (SUTA) no cabo umbilical (30) que tenha sido estendido na posição para terminar na árvore de produção (42).

Em um aspecto, a plataforma de teste inclui pelo menos um módulo de teste de conduto fluídico que assegura que a integridade de mangueiras e tubos dentro de cabos umbilicais foi mantida durante assentamento assim como depois de serem submetidos às condições submarinas. Teste pode incluir um ou mais de teste elétrico, teste ótico, análise elementar e

teste de pressão. Em uma modalidade da invenção, o módulo de teste elétrico conduz teste elétrico para assegurar que o cabo umbilical permanece dentro das suas exigências FAT, incluindo testar para especificação de um ou mais de resistência de isolamento (IR), CR (resistência de condutor) e testes HV DC, atenuação, capacitância, tempo de atraso de propagação de sinal, impedância, teste de atenuação de linha cruzada e teste TDR. Teste ótico das fibras óticas do cabo umbilical é efetuado para assegurar especificações dentro das exigências FAT incluindo determinações de atenuação de sinal, incluindo perdas de união e conector casado e para assegurar a integridade da blindagem. Em uma modalidade, o teste ótico inclui reflectometria ótica no domínio do tempo (OTDR), o qual também pode ser usado para localizar falhas incluindo rupturas, e para medir perda de retorno ótico dos dispositivos intervenientes no caminho da fibra ótica. Módulos de teste hidráulico, ótico e elétrico e componentes dos mesmos são marinizados, o que significa feitos à prova de água e adaptados para uso em água em temperaturas e pressões extremas.

Em uma modalidade da invenção, a plataforma de teste utiliza a potência hidráulica de um ROV, SV ou AUV para executar teste do cabo umbilical estático antes da conexão às partes restantes do sistema de controle submarino. A solução fornecida neste documento capacita teste submarino do cabo umbilical estático, confirmando assim que a integridade do cabo umbilical estático foi mantida depois de o assentamento estar completo. Em uma modalidade, as mangueiras/tubos dentro do cabo umbilical são testadas para pressão de $1,1 \times \text{DWP}$ (pressão de trabalho de projeto) para assegurar a integridade física das mangueiras/tubos, incluindo ausência de vazamentos e defeitos estruturais, tal teste executado usando uma bomba e filtragem de alta pressão. Um circuito de teste fluídico ou hidráulico com filtragem é fornecido para pressão de prova/decaimento, o qual determina pressão, temperatura e fluxo. O módulo de teste fluídico ou hidráulico é conectado eletricamente a um coletor de dados que pode armazenar os dados de teste, assim como transportar os dados em tempo real por meio do ROV, SUV ou AUV. Em uma modalidade o módulo de teste hidráulico inclui um

analisador de partículas marinizado para avaliar limpeza do fluido hidráulico.

Em uma modalidade a plataforma de teste leva um balão de teste de fluido que carrega fluido suficiente para propósitos de teste de pressão, tipicamente o fluido será um fluido de armazenamento com o qual o cabo umbilical foi estendido ou um fluido de potência hidráulica com o qual o cabo umbilical está em serviço. Um dado cabo umbilical pode incluir uma pluralidade de diferentes linhas hidráulicas, as quais podem ser de diâmetro interno diferente e assim ter diferentes volumes. Dependendo de qual equipamento está sendo acionado, as diferentes linhas hidráulicas podem incluir diferentes fluidos de potência e podem ser adaptadas para operar em diferentes pressões hidráulicas. Várias linhas hidráulicas diferentes no cabo umbilical podem ter parâmetros de teste específicos, incluindo pressão, temperatura, volume e integridade química. Em certos aspectos a plataforma de teste é configurada para testar uma linha hidráulica particular do cabo umbilical e a plataforma é configurada nas partes superiores para ajustar a válvula de alívio de pressão específica à pressão de teste exigida e uma conexão de condutor móvel é instalada para casar com a linha hidráulica a ser testada no cabo umbilical. Em outras modalidades, a plataforma é adaptada para testar mais de uma linha hidráulica e é encaixada com balões de fluido de teste e condutores móveis adicionais. Em um ou outro caso, um coletor de dados que é montado na plataforma de teste e conectado ao sistema hidráulico grava os resultados de teste, incluindo pressão, temperatura e volume.

Por causa de a linha de fluido hidráulico já estar cheia e porque o fluido é essencialmente não compressível, o volume adicional a ser fornecido para propósitos de teste de pressão é relativamente pequeno mesmo para uma linha hidráulica de grande volume. Entretanto, por causa de o fluido ser não compressível, a bomba que é dimensionada para fornecer pressão de teste é uma bomba de deslocamento positivo de alta pressão que é operável para entregar de 20.684,27 a 137.895,14 kPa (3.000 a 20.000 psi).

Em uma modalidade, uma pluralidade de circuitos fluidicos é fornecida a fim de pressurizar/lavar diferentes mangueiras e tubos com diferentes fluidos. Em uma modalidade, a bomba de deslocamento positivo de

alta pressão é uma bomba tipo triplex que é operável para entregar pressões de teste de até 20.000 psi (137.895,14 kPa).

Linhas hidráulicas dispostas no cabo umbilical também podem ser lavadas para alcançar níveis de limpeza, por exemplo, dos padrões aeroespaciais nacionais. Em uma modalidade o serviço de limpeza de fluxo inclui um circuito em laço de lavagem ou teste estabelecido na linha hidráulica no cabo umbilical. O fluxo ocorre em ciclos através das colunas hidráulicas a ser testadas. Tipicamente para teste de partes superiores, o qual era o único método disponível até agora, o volume empurrado através da linha hidráulica para lavagem é três vezes o volume das colunas sob teste. Nas partes superiores é típico extrair uma amostra depois de cada volume para análise ou efetuar leituras por meio de um analisador de partículas. O nível de limpeza a ser alcançado pode diferir dependendo do fluido sendo analisado, mas é normalmente feito para padrões aeroespaciais (NAS6 ou NAS8). Tal como fornecido neste documento o serviço de limpeza de fluxo que até agora tem sido conduzido em partes superiores é fornecido submarino. Assim, uma plataforma de teste, incluindo uma bomba de deslocamento positivo de alta pressão operável para entregar de 20.684,27 a 137.895,14 kPa (3.000 a 20.000 psi) e um balão de fornecimento de fluido de teste, é posicionada submarina e conectada submarina a um conduto fluídico de um cabo umbilical submarino através da respectiva porta da montagem de terminação de cabo umbilical. Um volume prescrito de fluido de teste ocorre em ciclos através do cabo umbilical. Em uma modalidade, amostras são coletadas e armazenadas para teste de parte superior. Em outras modalidades, um analisador de partículas é marinizado, montado na plataforma e conectado como parte do módulo de teste de fluido. O analisador montado sobre plataforma exibirá o nível de limpeza alcançado. Os dados podem ser vistos pela câmera de ROV e/ou coletados eletronicamente por meio do coletor de dados. Em um aspecto os dados são retransmitidos em tempo real para a superfície por meio do ROV. O medidor de fluxo na plataforma exibe o volume que tem passado através do cabo umbilical e indica os pontos de tempo de análise.

Uma taxa de fluxo suficiente para alcançar fluxo turbulento é fornecida pela bomba de deslocamento positivo de alta pressão montada sobre plataforma. Fluxo turbulento é exigido para determinar limpeza de fluxo porque a turbulência remove partículas que podem ter acumulado durante condições de baixo fluxo durante assentamento ou durante serviço. Em algumas configurações, fluxo turbulento caracterizado por um número de Reynolds (Re) desejado é exigido, particularmente para evitar condições de fluxo laminar não turbulento. O número de Reynolds é determinado matematicamente ao considerar a densidade e viscosidade do fluido no conduto juntamente com a velocidade de fluxo de fluido e as dimensões do conduto. Em algumas configurações, um número de Reynolds > 4.000 é especificado para assegurar fluxo turbulento. A bomba de alta pressão, juntamente com encaixes associados, é projetada para ser capaz de alcançar um número de Reynolds > 4.000 com um fluido de limpeza compatível com o fluido que o conduto de cabo umbilical é projetado para reter. Em certas aplicações, dependendo do tamanho das colunas sob teste, o final de fluido da bomba de alta pressão é modificado para entregar uma taxa de fluxo suficientemente alta para alcançar o número de Reynolds exigido.

Em um aspecto, o circuito fluídico ou de teste é adaptado para lavagem de linhas hidráulicas em conjunto com um balão de contenção de resíduos para coleta do hidráulico assim como com um balão de fornecimento de fluido de potência para encher as linhas hidráulicas com o fluido desejado. Dependendo das dimensões da linha hidráulica a ser esvaziada e reenchida com fluido de potência, o balão de contenção e o balão de fornecimento podem ser dispostos na plataforma de teste submarino ou podem ser dispostos em uma ou mais plataformas separadas que são fornecidas para este propósito. Conexões hidráulicas de conector de engate rápido entre a plataforma de teste e a plataforma ou plataformas de contenção e fornecimento de fluido são fornecidas para permitir ao fluido fluir entre a plataforma de bombeamento e a plataforma ou plataformas de contenção e fornecimento de fluido. O medidor de fluxo na plataforma de teste exibirá o volume bombeado no mostrador de coletor de dados. Uma amostra final do fluido de po-

tência é testada para assegurar o padrão de limpeza exigido. Em uma modalidade, a plataforma de teste inclui pelo menos um módulo de teste elétrico que é adaptado para verificar continuidade ao medir uma ou mais de resistência de condutor usando um micromímetro, resistência de isolamento usando um medidor de resistência de isolamento, e reflectometria no domínio do tempo (TDR) usando um reflectômetro no domínio do tempo. Em uma modalidade da invenção um módulo de teste ótico é incluído para testar cabos de fibras óticas por meio de reflectometria ótica no domínio do tempo (OTDR).

Em uma modalidade, a plataforma terá condutores móveis hidráulicos, elétricos e de fibra ótica encaixados com conectores de conexão molhada para efetuar as conexões entre a plataforma de teste e a montagem de terminação de cabo umbilical submarino (SUTA) encaixada em uma ou outra extremidade do cabo umbilical estático. Em uma modalidade da invenção, equipamento em laço é pré-instalado para também permitir teste na SUTA na extremidade oposta do cabo umbilical estático a onde a plataforma é atracada.

Coletor(s) de dados(s) é(são) montado(s) na plataforma para gravar as medições efetuadas através de condutores móveis elétricos e de fibra ótica conectados ao registrador. Em uma modalidade, pelo menos um condutor móvel hidráulico se conecta a um circuito hidráulico na plataforma. Em uma modalidade instrumentação, incluindo medidores de fluxo, sensores de pressão, etc., é conectada ao circuito hidráulico e um chicote de fios se situa entre a instrumentação e o coletor de dados. Medições podem ser exibidas submarinas e também retransmitidas para a superfície por meio do ROV, SV ou AUV.

Exemplo 2:

Em uma modalidade da invenção, uma plataforma de teste de sistema de controle submarino é adaptada para teste de um ou mais de cabos umbilicais dinâmicos, cabos umbilicais estáticos, condutores móveis, módulos de controle submarinos, árvores de produção, árvores de teste e intervenção e unidades coletoras e de distribuição. Em um aspecto a plata-

forma é customizada para os constituintes e parâmetros de projeto individuais do equipamento a ser testado. Testar pode incluir um ou mais de teste elétrico, teste ótico, análise elementar e teste de pressão. Os equipamentos submarinos são assim testados nas suas posições finais no fundo do mar (enquanto esperando para ser conectado às outras partes do sistema de controle submarino) ao utilizar uma plataforma de teste montada em um ROV, SV ou AUV e acionada por ele. ROV, SVs ou AUVs tipicamente são usados para posicionar sistemas de controle no fundo do mar. Em uma modalidade da invenção, a plataforma de teste utiliza a potência hidráulica de um ROV, SV ou AUV para executar teste do componente de sistema de controle antes da conexão às partes restantes do sistema de controle submarino.

Em uma modalidade a plataforma é adaptada para executar teste de acordo com o padrão API 17E, o qual exige teste de cabos elétricos para resistência de condutor, resistência de isolamento, alta tensão e continuidade por meio de reflectometria no domínio do tempo (TDR), teste de fibra ótica usando reflectometria ótica no domínio do tempo (OTDR), e teste hidráulico de condutos de fluido tais como mangueiras e tubos para pressão de prova/decaimento, integridade de pressão, limpeza de fluxo e de fluido.

Em uma modalidade da presente invenção, a plataforma de teste submarino inclui pelo menos uma bomba que é operável para superar a pressão hidrostática da água até e acima de 3.048 m (10.000 pés) de profundidade. A pressão hidrostática P (em pascals, Pa) é igual a ρgh , onde ρ é a densidade da água em quilogramas por metro cúbico, g é a aceleração gravitacional em metros por segundo ao quadrado, e h é a altura de fluido acima em metros. Embora densidade da água mude com temperatura, com o propósito de pronto cálculo, um valor de ρ de 1.027 kg/m^3 (densidade da água do mar em 5°C) será usado. Ignorando mudanças na gravitação tal como uma que se afasta da superfície do solo, um valor constante para g de $9,8 \text{ m/s}^2$ pode ser usado. Usando estas constantes para ρ e g , pode ser calculado que a pressão hidrostática de 304,8 m de água (1.000 pés) é $3,07 \times 106 \text{ Pa}$ ($P = 1.027 \times 9,8 \times 304,8$), que converte para 445 psi (1 psi =

6.894,76 Pa). Para 1.000 m de água (3.280 pés), o valor é de aproximadamente 10.066,35 kPa (1.460 psi), enquanto que em 2.743,2 m de água (9.000 pés), a pressão hidrostática é de aproximadamente 27.606,61 kPa (4.004 psi). Em 3.048 m de água (10.000 pés), a pressão hidrostática é de aproximadamente 30.674,78 kPa (4.449 psi). Assim, no contexto de certas modalidades da presente invenção, a bomba é capaz de fornecer teste de pressão para 1,1 x pressão de trabalho de projeto (DWP) em situações onde a pressão ambiente na sucção pode ser acima de 2.757,9 kPa (400 psi). Em certas modalidades, a bomba de alta pressão será capaz de entregar fluxo em situações onde a pressão ambiente na sucção da bomba pode ser acima de 27.579,04 kPa (4.000 psi). Tipicamente, o sistema será configurado de maneira que o fluido acrescentado ao cabo umbilical para dar a pressão de teste desejada é extraído de um balão que foi entregue para a localização de teste submarino. Os conteúdos de balão serão em pressões marítimas ambientes. O lado de descarga da bomba que entregará a pressão de teste é adaptado para fornecer pelo menos 20.684,28 kPa (3.000 psi). Em algumas modalidades a bomba de alta pressão é operável para entregar tanto quanto 137.895,0 kPa (20.000 psi). Bombas de alta pressão capazes de entregar tais pressões são bombas de deslocamento positivo. Em um aspecto, a plataforma de teste inclui uma bomba triplex de deslocamento positivo de alta pressão operável para fornecer (20.000 psi) (137.895,0 kPa) de pressão.

A plataforma incluirá uma unidade de filtragem na entrada de fluido de bomba para assegurar que contaminantes não são introduzidos nos condutos de sistema de controle a ser testados. Preferivelmente, um ou mais filtros na entrada de bomba são capazes de filtrar partículas de até 50 micrômetros (μ ou micros) ou menores em tamanho. Bombas adicionais podem estar presentes na plataforma para fornecer outros serviços, tais como, por exemplo, uma bomba de contrafluxo juntamente com filtro de bomba de contrafluxo para manter os filtros em um estado de continuada eficácia. Os condutos de fluido também podem ser lavados para alcançar níveis de limpeza para padrões exigidos.

Em outras modalidades, a plataforma inclui um módulo de coleta

de amostra. Uma solução de amostra é introduzida em um ou mais condutos de fluido no sistema de controle e amostras são obtidas em intervalos predefinidos para avaliação usando uma bomba, unidade de filtragem e balão de amostragem.

5 Em uma modalidade da invenção, a plataforma fornece uma estrutura física facilitando a faixa total de teste de sistema de controle submarino. Com esta finalidade ela é projetada para carregar diversas peças de equipamento diferentes em formato de módulo, dependendo dos detalhes do serviço em mão. Tal como representado na figura 2, módulos de teste e de
10 serviço que podem ser utilizados incluem módulos de teste fluídico, ótico e elétrico, assim como módulos de análise elementar e módulos de coleta e entrega de fluido. Os módulos e suas funcionalidades incluídas são selecionados dependendo do projeto de teste ou de serviço. Em uma modalidade, tal como representado na figura 2, o módulo de teste elétrico inclui um
15 microhmímetro para teste de resistência de condutor (CR), um medidor de resistência de isolamento para teste de resistência de isolamento (IR), e um reflectômetro no domínio do tempo para teste de reflectometria no domínio do tempo (TDR). Em uma modalidade, tal como representado, um módulo de teste ótico pode ser incluído para testar cabos de fibras óticas por meio
20 de reflectometria ótica no domínio do tempo (OTDR). O módulo de teste hidráulico pode incluir um ou mais equipamentos marinizados incluindo pressão de prova/decaimento, integridade de pressão, fluxo de fluido e limpeza de fluido. Depois de os componentes desejados serem selecionados e montados na plataforma, condutores móveis de teste hidráulico, elétrico e de
25 fibra ótica encaixados com conectores de conexão molhada são incluídos, os quais são customizados para encaixar a montagem de terminação submarina particular do equipamento de sistema de controle a ser testado. Coletor(s) de dados é(são) montado(s) na plataforma para gravar as medições efetuadas por meio dos módulos de teste conectados ao registrador. Os
30 coletores de dados podem ser montados no mesmo alojamento tal como os respectivos módulos de teste. Os módulos selecionados e seus respectivos condutores são montados na plataforma de teste e entregues para a locali-

zação ao largo.

Em uma modalidade de uma plataforma de teste adequada, potência é fornecida hidráulicamente de um ROV ou de outra fonte (AUV, SV). Em uma modalidade, a potência mínima exigida pela plataforma desta fonte será de aproximadamente 70 HP. Considerando outras exigências de potência no funcionamento do ROV, a exigência de potência hidráulica total para fornecer 70 HP (52 kW) seria de aproximadamente 100 HP (74 kW). Mais potência pode ser exigida em certas aplicações. A plataforma de teste é preferivelmente provida com flutuabilidade, tal como por meio de um ou mais compensadores de flutuabilidade, a fim de que ela possa se aproximar de flutuabilidade neutra em várias profundidades. Isto facilita manobrabilidade da plataforma de teste pelo ROV, AUV ou SV.

Exemplo 3:

A figura 3 representa uma modalidade de uma plataforma de teste (40) tendo uma pluralidade de módulos de teste fixados e protegidos dentro da estrutura (51). Um batente de proteção opcional (54) pode ser fixado em toda ou somente em partes da estrutura (51). Flutuabilidade é fornecida para a plataforma por meio de uma pluralidade de blocos de espuma de célula fixados (55). Uma placa de interface de ROV (52) é montada no topo da estrutura (51). A antepara hidráulica (53) fornece uma interface para a bomba hidráulica de ROV, a qual fornece potência para a plataforma. Na modalidade representada, um balão de fornecimento de fluido de teste é montado dentro da estrutura e coberto com um compartimento de proteção (56) para evitar ruptura involuntária. São montados dentro da estrutura (51) o coletor de dados de teste hidráulico (57) e o coletor de dados de teste elétrico e/ou ótico (58). Em outras modalidades, cada módulo de teste, se ótico, elétrico ou hidráulico, compartilha um alojamento com o seu respectivo coletor de dados e os módulos de teste (70), (72) e (74), tal como representados na figura 4, não apareceriam como representados, mas seriam dispostos tal como representado para o coletor de dados (58).

A figura 4 representa a plataforma (40) da figura 3 com a placa de interface de ROV removida. Os blocos de flutuabilidade adicionais (55) no

centro da plataforma estão visíveis nesta vista. Também visível é o alojamento filtrado (62) sobrepondo a bomba de alta pressão e a extensão total do balão de fluido de controle e seu alojamento de compartimento de proteção (56). Também estão representados na vista da figura 4 a válvula de alívio de pressão (66) e os medidores de fluxo (64). Na modalidade representada, módulo de teste hidráulico/de fluido (70), o módulo de teste ótico (72) e o módulo de teste fluídico (74) estão montados na plataforma sobre o balão de fornecimento de fluido de teste e o compartimento de proteção (56), embora estes módulos possam ser colocados em outro lugar dentro da plataforma. Cada um dos módulos está em comunicação operável (não mostrada) com o conector de engate rápido e os coletores de dados. Em outras modalidades, o módulo de teste, se ótico, elétrico ou hidráulico, compartilha um alojamento com o seu respectivo coletor de dados e os módulos de teste (70), (72) e (74) não apareceriam tal como representados, mas seriam dispostos tal como representado para o coletor de dados (58). Tal como representado na figura 4, o conector de engate rápido (59) fornece uma modalidade de uma facilidade de estacionamento ou ponto de distribuição para condutores de teste hidráulico, elétrico ou ótico que conectam o equipamento a ser testado. O ponto de distribuição é conectado de forma operável a um ou mais dos módulos hidráulico, elétrico e/ou ótico (70, 72 e 74) incluídos na plataforma.

Em modalidades alternativas tais como essa representada na figura 5, a qual mostra somente uma extremidade de uma plataforma de teste, um ou mais condutores móveis, tais como o condutor móvel elétrico (82) e o condutor móvel fluídico (86), se estendem a partir da plataforma em vez de o conector de engate rápido (59), ou além dele. No exemplo representado, o condutor móvel fluídico (86) é conectado à plataforma em conexão operável com certos condutos fluídicos e válvulas da plataforma, tal como esses sob o painel operável por ROV incluindo o duplo bloqueio e sangria (60). O condutor móvel elétrico (82) é conectado ao coletor de dados de teste elétrico ou de outro modo está em comunicação elétrica com ele. Um condutor móvel de teste ótico, se incluído, em certas modalidades, seria conectado ao

seu coletor de dados e se estenderia a partir da plataforma de uma maneira geral tal como faz o condutor móvel elétrico (82). O conector de engate rápido fluídico (ou hidráulico) (84) é fixado ao final do condutor móvel fluídico (86), enquanto que o conector de engate rápido elétrico (ou ótico) (80) é fixado ao final do condutor móvel elétrico (ou ótico) (82). Em muitos casos os conectores de engate rápido incluem conectores de conexão molhada do tipo vazamento zero que impedem entrada de água durante a conexão. Os conectores de engate rápido podem ser conectores macho ou fêmea, mas em qualquer caso são customizados para casar com o terminal fluídico, elétrico ou ótico (96) da frente do sistema de controle a ser testado. Os terminais dos condutores móveis estão mostrados a partir de uma perspectiva diferente na figura 7.

Tipicamente o condutor móvel elétrico terá um chicote de fios que é fixado ao ROV e obtém dele potência de teste. Em alguns aspectos, o ROV é conectado à superfície por meio de um cabo e informação e potência são retransmitidas entre a superfície e a plataforma através do ROV. Em uma modalidade, uma pluralidade de conectores de engate rápido é fornecida, um conector de engate rápido para cada um de uma pluralidade de módulos de teste diferentes dispostos na plataforma de teste. Em outras modalidades, uma cabeça de conector de engate rápido recíproca (90), tal como essa representada de modo figurativo na figura 6, é usada para conectar a plataforma de teste a um módulo de controle ou cabo umbilical submarino. Tal como usado neste documento, uma cabeça de conector de engate rápido recíproca é uma cabeça feita sob medida que casa com a extremidade de conexão de um cabo umbilical ou porta de conexão de um módulo de controle submarino. Tal como representado, a cabeça recíproca pode terminar em um ou mais acoplamentos, tais como acoplamentos fluídicos (92) e acoplamentos elétricos (94). Em uma modalidade, condutores móveis são enfeixados na cabeça de conector de engate rápido recíproca, mas se separam para conexões à plataforma.

Em um aspecto, os conectores de engate rápido são codificados por cor para pronta identificação pelo operador de ROV. O painel operável

por ROV (60) inclui válvulas de duplo bloqueio e sangria e fornece pegadores de válvula e comutação fáceis de serem agarrados. A plataforma inclui bomba de alta pressão disposta debaixo do alojamento filtrado (62). Um filtro ou banco de filtros (63) é disposto em linha entre o balão de fornecimento de fluido de controle (56) e a bomba de alta pressão para assegurar limpeza do fluido hidráulico fornecido. O motor hidráulico (65) opera a bomba de alta pressão. Uma bomba operada manualmente por ROV (61) é incluída para equalizar a pressão entre a bomba montada sobre plataforma e condutos fluídicos do sistema de controle submarino antes de as válvulas separando os dois serem abertas. A bomba manual é operada por meio de cursos manuais de um braço do ROV.

Todas as publicações, patentes e pedidos de patente citados neste documento estão incorporados por meio desta referência como se expostos nas suas totalidades neste documento. Embora esta invenção tenha sido descrita com referência a modalidades ilustrativas, esta descrição não é proposta para ser interpretada com um sentido de limitação. Várias modificações e combinações das modalidades ilustrativas, assim como de outras modalidades da invenção, estarão aparentes para os versados na técnica mediante referência à descrição. Portanto, é pretendido que as reivindicações anexas abranjam tais modificações e aperfeiçoamentos.

REIVINDICAÇÕES

1. Plataforma de teste de sistema de controle submarino compreendendo:

5 pelo menos um módulo de teste marinizado montado na plataforma de teste, o módulo de teste selecionado de um ou mais de módulos de teste elétrico, ótico e de conduto fluídico;

pelo menos um coletor de dados é montado na plataforma para gravar as medições efetuadas por meio do módulo de teste; e

10 pelo menos um condutor móvel ou conector de engate rápido adaptado para conexão entre o módulo de teste e uma montagem de terminação em um sistema de controle submarino.

2. Plataforma de acordo com a reivindicação 1, em que a montagem de terminação é uma montagem de terminação de cabo umbilical submarino.

15 3. Plataforma de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, em que a plataforma de teste inclui um módulo de teste de conduto fluídico e um ou mais de um módulo de teste elétrico e um módulo de teste ótico.

20 4. Plataforma de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, em que a plataforma inclui um módulo de teste de conduto fluídico e compreende adicionalmente uma bomba de deslocamento positivo de alta pressão e condutos de fluido associados para comunicação fluídica com um fornecimento de fluido de teste, e um sistema de filtragem de fluido de teste em comunicação fluídica com a bomba de alta pressão e o fornecimento de
25 fluido de teste, e disposto entre eles, pelo qual o fluido de teste é filtrado antes de entrar na bomba.

5. Plataforma de acordo com a reivindicação 4, em que o sistema de filtragem de fluido de teste é montado na plataforma.

30 6. Plataforma de acordo com a reivindicação 4, em que o fornecimento de fluido de teste é um balão de fornecimento de fluido de teste montado em uma plataforma separada.

7. Plataforma de acordo com a reivindicação 4, compreendendo

adicionalmente uma conexão fluidica para comunicação com um balão de contenção de fluido de resíduos.

8. Plataforma de acordo com a reivindicação 4, em que a bomba é uma bomba triplex de deslocamento positivo de alta pressão operável para
5 entregar pressão de até 137.892,0 kPa (20.000 psi).

9. Plataforma de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em que a plataforma compreende um módulo de teste elétrico incluindo um ou mais de um microhmímetro, um medidor de resistência de isolamento e um medidor de reflectometria no domínio do tempo (TDR).

10 10. Plataforma de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, em que a plataforma compreende um módulo de teste ótico que inclui um reflectômetro ótico no domínio do tempo.

11. Plataforma de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, em que o pelo menos um condutor móvel é encaixado com um co-
15 nector de conexão molhada para efetuar conexões entre a plataforma de teste e a montagem de terminação no sistema de controle submarino.

12. Método de teste e serviço de um sistema de controle submarino compreendendo:

20 transportar uma plataforma de teste e serviço para um sistema de controle submarino usando um SV, ROV ou AUV, em que a plataforma de teste e serviço compreende um ou mais módulos de teste ou serviço juntamente com um ou mais respectivos coletores de dados de teste ou de serviço montados na plataforma;

25 atracar a plataforma de teste e serviço a uma ou mais montagens de terminação no sistema de controle submarino;

utilizar um ou mais dos módulos de teste ou serviço montados na plataforma para executar um ou mais de teste elétrico, ótico e de conduto fluidico no sistema de controle submarino; e

30 registrar o comportamento do teste elétrico, ótico e/ou de conduto fluidico no um ou mais coletores de dados submarinos.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, em que o sistema de controle submarino é selecionado de um cabo umbilical dinâmico, cabo

umbilical estático, condutor móvel, e um módulo de controle submarino em associação operável com uma ou mais árvores de produção, unidades coletoras e de distribuição.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 e 13, em que a plataforma de teste e serviço compreende um módulo de teste fluídico e o método compreende adicionalmente utilizar o módulo de teste de conduto fluídico para controlar um teste de alta pressão que é executado em um ou mais condutos fluídicos do sistema de controle submarino usando uma bomba de deslocamento positivo de alta pressão montada na plataforma.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, compreendendo adicionalmente fornecer um fluido de teste do balão de fornecimento de fluido de teste para o teste de alta pressão.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, compreendendo adicionalmente filtrar o fluido de teste através de um sistema de filtragem de fluido de teste em comunicação fluídica com a bomba de alta pressão e o fornecimento de fluido de teste, e disposto entre eles, antes da entrada na bomba de alta pressão durante o teste de alta pressão.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 16, em que o teste de alta pressão é conduzido para uma pressão de 1,1 x DWP (pressão de trabalho de projeto) do conduto fluídico sendo testado.

18. Plataforma de teste de sistema de controle submarino compreendendo:

uma estrutura de plataforma de teste submarino tendo uma placa de interface de ROV, SUV ou AUV;

uma pluralidade de módulos de teste marinizados montados na plataforma de teste submarino incluindo pelo menos um módulo de teste fluídico marinizado e pelo menos um módulo de teste marinizado adicional, o módulo de teste marinizado adicional selecionado de um ou mais de um módulo de teste elétrico e um ótico;

pelo menos um coletor de dados montado na plataforma em comunicação operável com cada um da pluralidade de módulos de teste mari-

nizados e adaptado para gravar medições submarinas efetuadas por meio dos módulos de teste; e

5 pelo menos um condutor móvel ou conector de engate rápido adaptado para conexão entre os módulos de teste e uma montagem de terminação no sistema de controle submarino.

19. Plataforma de teste de sistema de controle submarino de acordo com a reivindicação 18, compreendendo adicionalmente uma bomba de deslocamento positivo de alta pressão em comunicação fluídica com o módulo de teste fluídico.

10 20. Plataforma de teste de sistema de controle submarino de acordo com a reivindicação 18, compreendendo adicionalmente um fornecimento de fluido de teste em comunicação fluídica com a bomba de alta pressão.

15 21. Plataforma de teste de sistema de controle submarino de acordo com a reivindicação 20, compreendendo adicionalmente um sistema de filtragem de fluido de teste em comunicação fluídica com a bomba de alta pressão e disposto entre a bomba de alta pressão e um fornecimento de fluido de teste.

20 22. Plataforma de teste de sistema de controle submarino, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 21, em que a bomba de alta pressão é uma bomba tríplex de deslocamento positivo de alta pressão operável para entregar pressão de até 20.000 psi (137.892,0 kPa).

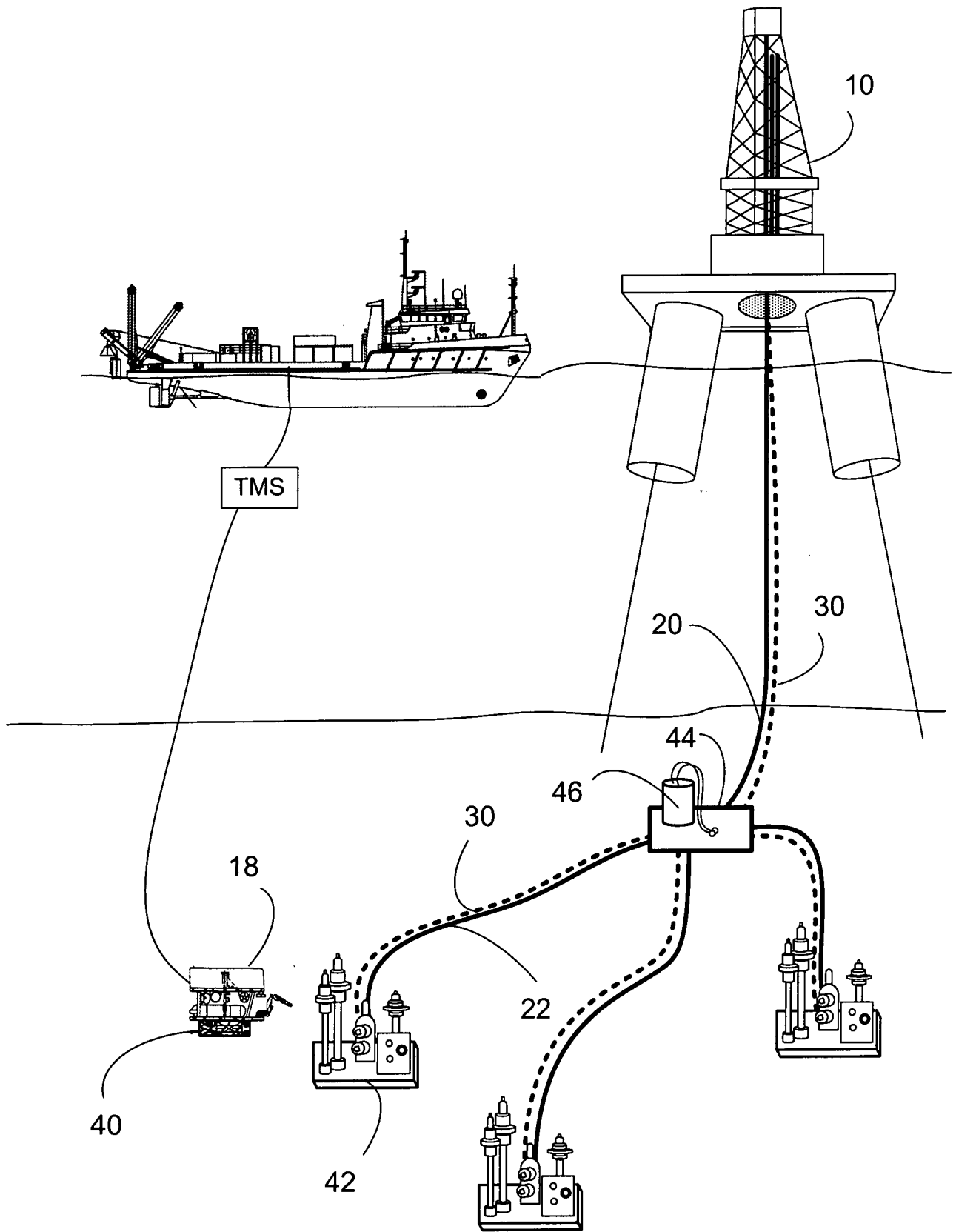


FIG. 1

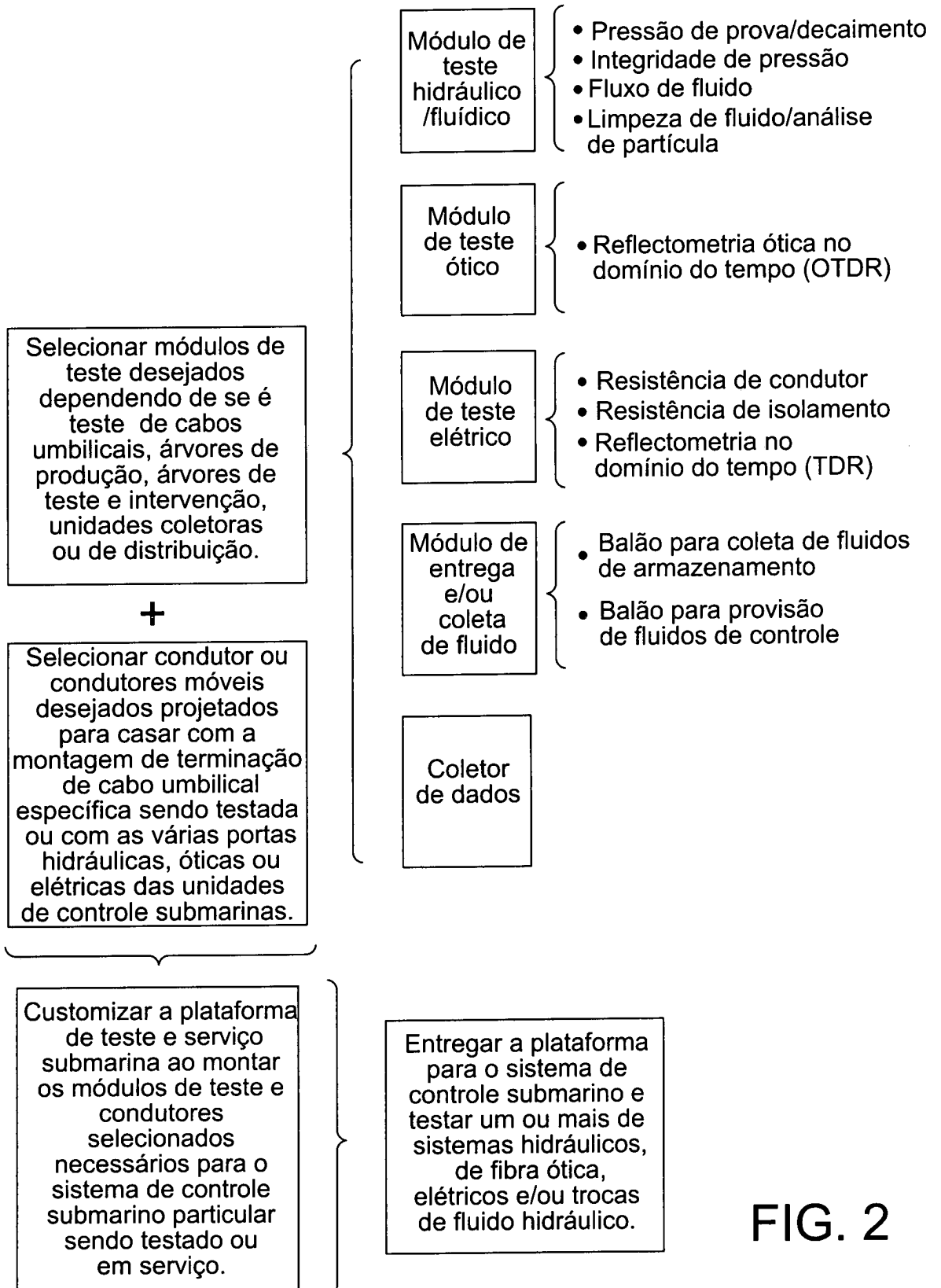


FIG. 2

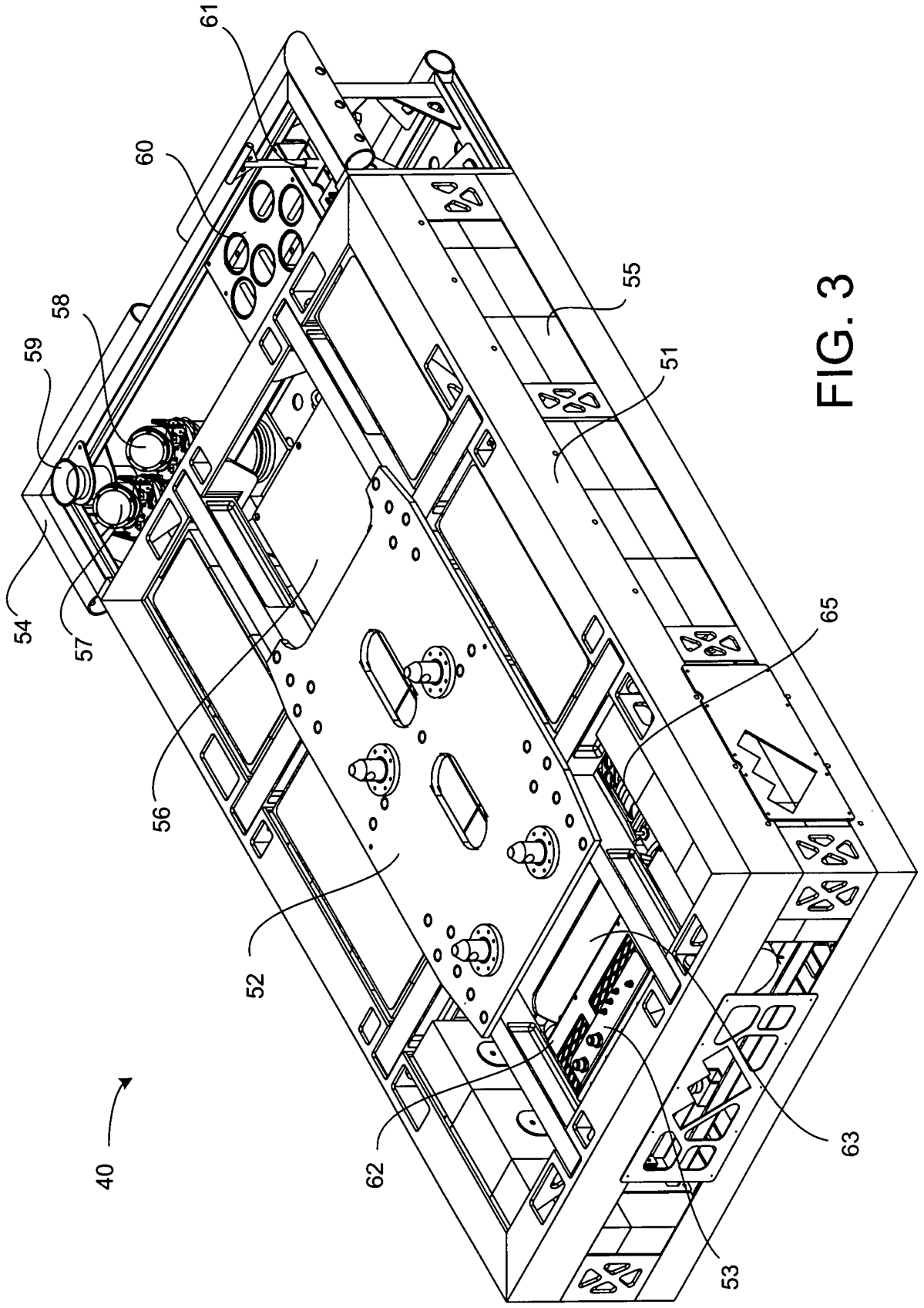


FIG. 3

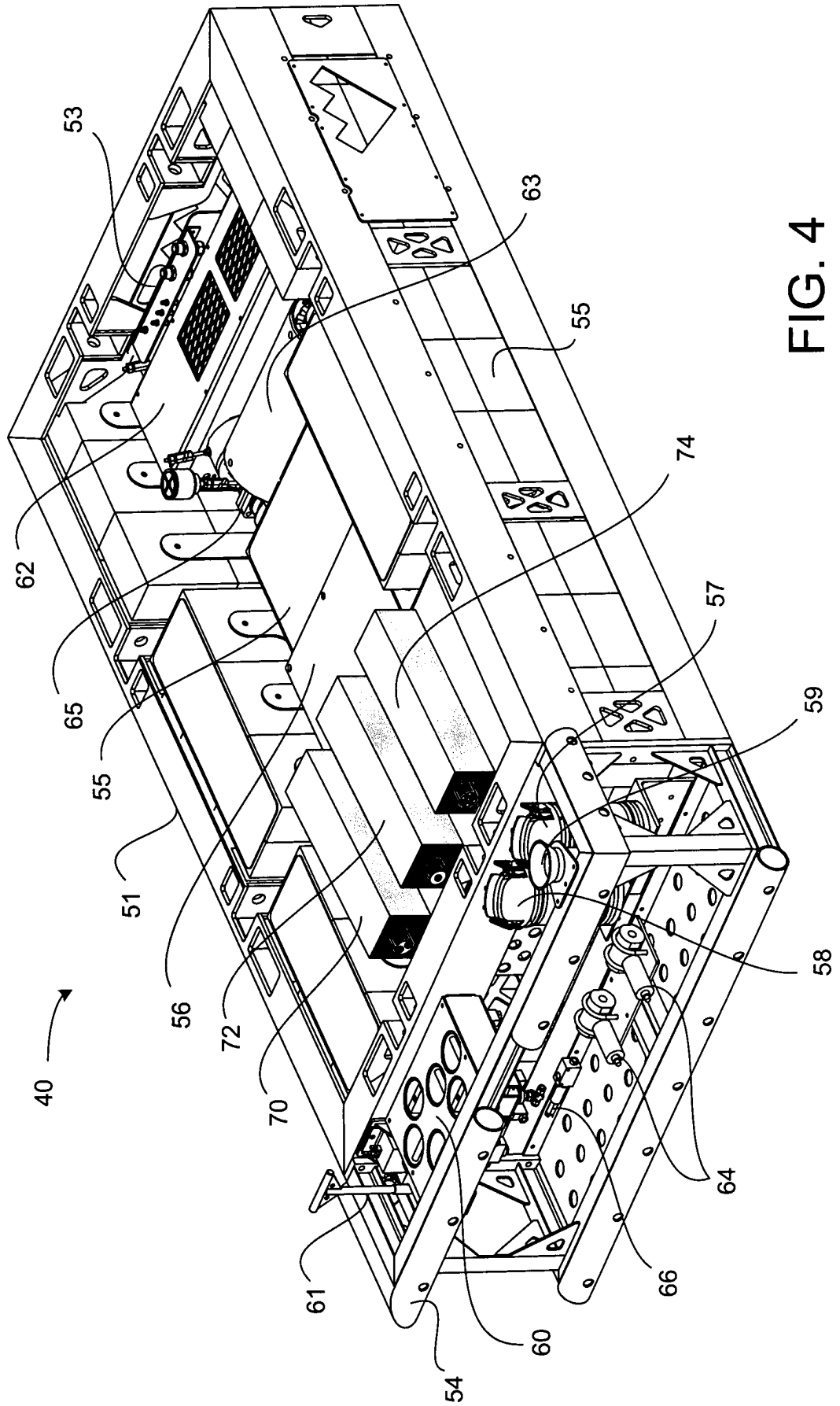


FIG. 4

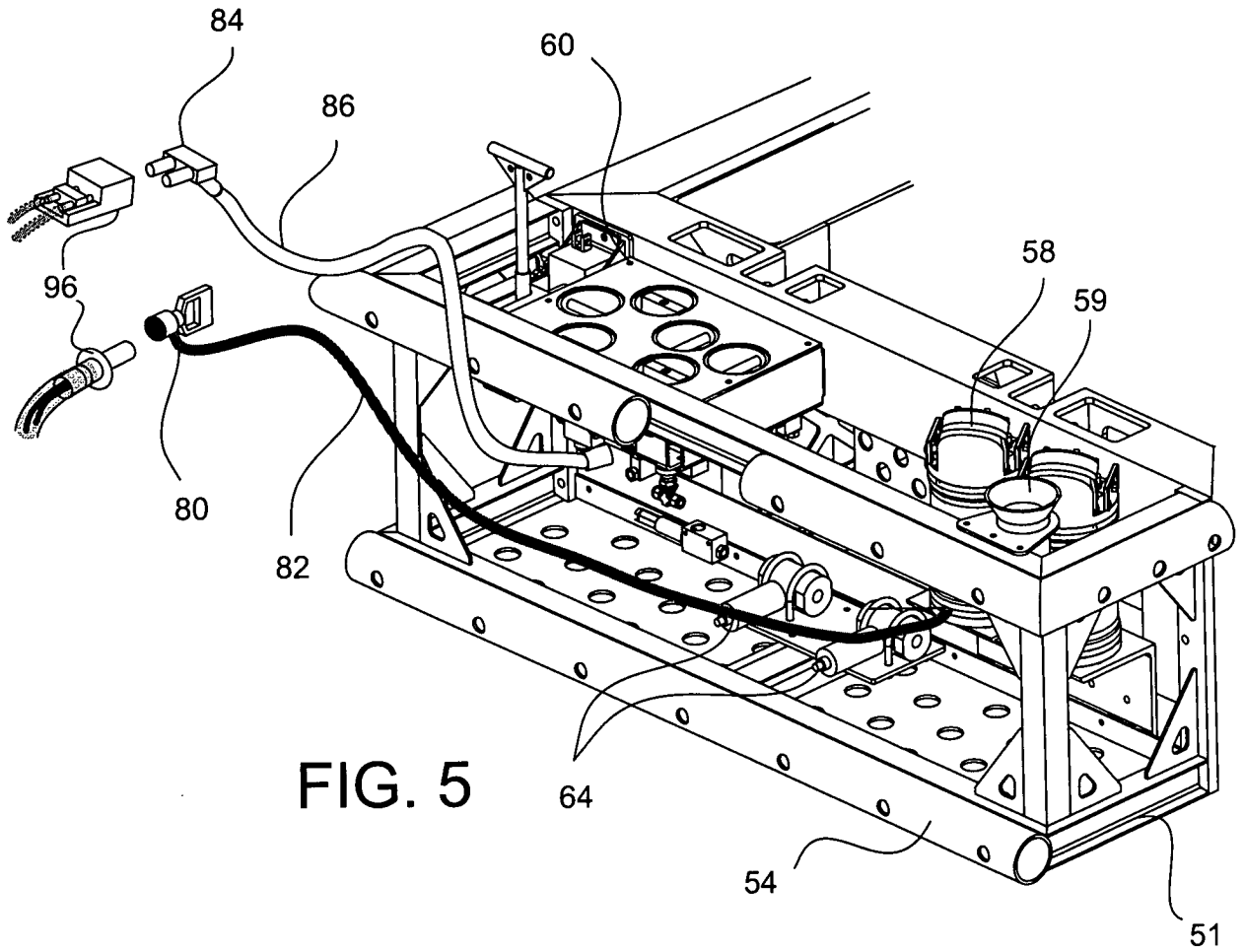


FIG. 5

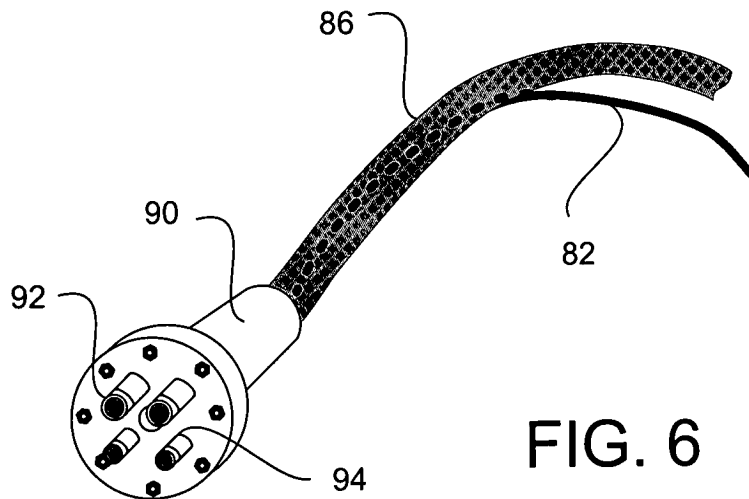


FIG. 6

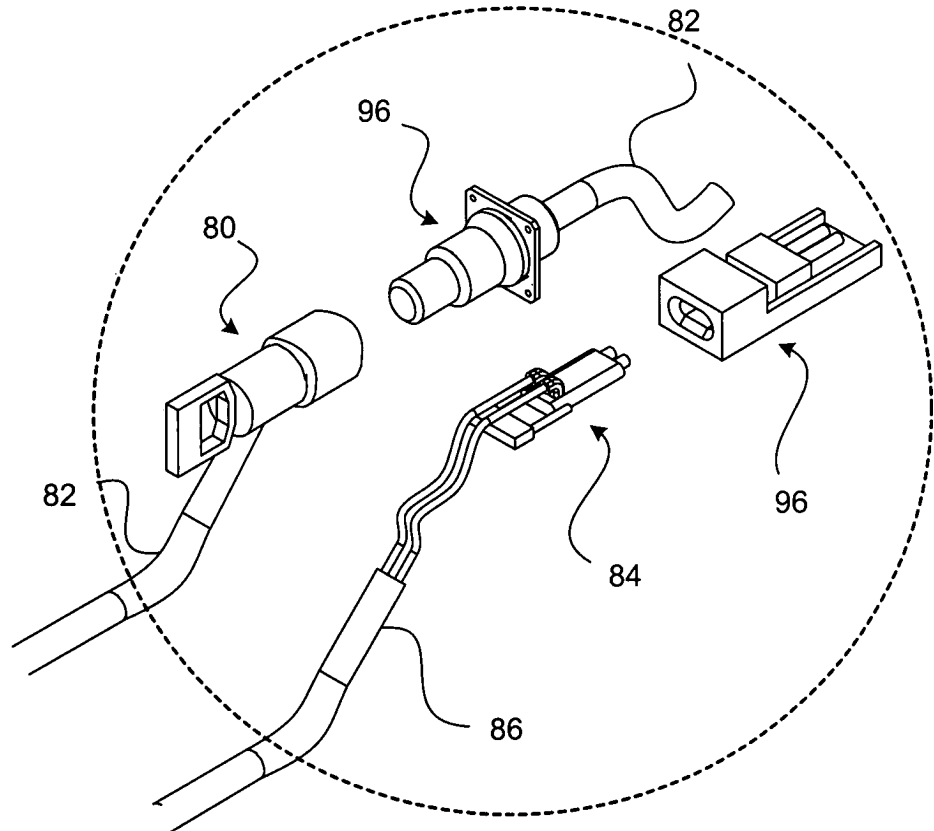
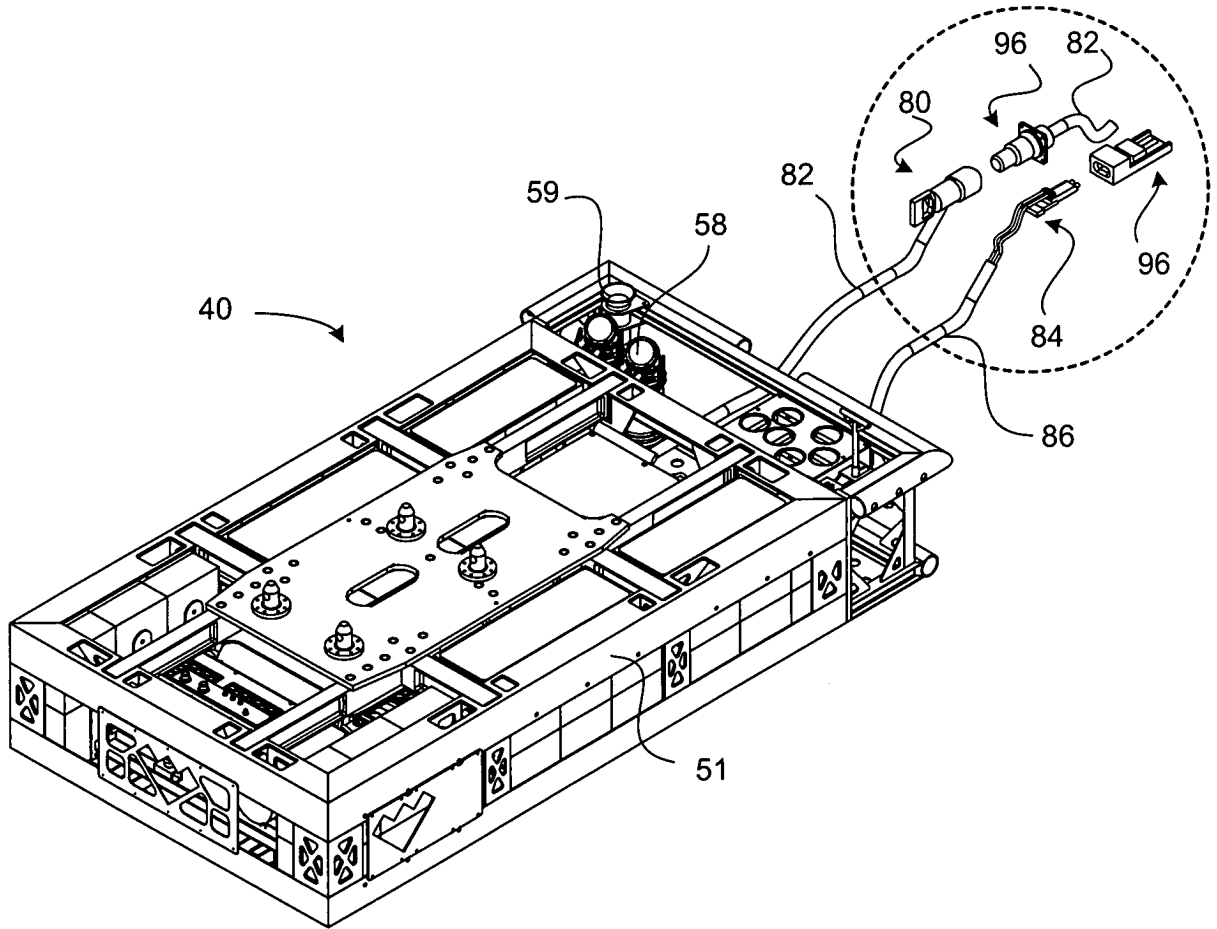


FIG. 7

RESUMO

Patente de Invenção: **"APARELHO E MÉTODO PARA TESTAR SISTEMA DE CONTROLE SUBMARINO"**.

5 A presente invenção refere-se ao aparelho e métodos que são descritos para teste de sistema de controle submarino incluindo um ou mais de teste elétrico, ótico e de conduto fluídico, em que o teste é conduzido submarino usando uma plataforma de teste submarino. Em uma modalidade da invenção uma plataforma de serviço de tubulação submarina é fornecida que inclui pelo menos uma bomba montada sobre plataforma dimensionada
10 para entregar de cerca de 20.684,3 a cerca de 137.892,0 kPa (3.000 a cerca de 20.000 psi) de pressão para teste de pressão dos condutos fluídicos em pressões desejadas. Construção modular da plataforma permite customização para serviço de teste de equipamento de controle submarino exclusivo.