

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

(21) **PI 0622021-5 A2**

BRPI0622021A2

(22) Data de Depósito: 25/09/2006
(43) **Data da Publicação: 20/12/2011**
(RPI 2137)

(51) **Int.Cl.:**
H04L 12/40
H04L 12/56
G06F 17/50
H03K 19/177

(54) **Título:** INSTALAÇÃO DE ROTEAMENTO PARA MÓDULO ELETRÔNICO SUBMARINO

(73) **Titular(es):** Siemens Aktiengesellschaft

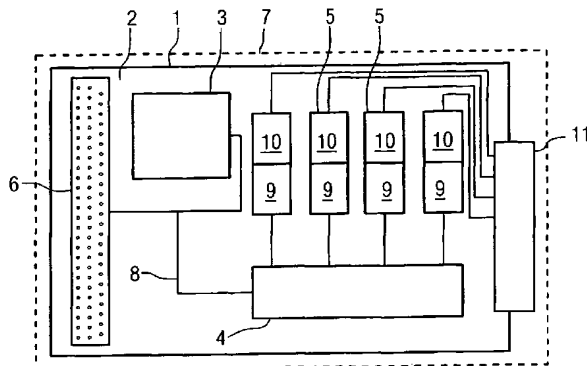
(72) **Inventor(es):** Endre Brekke, Vegard Horten, Vidar Steigen

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006009308 de 25/09/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/037268de 03/04/2008

(57) **Resumo:** INSTALAÇÃO DE ROTEAMENTO PARA MÓDULO ELETRÔNICO SUBMARINO. A presente invenção refere-se a uma instalação de roteamento (1) de um módulo eletrônico submarino (7), que compreende um microcontrolador (3), uma matriz de portas programáveis em campo (4) e pelo menos dois recursos de roteador (5) sobre uma única placa de circuitos (2), sendo que cada recurso de roteador (5) compreende um respectivo transceptor local (9) para um barramento serial diferencial e um respectivo transceptor remoto (10) para um barramento serial diferencial, em que cada transceptor local (9) é conectada ao transceptor remoto correspondente (10) e à dita matriz de portas programáveis em campo (4) que é capaz de rotear pacotes de dados entre os ditos recursos de roteador (5).





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "INSTALAÇÃO DE ROTEAMENTO PARA MÓDULO ELETRÔNICO SUBMARINO".

A presente invenção refere-se a uma instalação de roteamento de um módulo eletrônico submarino (SEM).

5 Os módulos eletrônicos submarinos são, de preferência, usados em unidades de controle submarino (SCU), por exemplo, unidades de controle de cabeça de poço (WCU), para explorar e analisar campos de gás e óleo localizados no leito do mar. Os campos de gás e óleo que são explorados ou analisados utilizando comunicação eletrônica com as cabeças de poço ou com outras unidades de controle submarino são às vezes chamados de "campos eletrônicos" (e-fields).

10 Tipicamente, diversas unidades de controle submarino e diversos sensores ficam localizados próximos a um respectivo campo de gás ou óleo, e são conectados a um local de controle na borda. Para esse propósito, utiliza-se a comunicação submarina. Por exemplo, os dados de processo são transmitidos entre o local de controle na borda e as unidades de controle submarino. Para não exigir comunicação individual e linhas de energia para cada unidade de controle submarino, as unidades de controle submarino ficam dispostas sobre o leito do mar em uma topologia de rede. Um elemento de rede é equipado com um modem para comunicação submarina com o local de controle na borda. Os dados do processo são roteados dentro da rede para alcançar o respectivo receptor, por exemplo, tanto o local de controle na borda como um determinado módulo eletrônico submarino. Geralmente, um barramento serial diferencial é usado na rede.

25 Na técnica anterior foram descritos diferentes procedimentos de comunicação submarina. Por um lado, há conexões eletrônicas ou ópticas com fio, por outro lado, há conexões sem fio. As conexões com fio podem ser subdivididas em um primeiro grupo que proporciona linhas de comunicação para conexões eletrônicas ou ópticas separadas de linhas de energia elétrica, e um segundo grupo que utiliza linhas de energia para comunicações eletrônicas. No caso citado por último, vantajosamente nenhuma linha de comunicação separada é necessária.

30

As unidades de controle submarino conhecidas exigem uma placa de roteamento para cada elemento de rede/barramento que será diretamente conectado a essas. Então, se diversas unidades de controle submarino Escravas forem conectadas a uma unidade de controle submarino Mestre que compreende um modem, o mesmo número de placas de roteamento deve ser instalado na unidade de controle submarino Mestre. Essas várias placas de roteamento ocupam espaço e consomem energia. Além disso, na técnica anterior, as redes formadas ao conectar unidades de controle submarino Escravas por cabos subaquáticos exigem uma taxa de bits de comunicação fixa. Adicionalmente, a confiabilidade das redes da técnica anterior é limitada, pois se uma linha de comunicação entre duas unidades de controle submarino Escravas for interrompida, não há mais comunicação possível entre elas.

Um objetivo da invenção é especificar uma instalação de roteamento de um módulo eletrônico submarino, por meio do qual espaço e energia podem ser economizados dentro do módulo eletrônico submarino, e permite realizar um método para conectar dois módulos eletrônicos submarinos Escravos com confiabilidade aumentada.

Esse problema é solucionado por uma instalação de roteamento que compreende os atributos determinados na reivindicação 1, e por uma unidade eletrônica submarina que compreende os atributos determinados na reivindicação 14, respectivamente.

As modalidades vantajosas da invenção são determinadas nas reivindicações dependentes.

De acordo com a invenção, uma instalação de roteamento de um módulo eletrônico submarino que compreende um microcontrolador, uma matriz de portas programáveis em campo e pelo menos dois recursos de roteador sobre uma placa de circuitos simples, sendo que cada recurso de roteador compreende um respectivo transceptor local para um barramento serial diferencial e um respectivo transceptor remoto para o barramento serial diferencial, onde cada transceptor local é conectado ao transceptor remoto correspondente e à dita matriz de portas programáveis em campo que é ca-

paz de rotear pacotes de dados entre os ditos recursos de roteador. Se tal instalação de roteamento for usada em um módulo eletrônico submarino, o consumo de energia bem como o espaço exigido são significativamente reduzidos em comparação com várias placas de roteador da técnica anterior.

5 Em particular, os ditos transceptores podem ser transceptores bidirecionais alternados (half-duplex) para realizar um barramento serial diferencial PROFIBUS DP. Alternativamente, o barramento serial diferencial pode ser um barramento CAN.

10 Um protótipo de uma modalidade de instalação de roteamento foi construído, compreendendo um total preferido de exatamente quatro recursos de roteador. Por meio dessa modalidade, é necessária apenas uma placa de roteador em vez de quatro placas convencionais. Então, o módulo eletrônico submarino pode ser construído de forma muito compacta.

15 Uma alta tolerância a falhas de redes submarinas pode ser obtida com uma modalidade onde cada dito transceptor remoto é galvanicamente isolado do transceptor local correspondente. Falhas e defeitos devido a picos de voltagem ou curto-circuitos em um cabo subaquático podem ser evitados por essa modalidade.

20 A tolerância a falhas pode ser ainda aumentada por uma modalidade onde os ditos transceptores remotos estão flutuando e os ditos transceptores locais estão relacionados com um meio elétrico local. Erros devido às diferenças potenciais podem ser evitados dessa maneira.

25 Em outra modalidade, cada dito transceptor remoto compreende meios de terminação de barramento ativa e meios de desvio. Isso aumenta a tolerância a falhas, também, pois o restante do barramento/rede pode continuar funcionando mesmo se um cabo subaquático for rompido, por exemplo, se esse for acidentalmente cortado.

30 De preferência, cada dito transceptor remoto é fornecido por um respectivo conversor de corrente direta/corrente direta. Desse modo, a voltagem necessária para a operação de um Escravo conectado pode ser mantida separadamente para cada conexão subaquática. Isso aumenta a tolerância a falhas.

Em uma modalidade avançada, cada dito conversor de corrente direta/corrente direta é separadamente desligável. Isso permite a redução do consumo de energia ao desligar os conversores dos recursos de roteador que não estão ligados a nenhum elemento de barramento, ou seja, não estão em uso.

De forma vantajosa, os ditos transceptores locais são cabeados em paralelo. Dessa forma, os recursos de roteador funcionam simplesmente como um hub para os dados de barramento.

De preferência, o dito microcontrolador e a dita matriz de portas programáveis em campo são conectáveis a uma unidade de controle principal do módulo eletrônico submarino por meio de um barramento de controle. Isso permite uma troca rápida de dados entre a unidade de controle principal e a instalação de roteamento, em particular para comunicar pacotes de dados com um modem acionado pela unidade de controle principal.

Em outra modalidade, o dito barramento de controle é conectável à unidade de controle principal por meio de uma conexão de tomada e soquete. Portanto, a placa de circuitos pode ser simplesmente trocada em caso de um defeito ou uma atualização de hardware. Em particular, essa pode ser projetada como uma placa empilhável, tal como, proposto pelo padrão PC104, reduzindo desse modo o consumo de espaço.

O consumo de espaço pode ser reduzido ainda por uma modalidade onde a dita única placa de circuitos compreende pelo menos uma interface de entrada/saída (I/O) para valores de processos digitais e/ou análogos. As placas de entrada/saída adicionais podem ser omitidas utilizando essa modalidade, reduzindo assim consumo de espaço e energia em um módulo eletrônico submarino. Na descrição da invenção, o termo "interface de entrada/saída" compreende tanto interfaces unidirecionais como bidirecionais, ou seja, interfaces de entrada puras, interfaces de saída puras, e interfaces de entrada/saída combinadas.

De preferência, os ditos recursos de roteador proporcionam uma taxa de bits de transmissão variável. A velocidade de comunicação sobre o barramento diferencial pode ser, assim, ajustada a uma velocidade de co-

municação de uma conexão com o lado de controle na borda, por exemplo. Tal conexão pode ser, por exemplo, uma linha de energia. Em particular, a taxa de bits sobre o barramento diferencial pode ser ajustado para explorar completamente a velocidade de comunicação máxima real da conexão na borda. Em particular, em modalidades onde o microcontrolador e a matriz de portas programáveis em campo são conectáveis a uma unidade de controle principal do módulo eletrônico submarino por meio do barramento de controle, a taxa de bits de qualquer dispositivo escravo remoto conectado pode ser ajustada por meio da instalação de roteamento. Cada canal de roteamento é transparente com relação à taxa de bits dos dados que passam por esse.

De forma vantajosa, para modalidades especiais de comunicação por linha de energia com na borda, a dita matriz de portas programáveis em campo proporciona uma taxa de bits transparente com um atraso constante. Isso permite que o local de controle na borda utilize a máxima taxa de bits de transmissão possível e ajuste livremente a taxa de bits de barramento diferencial da unidade de controle na borda.

Naturalmente, a invenção também se refere a um módulo eletrônico submarino de uma unidade de controle submarino, sendo que o módulo eletrônico submarino compreende uma instalação de roteamento de acordo com a invenção.

Em uma modalidade preferida de tal módulo eletrônico submarino, uma unidade eletrônica Escrava é conectada a dois dos ditos recursos de roteador em paralelo através de duas conexões de barramento diferencial paralelas. O método correspondente de acordo com a invenção propõe conectar uma primeira linha de barramento serial diferencial a um primeiro transceptor remoto do primeiro módulo eletrônico submarino e a um primeiro transceptor remoto do segundo módulo eletrônico submarino, e conectar uma segunda linha de barramento serial diferencial a um segundo transceptor remoto do primeiro módulo eletrônico submarino e a um segundo transceptor remoto do segundo módulo eletrônico submarino. Essa modalidade e esse método proporcionam redundância à conexão entre a unidade eletrônica submarina e a unidade eletrônica Escrava. Por exemplo, se um cabo su-

baquático que as conecta for cortado, por exemplo, por um objeto em queda, o outro ainda irá proporcionar uma conexão.

A seguir, a invenção é descrita em mais detalhes com diversos desenhos.

5 A figura 1 mostra um diagrama de bloco do primeiro lado de uma placa de circuitos de instalação de roteamento.

A figura 2 mostra um diagrama de bloco do primeiro lado de uma placa de circuitos de instalação de roteamento alternativa.

10 A figura 3 mostra um diagrama de bloco de um recurso de roteador.

A figura 4 mostra a disposição flexível de terminações diferentes ao cabear placas pads de contato em cada recurso de roteador.

A figura 5 mostra uma vista lateral esquemática da placa de circuitos de instalação de roteamento da figura 1.

15 A figura 6 mostra um diagrama de bloco do lado posterior da placa de circuitos de instalação de roteamento da figura 1.

A figura 7 mostra um diagrama de bloco de duas unidades de controle submarino redundantemente conectadas.

20 A figura 8 mostra esquematicamente uma topologia de rede redundante de unidades de controle submarino.

Em todos os desenhos, as partes correspondentes são denotadas por sinais de referência idênticos.

25 A instalação de roteamento 1 mostrada em uma vista frontal na figura 1 é uma placa de circuitos impressos simples 2 que compreende um microcontrolador 3, uma matriz de portas programáveis em campo 4 e quatro recursos de roteador 5 ao longo de um conector de tomada e soquete duplo D-Sub 6. O conector de tomada e soquete 6 é disposto ao longo da placa de circuitos 2, possuindo uma tomada de 104 pinos exemplificativa sobre um lado da placa de circuitos 2 e um soquete correspondente sobre o
30 outro lado. Por exemplo, esse é um conector de barramento empilhável de acordo com o padrão PC104. Isso permite o empilhamento da placa de instalação de roteamento 1 com outras placas que possuem o mesmo tipo de

conector. Tal pilha de placas exige um espaço mínimo em um módulo eletrônico submarino 7 de uma unidade de controle submarino (não mostrada).

----- A placa de circuitos 2 possui um formato de acordo com o padrão PC104, por exemplo. Por meio do conector de tomada e soquete 6, 5 essa pode ser conectada ao barramento de controle 8 de um módulo eletrônico submarino (não mostrado), em particular, a uma unidade de controle principal (não mostrada) de tal módulo. O barramento de controle 8 é um barramento de arquitetura padrão de indústria de 8 bits (ISA) no exemplo mostrado. Alternativamente, esse pode ser um barramento ISA maior, um 10 barramento PCI ou um barramento IEEE 1394, por exemplo. Entretanto, a instalação de roteamento 1 também pode ser usada separadamente sem uma pilha. Para esse propósito, essa pode ser alternativamente conectada a um módulo eletrônico submarino 7 através de um barramento de acordo com o padrão I²C. A instalação de roteamento 1, em particular, o microcontrolador 3, também pode ser conectado a um módulo eletrônico submarino por 15 meio de uma interface serial RS-232 (não mostrada) para acesso de manutenção. A placa de instalação de roteamento 1, ou seja, a placa de circuitos 2, também pode ser usada em operação independente sem uma pilha PC104. Entretanto, se uma conexão PC104 estiver presente, o suprimento 20 de energia para a instalação de roteamento 1 está disponível a partir dessa. É possível utilizar outras fontes de energia também, em particular, em operação independente.

Cada recurso de roteador 5 compreende um transceptor local bidirecionais alternados 9 para um barramento serial diferencial e um transceptor remoto bidirecionais alternados 10 para o barramento serial diferencial. 25 O barramento serial diferencial é um RS-485 PROFIBUS DP no exemplo mostrado. Alternativamente, esse pode ser um barramento CAN, por exemplo. Também é possível utilizar transceptores bidirecionais simultâneos (full-duplex) 9, 10. A unidade eletrônica submarina 7 pode possuir um Escravo do 30 barramento serial diferencial conectado a um Mestre na borda, e, além disso, pode proporcionar um ou mais Mestres de barramento serial diferencial individual que possuem Escravos separados ligados a seus recursos de ro-

teador 5.

Os transceptores remotos 10 são galvanicamente isolados das partes restantes da instalação de roteamento 1, em particular, dos transceptores locais 9. Esses são proporcionados com meios de terminação de barramento ativa (não mostrados nessa figura) e meios de desvio (não mostrados nessa figura). Cada transceptor remoto 10 é conectado a pinos diferentes de uma única tomada de 44 pinos 11 que proporciona todas as conexões externas. Em particular, os elementos de barramento externos do barramento serial diferencial podem ser conectados através dos diferentes pinos da tomada 11. A tomada 11 também pode ser usada para uma conexão RS-232 a uma porta serial de um PC externo, em particular, em operação independente da instalação de roteamento 1.

Os transceptores locais 9 são conectados a portas de barramento separadas da matriz de portas programáveis em campo 4. Cada transceptor remoto 9 é equipado por um respectivo conversor de corrente direta/corrente direta (não mostrado nessa figura) que é individualmente desligável pela matriz de portas programáveis em campo 4. Geralmente, um conversor de corrente direta/corrente direta é habilitado somente se um elemento de barramento remoto for conectado ao recurso de roteador correspondente 5 para economizar energia.

Os possíveis elementos de barramento que podem ser conectados aos pinos da tomada 11 são, por exemplo, outras unidades de controle submarino, ou seja, seus módulos eletrônicos 7, ou sensores (não mostrados nessa figura) capazes de proporcionar seus dados de processo através do barramento serial diferencial. Tais sensores são, de preferência, posicionados fora da unidade de controle submarino, por exemplo, em árvores de poço (well trees) ou tubulações. Os sensores podem ser sensores subaquáticos, sensores de pressão ou sensores de temperatura, por exemplo. Esses sensores monitoram o processo de produção de óleo/gás/água.

O microcontrolador 3 e a matriz de portas programáveis em campo 4 são diretamente conectados ao barramento de controle 8, por meio do qual esses são acessíveis, por exemplo, a partir da unidade de controle

principal do módulo eletrônico submarino 7 na qual a placa de instalação de roteamento 1 está plugada pelo conector de tomada e soquete 6. O micro-controlador 3 serve para definir o endereço PC104 em um registrador na matriz de portas programáveis em campo 4, e para habilitar o acesso de PC104 à matriz de portas programáveis em campo 4. Esse serve adicionalmente para ler e gravar todos os registradores de matriz de portas programáveis em campo 4 e armazenar as condições de estado predefinidas. Isso permite introduzir um estado predefinido mediante ligação.

A matriz de portas programáveis em campo 4 possui uma implementação de hardware de toda a lógica para decodificação da interface PC104. Essa contém os registradores físicos para os comandos e respostas. A lógica de roteador é completamente implementada na matriz de portas programáveis em campo 4. Há quatro instâncias dessa lógica na matriz de portas programáveis em campo 4, sendo que cada uma corresponde a um dos recursos de roteador 5, e essas são controladas por bits nos registradores de comando. Quatro bits em um Registrador de Controle de Roteador na matriz de portas programáveis em campo 4 habilitam/desabilitam os recursos de roteador 5. Se um dos bits for zero, o recurso de roteador correspondente 5 não irá transmitir dados de qualquer direção. Se a matriz de portas programáveis em campo 4 detectar um erro de hardware no barramento serial diferencial essa desliga automaticamente o recurso de roteador relativo 5.

Um pacote de dados que chega à matriz de portas programáveis em campo 4 tanto através do barramento de controle 8, ou seja, a partir da unidade de controle principal do módulo eletrônico submarino, como a partir de um dos recursos de roteador 5, ou seja, a partir de uma fonte externa, é roteado pela matriz programável em campo 4 até o respectivo destino de determinado no cabeçalho de pacote de dados. Para a transmissão ao longo do barramento de controle 8, os pacotes de dados do barramento serial diferencial são encapsulados nos pacotes e barramento de controle 8. A matriz de portas programáveis em campo 4 é responsável pelo encapsulamento/desencapsulamento dos respectivos pacotes de dados roteados até ou a

partir do barramento de controle 8. À medida que os recursos de roteador 5 são conectados a portas individuais da matriz de portas programáveis em campo 4, a instalação de roteamento 1 funciona como uma chave, resultando em mínimas colisões de barramento.

5 Todos os recursos de roteador 5 podem funcionar em taxas de bits variáveis de 9600 bits/s até 10 Mbits/s. A matriz de portas programáveis em campo 4 proporciona uma taxa de bits transparente com um pequeno atraso. Essa escuta o tráfego em ambas as extremidades. O lado que detecta o tráfego primeiro é conectado ao outro lado. E, devido ao fato de cada transceptor 9, 10 precisar de dois microssegundos para desligar seu receptor e para ligar seu transmissor, a matriz de portas programáveis em campo 4 atrasa o fluxo de bits de pacote de dados em dois microssegundos por um registrador de deslocamento (não mostrado).

15 Os recursos de roteador individuais 5 podem satisfazer diferentes seções de rede Escravas com velocidades de comunicação iguais ou diferentes, ou seja, taxas de bits. Em uma rede PROFIBUS DP, o Mestre DP sempre define a velocidade de comunicação para todos os Escravos DP que estão conectados a esse Mestre DP. O canal de comunicação principal está com um DP Mestre localizado na borda. Esse Mestre DP na borda está controlando os parâmetros de barramento de velocidade DP e protocolo DP que são distribuídos a todos os Escravos DP submarinos mediante a sequência de partida de Mestre DP.

25 A taxa de bits máxima de barramento serial diferencial é determinada pelas várias características de cabo e o comprimento dos vários cabos em cada rede de barramento serial diferencial. A taxa de bits selecionada é ajustada manualmente por um engenheiro especialista em uma configuração de barramento Mestre. A reinicialização Mestre consecutiva é ativada, e os Escravos conectados, inclusive os canais de roteador, irão responder de acordo com a nova velocidade de comunicação do Mestre DP. Se for difícil para um engenheiro especialista planejar a velocidade de comunicação, o Mestre pode ser configurado com uma taxa de bits de barramento aumentada seguido por novas reinicializações de conexão. Dessa maneira, pode-se

encontrar a taxa de bits mais alta possível para cada rede de barramento serial diferencial. Esse procedimento é usado em uma atividade de comissionamento planejada antes de uma partida completa do sistema.

5 Em modalidades especiais que proporcionam comunicação de linha de energia através de modems de linha de energia, um modem de linha de energia pode fornecer uma leitura da taxa de bits máxima possível através de uma interface de diagnóstico após a inicialização do modem ser completada. O engenheiro especialista pode usar essas informações para ajustar a taxa de bits mais alta possível do barramento serial diferencial sobre a configuração de barramento Mestre.

10 Por meio da instalação de roteamento 1 é possível substituir quatro placas de roteador convencionais. Assim, o consumo de energia bem como o consumo de espaço são reduzidos para aproximadamente um quarto em comparação com a técnica anterior. A taxa de bits de comunicação é variável, permitindo atingir uma velocidade de transmissão máxima de dados de barramento para cada instalação submarina individual dependendo da situação ambiental. Além disso, devido à terminação de barramento, desvio e 15 isolação galvânica, a instalação de roteamento 1 é insensível a distúrbios externos, tais como, cabos subaquáticos rompidos ou curtos-circuitos externos.

20 A instalação de roteamento 1 mostrada na figura 2 é similar à aquela da figura 1, exceto a maneira como os recursos de roteador 5 são conectados à matriz de portas programáveis em campo 4. Todos os transceptores locais 9 são conectados à matriz de portas programáveis em campo 4 em paralelo. Então, a instalação de roteamento 1 funciona como um hub desde que os recursos de roteador 5 estejam envolvidos. Isso significa que 25 todos os pacotes de dados de chegada são distribuídos a todos os recursos de roteador 5. Entretanto, nem todos os pacotes de dados que chegam dos recursos de roteador 5 são roteados até o barramento de controle 8. Apenas os pacotes de dados que possuem um destino sobre o barramento de controle 8 ou atrás desse, por exemplo, no lado de controle na borda, são roteados até esse.

A figura 3 mostra um dos recursos de roteador 5 sob a forma de um diagrama de bloco. O transceptor local 9 fica localizado à direita e fica conectado à matriz de portas programáveis em campo 4. O transceptor remoto 10 fica localizado à esquerda. Três optoacopladores 12 proporcionam
5 isolamento galvânica ao transceptor remoto 10. A energia flutuante do transceptor remoto 10 é fornecida por um conversor de corrente direta/corrente direta 13. O transceptor local 9 está relacionado ao solo do módulo eletrônico submarino 7. Os transceptores 9, 10 são projetados para possuir uma taxa de bits máxima de 10 Mbits/s. Os optoacopladores 12 são projetados
10 para possuir uma taxa de bits máxima de 25 Mbits/s.

Cada recurso de roteador 5 possui um detector de erros (não mostrado) que monitora os níveis de voltagem de entrada tanto no lado local como no lado remoto. Se a voltagem das duas linhas de um lado se diferirem em cerca de mais de uma diferença predefinida para mais de 10 bits na
15 taxa de bits mais baixa de 9600 bits/s, o respectivo recurso de roteador 5 é desabilitado. Um dos oito bits de estado em um Registrador de Estado de Roteador na matriz de portas programáveis em campo é ajustado para indicar qual recurso de roteador 5 e em qual lado (local/remoto) o problema está localizado. Ao gravar um "1" em um bit de estado indicando um erro, o erro é
20 apagado e o detector de erros correspondente é rearmado.

Um respectivo bit de controle no Registrador de Controle de Roteador da matriz de portas programáveis em campo 4 corresponde a cada conversor de corrente direta/corrente direta 13. Se um bit for zero, o conversor de corrente direta/corrente 13 é desligado, de outro modo, esse é desabi-
25 lilitado. Portanto, pode-se economizar energia apenas ao desabilitar o conversor de corrente direta/corrente 13 que realmente foi ligado a outro elemento do barramento.

Após a instalação de roteamento 1 ser ligada ou reinicializada, o barramento serial diferencial Mestre começa sua inicialização e transfere a
30 velocidade de barramento e parâmetros de barramento para todos os Escravos de barramento nessa rede por meio dos canais de roteador relativos. O microcontrolador 3 pode detectar a taxa de bits de comunicação máxima no

barramento serial diferencial.

A configuração de ligação da instalação de roteamento 1 é independentemente controlada em cada canal de roteador, ou seja, recurso de roteador 5. A condição de partida padrão se apresenta com os conversores de corrente direta/corrente direta 13 comutados e com os recursos de roteador 5 habilitados. É importante habilitar o Mestre de barramento serial diferencial para atingir os Escravos de barramento serial diferencial mediante a ativação do sistema. Os recursos de roteador 5 irão se adaptar de forma simples à velocidade de comunicação definida pelo Mestre de barramento serial diferencial e os recursos de roteador 5 irão assegurar a adaptação a essa velocidade. Cada Escravo de barramento serial diferencial irá receber a taxa de bits de barramento serial diferencial definida pelo Mestre de barramento serial diferencial como a primeira parte da sequência de partida de conexão. O Mestre de barramento serial diferencial é pré-configurado com os endereços de barramento serial diferencial escravo de todos os Escravos de barramento serial diferencial nesse barramento serial diferencial.

A figura 4 mostra placas pads de contato P_{xi} ($x = 1, 2; i = 1, 2, 3$) em ambas as linhas S1, S2 do barramento diferencial em frente a um transceptor remoto 10. Todos os transceptores locais e remotos 9, 10 possuem placas pads similares em frente a esses, seguindo o mesmo padrão. Esses permitem a configuração do comportamento elétrico do respectivo transceptor 9, 10 mediante cabeamento apropriado dos placas pads de contato. Em vez de cabeamento, uma técnica de ponte jumper pode ser usada se os placas pads de contato forem apropriadamente proporcionados com pinos. Sem qualquer cabeamento entre os placas pads, não haverá, de modo algum, terminação nem desvio. O cabeamento da placa pad P11 com P12, bem como P21 com P22, resulta em uma terminação ativa de 220 Ohm. O cabeamento de placas pads P11, P12 e P13, bem como P21, P22 e P23, resulta em uma terminação ativa de 220 Ohm e desvio. Entretanto, como uma regra, os cabos de PROFIBUS DP submarinos deveriam sempre terminar em ambas as extremidades. Embora isso resulte em consumo de energia maior que o necessário para cabos curtos, as entradas dos transceptores 9, 10 são

protegidas contra falhas devido à sobrevoltagem.

A figura 5 mostra uma vista lateral esquemática da placa de circuitos-2 que compreende a instalação de roteamento 1 em seu lado superior. No segundo lado, três interfaces de entrada/saída dedicadas 14, 15, 16 são dispostas, ou seja, uma interface de entrada digital 14, uma interface de entrada digital 15 e uma interface de entrada análoga 16. Cada interface 14, 15, 16 possui múltiplas portas para adquirir e produzir dados de processo, respectivamente.

As interfaces de entrada/saída 14, 15, 16 podem ser melhor observadas na figura 6 que mostra uma vista esquemática sobre o lado posterior da placa de circuitos 2. A disposição da instalação de roteamento 1 e interfaces de entrada/saída 14, 15, 16 sobre ambos os lados de uma placa de circuitos simples 2 resulta em redução adicional de consumo de energia e consumo de espaço, como na técnica anterior, três placas separadas foram necessárias para esse propósito. Por meio da instalação de roteamento 1 de acordo com esse exemplo, o número requerido de placas pode ser reduzido de quatro (duas placas de interface de entrada/saída padrão, uma placa de roteador, uma placa de entrada/saída fabricada sob medida) para um.

As interfaces de entrada/saída proporcionam capacidade de conexão universal para fontes de dados de processo digitais e/ou análogos. As fontes de sinal digital/análogo podem ser conectadas às portas 11. A unidade de controle principal (não mostrada nessa figura) do módulo eletrônico submarino (não mostrado nessa figura) acessa as interfaces de entrada/saída 14, 15, 16 através do barramento de controle 8 e do microcontrolador 3 ao qual as interfaces 14, 15, 16 estão conectadas. Ao contrário dos recursos de roteador 5, essas não estão diretamente conectadas ao barramento de controle 8.

A interface de entrada digital 14 pode ser usada, por exemplo, para adquirir o estado de relé, em particular, chaves e relés de potência, ou o estado de circuitos de absorção de energia. As interfaces de saída digitais 15 podem ser usadas, por exemplo, para ajustar/compensar o estado de tal relé, em particular, ao reinicializar uma interface de sensor remoto. A interfa-

ce de entrada análoga 16 pode ser usada, por exemplo, para valores resultantes de monitoramento de isolação de cabos elétricos subaquáticos ou ~~medida de pressão ou medida de temperatura dentro de uma unidade de controle submarino ou uma tubulação.~~ Por exemplo, o monitoramento de isolação de energia e cabos subaquáticos de barramento serial diferencial
5 pode resultar em voltagens análogas correspondentes aos valores de resistência entre 100 kOhm e 18 MOhm. Se o isolamento for danificado, o valor de resistência cairá significativamente. Isso pode ser detectado pelo microcontrolador 3 nos valores de voltagem digitalizados, por meio do qual o respectivo recurso de roteador (não mostrado nessa figura) pode ser desabilitado. A interface de entrada análoga 16 compreende um conversor análogo para digital de 16 bits exemplificativo. Todos os valores de entrada são armazenados para que o microcontrolador 3 os leia e, adicionalmente, os processe. Por exemplo, o microcontrolador 3 pode tanto responder aos valores
10 digitais/digitalizados em consultas baseadas em tempo do local de controle na borda, como pode monitorar por si só os valores e apenas informar desvios de intervalos de valor toleráveis predefinidos.

Os valores digitais/digitalizados podem ser armazenados em registradores da matriz de portas programáveis em campo (não mostrados
20 nessa figura) sob a forma de diferentes circuitos de anel pelo microcontrolador 3. A partir disso, os valores podem ser lidos por outros elementos de barramento, em particular, pelo local de controle na borda (não mostrado nessa figura).

Na figura 7, mostra-se uma forma redundante para conectar dois
25 módulos eletrônico submarinos 17, 18. Ambos os módulos eletrônicos submarinos 17, 18 compreendem uma respectiva instalação de roteamento 1 de acordo com a invenção. Esses incluem quatro recursos de roteador 5, cada. A primeira unidade eletrônica submarina 17 compreende um modem de linha de energia submarina 19 dentro de sua unidade de controle principal 20. o
30 ~~modem de linha de energia 19 é conectado a uma linha de energia 21 que~~ resulta no local de controle na borda (não mostrado nessa figura).

A redundância é obtida ao conectar as unidades de controle

submarino 17, 18 pelas duas linhas de barramento serial diferencial 22, 23. A primeira linha de barramento serial diferencial 22 é conectada aos transceptores remotos 10A dos módulos eletrônicos submarinos 17, 18. A segunda linha de barramento serial diferencial 23 é conectada aos segundos transceptores remotos 10B dos módulos eletrônicos submarinos 17, 18. Quaisquer pacotes de dados que surgem ou chegam aos módulos eletrônicos submarinos 17, 18 são então roteados em paralelo através de ambas as linhas de barramento serial diferencial 22, 23.

A figura 8 mostra uma maneira diferente de realizar a redundância em uma rede submarina. Diversas unidades de controle submarino (não mostradas), cada uma compreendendo um módulo eletrônico submarino 7 que possui uma instalação de roteamento 1, formam uma topologia em anel fechada. Um módulo eletrônico submarino 7M compreende um modem de linha de energia submarina 19. Os módulos eletrônicos submarinos 7 são conectados em série através de múltiplas linhas de barramento serial diferencial 22 que são executadas a partir de um primeiro respectivo transceptor remoto 10A até um segundo respectivo transceptor remoto 10B. Se a topologia de anel for interrompida em um local, essa pode ser um módulo eletrônico submarino danificado 7 ou um cabo subaquático de linha de barramento serial diferencial interrompida ou cortada 22, os pacotes de dados roteados ainda alcançam os módulos eletrônicos submarinos funcionais 7.

Um sensor subaquático 24 para medir a temperatura de uma tubulação (não mostrado) é conectado a um transceptor remoto 10 do módulo eletrônico submarino 7X. Visto que esse é um elemento do PROFIBUS DP dessa maneira, o local de controle na borda 25 recebe os valores de processo medidos pelo sensor submarino 24. Todos os pacotes de dados são transmitidos através da linha de energia 21 para o módulo eletrônico submarino 7M e, subsequentemente, roteados de forma automática em torno da topologia em anel PROFIBUS DP até o módulo eletrônico submarino 7X pela instalação de roteamento 1. Os recursos de roteador 5 também podem incluir interfaces de barramento CAN separadas com sensores submarinos, tal como, o sensor subaquático 24, por exemplo.

REIVINDICAÇÕES

1. Instalação de roteamento (1) de um módulo eletrônico subma-
rino (7), que compreende um microcontrolador (3), uma matriz de portas
5 sobre uma única placa de circuitos (2), e pelo menos dois recursos de roteador (5) so-
bre uma única placa de circuitos (2), sendo que cada recurso de roteador (5)
compreende um respectivo transceptor local (9) para um barramento serial
diferencial e um respectivo transceptor remoto (10) para o barramento serial
diferencial, em que cada transceptor local (9) é conectado ao transceptor
remoto correspondente (10) e à dita matriz de portas programáveis em cam-
10 po (4) que é capaz de rotear pacotes de dados entre os ditos recursos de
roteador (5).

2. Instalação de roteamento (1), de acordo com a reivindicação
1, compreendendo um total de exatamente quatro dos ditos recursos de ro-
teador (5).

15 3. Instalação de roteamento (1), de acordo com a reivindicação 1
ou 2, em que cada um dos ditos transceptores remotos (10) é galvanicamen-
te isolado do transceptor local correspondente (9).

4. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma
das reivindicações anteriores, em que os ditos transceptores remotos (10)
20 são flutuantes e os ditos transceptores locais (9) estão relacionados a um
meio elétrico local.

5. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma
das reivindicações anteriores, em que cada dito transceptor remoto (10)
compreende meios de terminação de barramento ativa e meios de desvio.

25 6. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma
das reivindicações anteriores, em que cada dito transceptor remoto (10) é
fornecido por um respectivo conversor de corrente direta/corrente direta (13).

7. Instalação de roteamento (1), de acordo com a reivindicação
6, em que cada dito conversor de corrente direta/corrente direta (13) é sepa-
-30 radamente desligável.

8. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma
das reivindicações anteriores, em que os ditos transceptores locais (9) são

cabeados em paralelo.

5 9. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o dito microcontrolador (3) e dita matriz de portas programáveis em campo (4) são conectáveis a uma unidade de controle principal (20) do módulo eletrônico submarino (7) através de um barramento de controle (8).

10 10. Instalação de roteamento (1), de acordo com a reivindicação 9, em que o dito barramento de controle (8) é conectável à unidade de controle principal (20) através de uma conexão de tomada e soquete (6).

11. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que a dita única placa de circuitos (2) compreende pelo menos uma interface de entrada/saída (14, 15, 16) para valores de processos digitais e/ou análogos.

15 12. Instalação de roteamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que os ditos recursos de roteador (5) proporcionam uma taxa de bits de transmissão variável.

13. Instalação de roteamento (1), de acordo com a reivindicação 12, em que a dita matriz de portas programáveis em campo (4) proporciona uma taxa de bits transparente com um atraso constante.

20 14. Módulo eletrônico submarino (7) de uma unidade de controle submarino, sendo que o módulo eletrônico submarino (7) compreende uma instalação de roteamento (1), como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores.

FIG 1

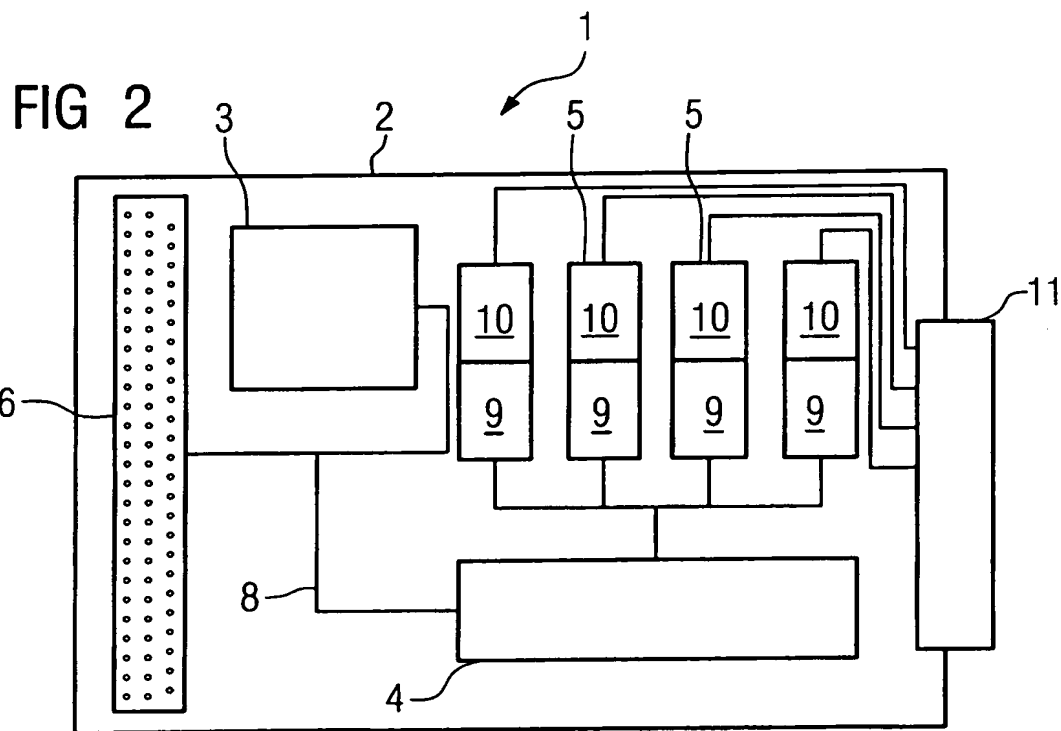
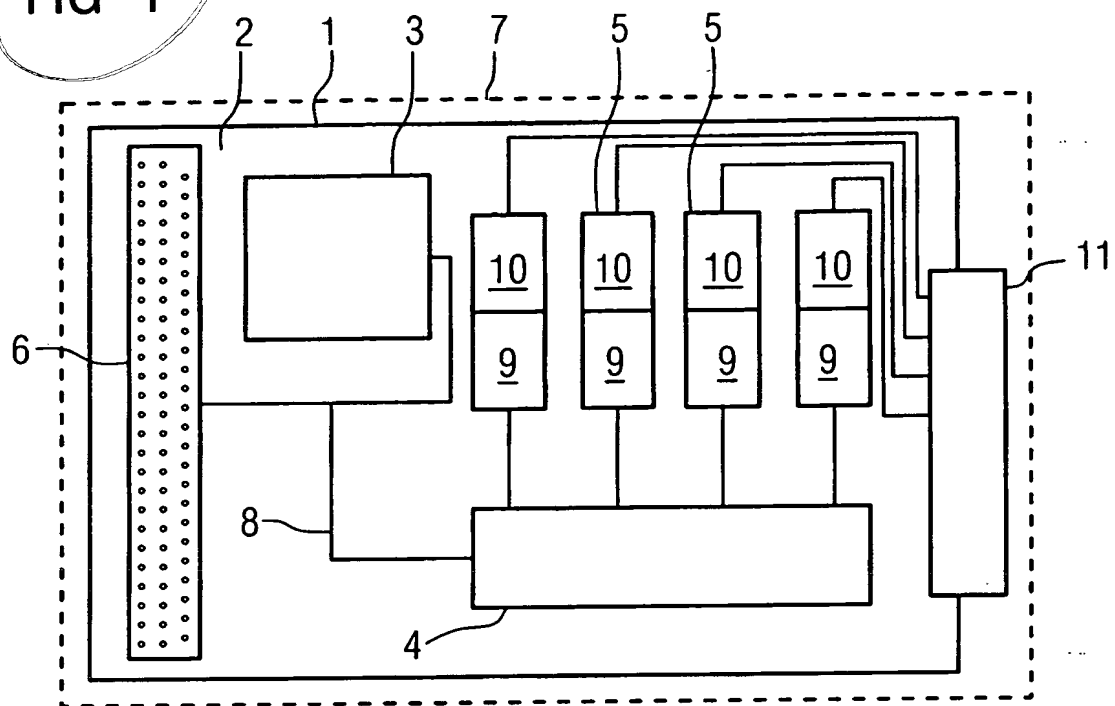


FIG 3

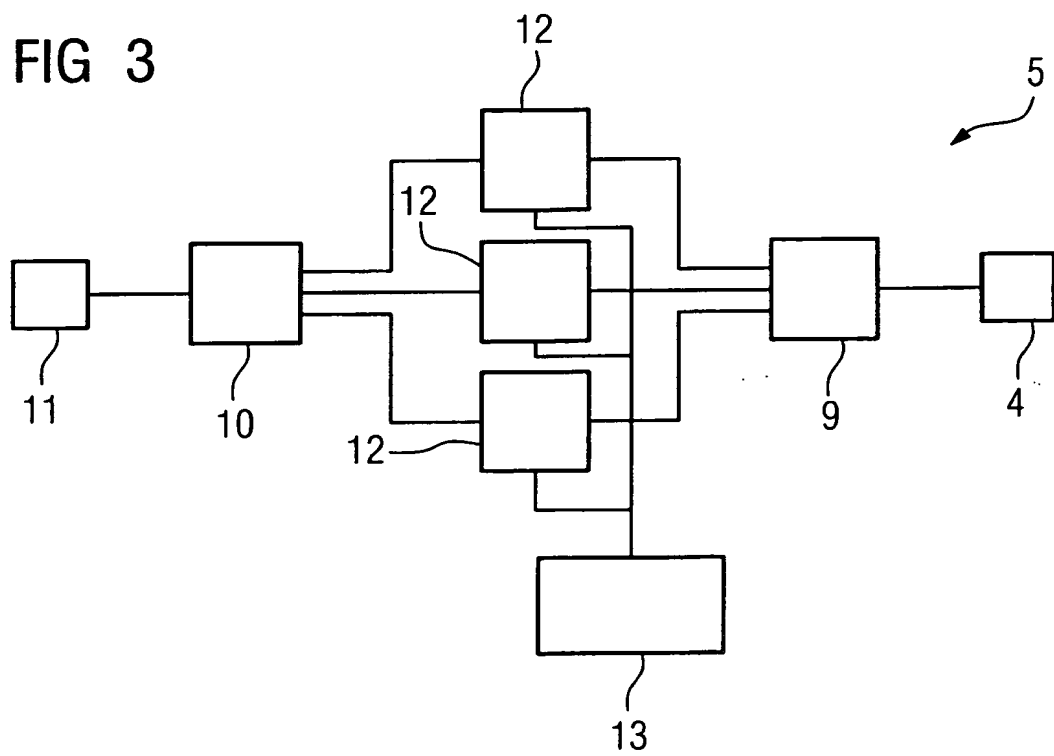


FIG 4

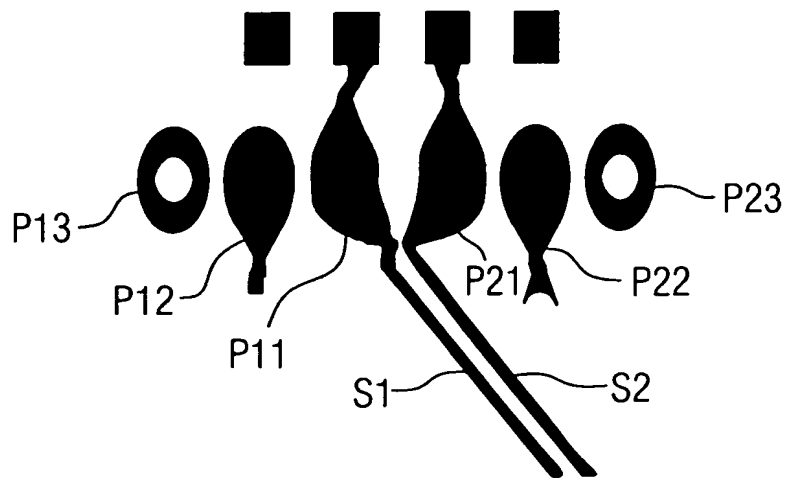


FIG 5

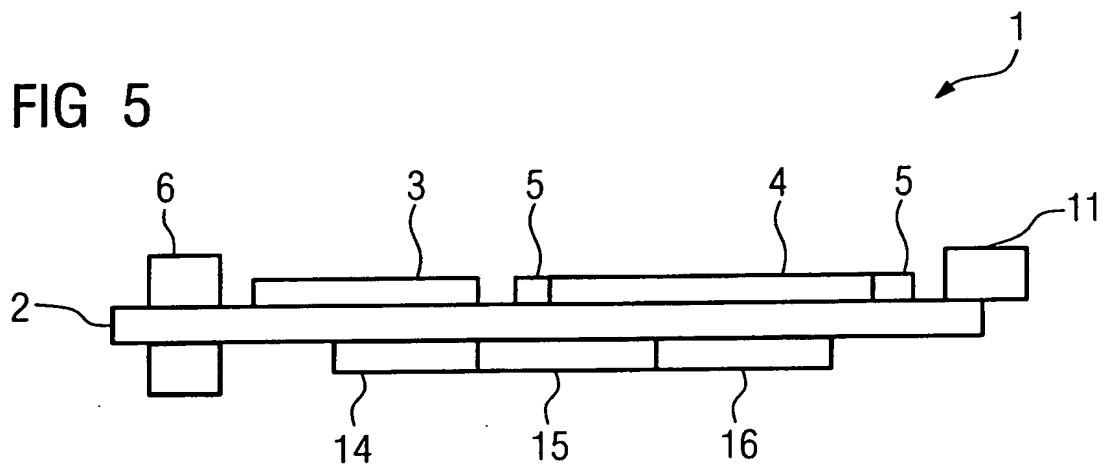
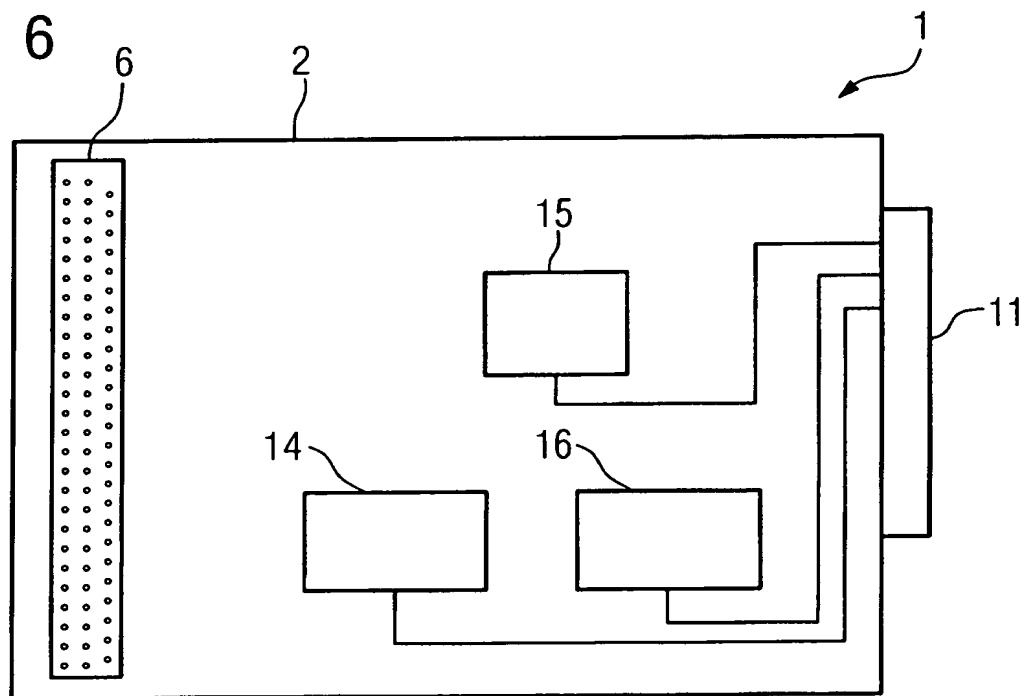


FIG 6



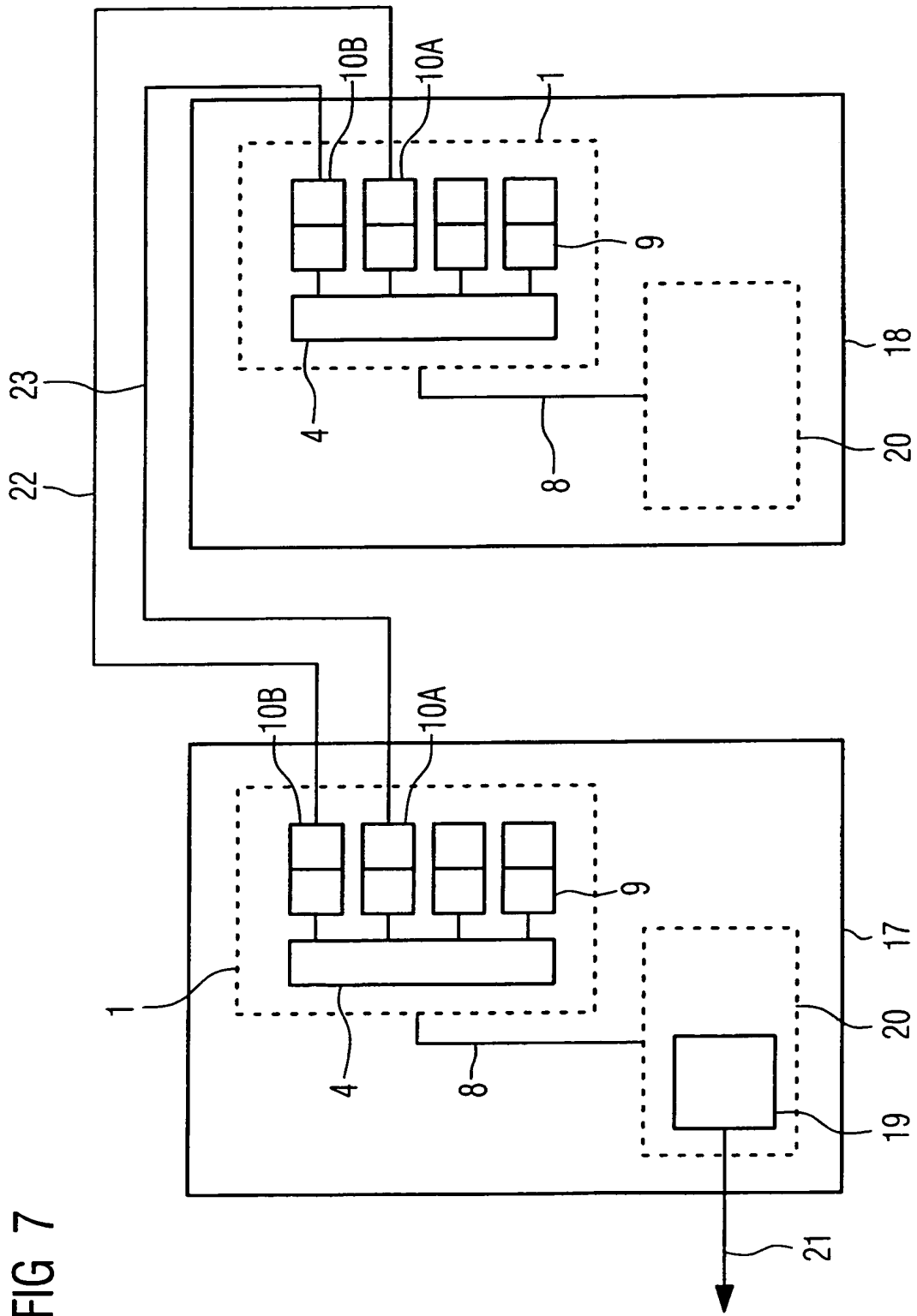
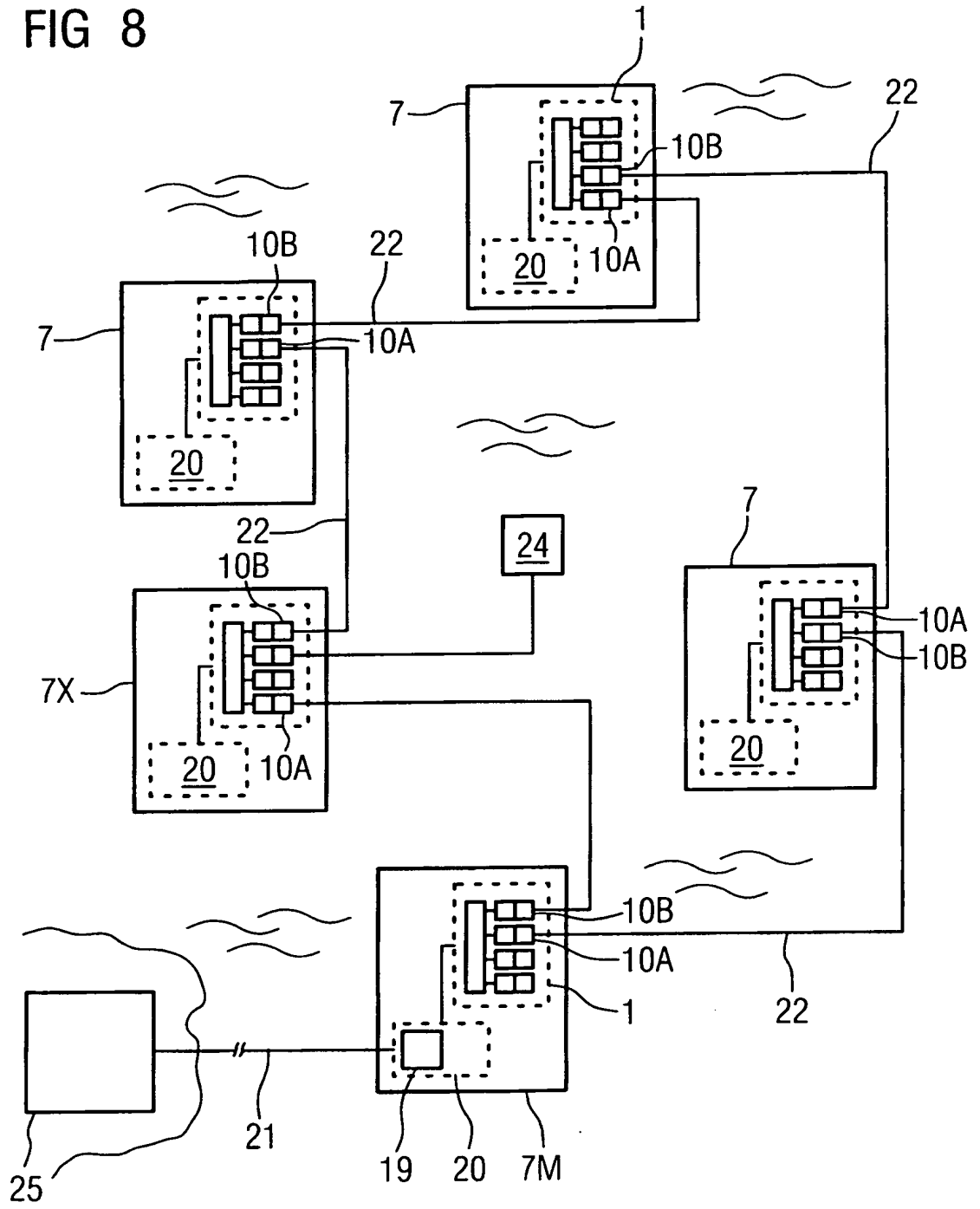


FIG 8



PI 0622021-5

RESUMO

Patente de Invenção: "INSTALAÇÃO DE ROTEAMENTO PARA MÓDULO ELETRÔNICO-SUBMARINO".

A presente invenção refere-se a uma instalação de roteamento

5 (1) de um módulo eletrônico submarino (7), que compreende um microcontrolador (3), uma matriz de portas programáveis em campo (4) e pelo menos dois recursos de roteador (5) sobre uma única placa de circuitos (2), sendo que cada recurso de roteador (5) compreende um respectivo transceptor local (9) para um barramento serial diferencial e um respectivo transceptor

10 remoto (10) para um barramento serial diferencial, em que cada transceptor local (9) é conectada ao transceptor remoto correspondente (10) e à dita matriz de portas programáveis em campo (4) que é capaz de rotear pacotes de dados entre os ditos recursos de roteador (5).