

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2007.02.08	(73) Titular(es): BIOSENSE WEBSTER, INC. 3333 DIAMOND CANYON ROAD DIAMOND BAR, CALIFORNIA 91765 US
(30) Prioridade(s): 2006.02.09 US 351135	
(43) Data de publicação do pedido: 2007.08.15	(72) Inventor(es):
(45) Data e BPI da concessão: 2008.10.22 240/2008	ASSAF GOVARI IL ANDRES CLAUDIO ALTMANN IL DIMITRI MODEL IL YARON EPHRATH IL
	(74) Mandatário: PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **CALIBRAÇÃO DE SONDAS MÉDICAS EM DUAS ETAPAS**

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

"CALIBRAÇÃO DE SONDAS MÉDICAS EM DUAS ETAPAS"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se, de uma maneira geral, a sistemas invasivos para diagnóstico e tratamento médico e, especificamente, à calibração de sondas e sensores que são utilizados em tais sistemas.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Localizar a posição de sondas no interior do corpo é necessário em muitos procedimentos médicos. Por exemplo, foram desenvolvidos vários sistemas para determinar as coordenadas de posição (localização e/ou orientação) de um objecto no corpo com base na detecção de campos magnéticos. Estes sistemas utilizam sensores afixados no objecto para medir as intensidades relativas de campos magnéticos gerados externamente e para obter destas medições a posição do objecto. (O termo "posição", como utilizado no presente pedido de patente e nas reivindicações, refere-se a qualquer conjunto de coordenadas espaciais, incluindo coordenadas de localização ou coordenadas angulares de orientação ou ambas.) Métodos para detecção da posição com base em magnetismo são descritos, por exemplo, nas Patentes US 5391199, 5443489 e 6788967 de Ben-Haim, na Patente US 6690963 de Ben-Haim, *et al.*, na Patente US 5558091 de Acker *et al.*, na Patente US 6172499 de Ashe e na Patente US 6177792 de Govari.

Quando são necessárias medições de posição exactas, a sonda pode ser calibrada antecipadamente. Um processo de calibração que serve como exemplo é descrito na Patente US 6266551 de Osadchy *et al.* Nas formas de realização descritas nesta patente, um dispositivo utilizado para determinar a localização e orientação de um cateter dentro do corpo compreende uma pluralidade de bobinas adjacentes à extremidade distal do cateter. O cateter compreende ainda um micro-circuito electrónico adjacente à extremidade distal do cateter, que armazena informação relativa à calibração do dispositivo. O micro-circuito compreende uma componente de memória de leitura/escrita, tal como uma EEPROM, EPROM, PROM, *Flash* ROM ou RAM não volátil, e a informação é armazenada em formato digital. A informação de calibração inclui dados referentes ao deslocamento da ponta distal do cateter relativamente às bobinas. A informação de calibração pode também incluir dados referentes ao desvio das bobinas relativamente ortogonalidade, ou dados referentes aos respectivos ganhos das bobinas, ou a uma combinação destes dados.

O documento US 6370411 de Osadchy *et al.*, descreve uma unidade de cateter para ligação a uma consola de controlo. A unidade de cateter compreende duas partes: um cateter de complexidade mínima que é inserido no corpo de um doente e um cabo de ligação que liga a extremidade proximal do cateter e a consola. O cateter compreende um micro-circuito que pode ter dados de calibração que são específicos ao cateter. O cabo compreende um circuito de acesso, que recebe a informação do cateter e a transfere, num formato adequado, para a consola. De um modo preferido, o cabo funciona com todos os cateteres de um modelo ou tipo específico e, por conseguinte, quando um cateter é substituído, não há necessidade de substituir o cabo. O cabo

compreende um micro-circuito adicional no qual é armazenada informação característica de um ou mais modelos. O micro-circuito adicional pode também incluir informação de calibração para o circuito de acesso e amplificadores no interior do cabo. A informação de calibração dos amplificadores pode incluir, por exemplo, o seu ganho-zero, componente contínua do sinal e lineariedade.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Formas de realização da presente invenção providenciam métodos convenientes para gerar, armazenar e calcular informação de calibração em relação a uma sonda médica invasiva.

Em formas de realização divulgadas, a sonda liga-se, através de um conector de engate adequado, a um adaptador que, por sua vez, se liga, através de outro conector de engate, a uma consola. A sonda compreende um sensor e um micro-circuito de sonda, que armazena dados de calibração de sensor. O adaptador compreende um circuito de processamento de sinal para processar um sinal que é fornecido pelo sensor. O adaptador compreende o seu próprio micro-circuito, que armazena dados de calibração em relação ao circuito de processamento de sinal. Um micro-controlador, no adaptador, calcula os dados combinados de calibração com base nos dados de ambos os micro-circuitos. Circuitos de análise de sinal na consola recebem o sinal processado e analisam este sinal utilizando os dados combinados de calibração providenciados pelo adaptador da sonda.

Numa forma de realização que serve como exemplo, o sensor fornece um sinal de posição e o circuito de processamento de

sinal compreende um amplificador, que amplifica o sinal de posição. A consola utiliza os dados combinados de calibração para calcular coordenadas de posição precisas da sonda, corrigidas para desvios devidos não só ao sensor mas também ao amplificador. O adaptador é feito para ser compatível - em termos de configuração de hardware e software - com sondas preexistentes que compreendem tanto um sensor como um amplificador e têm apenas um único micro-circuito com dados globais de calibração para o cateter. A consola pode, assim, ser utilizada, sem alteração de hardware ou software, tanto com essas sondas preexistentes como com sondas que se ligam à consola através do adaptador.

É, por conseguinte, providenciado, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, um aparelho médico incluindo:

uma sonda, tendo uma extremidade proximal e uma extremidade distal, que é adaptada para inserção no interior do corpo de um doente, incluindo a sonda um sensor, que fornece um sinal de sensor; um primeiro micro-circuito, que armazena primeiros dados de calibração referentes ao sensor; e um primeiro conector na extremidade proximal da sonda, electricamente ligado, pelo menos, ao sensor;

um adaptador de sonda, incluindo um segundo conector, que está configurado para se engatar no primeiro conector; um circuito de processamento de sinal, que é acoplado para processar o sinal do sensor para fornecer um sinal processado; um segundo micro-circuito, que armazena segundos dados de calibração referentes ao circuito de processamento de sinal; um micro-controlador, que está configurado para receber os

primeiros e segundos dados de calibração dos primeiro e segundo micro-circuitos, respectivamente, e para calcular dados combinados de calibração com base nos primeiros e segundos dados de calibração; e um terceiro conector, electricamente ligado, pelo menos, ao circuito de processamento de sinal; e

uma consola, incluindo um quarto conector, que está configurado para se engatar no terceiro conector; e circuitos de análise de sinal, que são acoplados para receber, pelo menos, o sinal processado do quarto conector e estão configurados para analisar o sinal processado utilizando os dados combinados de calibração fornecidos pelo adaptador da sonda.

Em algumas formas de realização, o sensor inclui um sensor de posição e os circuitos de análise de sinal servem para determinar coordenadas da extremidade distal da sonda ao analisar o sinal processado. Numa forma de realização, o sensor de posição serve para gerar o sinal de sensor em resposta a um campo magnético aplicado externamente ao corpo.

Numa forma de realização, a sonda inclui um cateter para inserção no interior do coração do indivíduo.

Em algumas formas de realização, a sonda é um primeiro tipo de sonda e o sinal processado é um primeiro sinal processado e a consola pode ainda funcionar em conjunção com um segundo tipo de sonda, que é adaptada para se engatar no quarto conector e para transmitir, pelo menos, um segundo sinal processado ao quarto conector, e que inclui um circuito de memória, que armazena terceiros dados de calibração num espaço de endereçamento predeterminado, que é acedido pelos circuitos de análise de sinal quando analisam o segundo sinal processado, e o

micro-controlador serve para colocar os dados combinados de calibração no espaço de endereçamento predeterminado para ser lido pelos circuitos de processamento. Tipicamente, a consola pode funcionar em conjunção com o primeiro e segundo tipos de sonda sem modificação de hardware ou software de acordo com o tipo de sonda.

Numa forma de realização, os primeiros dados de calibração são indicativos de uma sensibilidade do sensor e de um desvio de fase introduzido pela sonda e o circuito de processamento de sinal inclui um amplificador, e os segundos dados de calibração são indicativos de um ganho do amplificador e de um segundo desvio de fase introduzido pelo amplificador.

Tipicamente, pelo menos, o primeiro e segundo conectores incluem blindagem contra interferências magnéticas.

É também providenciado, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, um método para utilizar uma sonda tendo uma extremidade proximal e uma extremidade distal, que inclui um sensor, que fornece um sinal de sensor, um primeiro micro-circuito, que armazena primeiros dados de calibração relativos ao sensor e um primeiro conector na extremidade proximal da sonda, electricamente ligado, pelo menos, ao sensor, compreendendo o método:

ligar o primeiro conector da sonda a um segundo conector de um adaptador de sonda, que inclui um circuito de processamento de sinal, que é acoplado para processar o sinal de sensor para fornecer um sinal processado e um segundo micro-circuito, que armazena segundos dados de calibração relativos ao circuito de processamento de sinal, e um terceiro conector, electricamente

ligado, pelo menos, ao circuito de processamento de sinal;

utilizar um micro-controlador no adaptador, ler os primeiros e segundos dados de calibração dos primeiro e segundo micro-circuitos, respectivamente, e calcular dados combinados de calibração com base nos primeiros e segundos dados de calibração;

ligar o terceiro conector do adaptador a um quarto conector da consola, que inclui circuitos de análise de sinal;

utilizando os circuitos de análise de sinal, receber através do quarto conector, pelo menos, o sinal processado do adaptador e analisar o sinal processado utilizando os dados combinados de calibração providenciados pelo adaptador da sonda.

A presente invenção será mais inteiramente compreendida a partir da seguinte descrição detalhada das suas formas de realização, consideradas em conjunto com os desenhos nos quais:

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Fig. 1 é uma ilustração esquemática, em imagens, de um sistema médico baseado num cateter, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

As Figs. 2A e 2B são diagramas de blocos que mostram, esquematicamente, os circuitos utilizados nos cateteres e numa consola no sistema da Fig. 1, de acordo com uma forma de realização da presente invenção; e

A Fig. 3 é um fluxograma que ilustra, esquematicamente, um método para calibração de cateteres, de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO

A Fig. 1 é uma ilustração esquemática, em imagens, de um sistema 20 para cateterização cardíaca, de acordo com uma forma de realização da presente invenção. O sistema 20 pode ser baseado, por exemplo, no sistema CARTO™, produzido pela Biosense Webster Inc. (Diamond Bar, Califórnia). Este sistema compreende uma sonda invasiva na forma de um cateter 22 e uma consola 24 de controlo. O cateter é, tipicamente, providenciado aos utilizadores como uma unidade descartável, com um conector 26, tipicamente uma ficha, que se engata num conector 28 correspondente, tipicamente um receptáculo, na consola. No contexto do presente pedido de patente e nas reivindicações, o termo "conector" é utilizado no sentido convencional, para significar qualquer espécie de ficha eléctrica ou dispositivo semelhante que pode ser facilmente conectado e desconectado no campo sem operações técnicas, tais como soldagem ou engaste.

O cateter 22 compreende um tubo de inserção cuja extremidade 30 distal é concebida para atravessar o sistema vascular e penetrar numa câmara do coração. Tipicamente, a extremidade distal do cateter compreende um elemento 32 funcional perto de uma ponta 34 distal do cateter para realizar funções terapêuticas e/ou de diagnóstico. Por exemplo, o elemento 32 pode compreender um eléctrodo ou um transdutor de ultrassons.

O cateter 22 também contém um sensor de posição 36, que é utilizado na determinação de coordenadas de posição da extremidade 30 distal. No sistema CARTO, o sensor de posição compreende três bobinas, que fornecem sinais em resposta a um campo magnético aplicado externamente. Estes sinais são amplificados por um circuito 48 de processamento de sinal no cateter. Tipicamente, o circuito 48 está situado, por conveniência, num manípulo 38 do cateter, que também inclui comandos 40 para condução do cateter. Os sinais amplificados que são fornecidos pelo circuito 48 passam através de um cabo 42 para a consola 24, através dos conectores 26 e 28. A consola processa os sinais para determinar as coordenadas da ponta 34 distal e mostra o resultado num ecrã 44 de interface com o utilizador. O utilizador pode interagir com a consola por meio de um dispositivo 46 de introdução de dados pelo utilizador, tal como um teclado. Detalhes adicionais da teoria e funcionamento de sistemas magnéticos de detecção de posição deste tipo são providenciados nas patentes citadas nos Antecedentes da Invenção.

O circuito 48 de processamento de sinal, cabo 42 e conector 26 são componentes dispendiosos. Para reduzir o custo da parte descartável do sistema 20, um cateter 50 alternativo é produzido para permitir que estes componentes possam ser reutilizados sem esterilização ao longo de múltiplas intervenções. O cateter 50 compreende um conector 52 que se engata num conector 54 correspondente de um adaptador 51. O cateter compreende um circuito 56 final, cujas funções são aqui abaixo descritas. O adaptador 51 compreende circuitos 58 de processamento de sinal para amplificar os sinais do sensor 36, assim como um cabo 42 e um conector 26. Este último conector é compatível com o conector 28, para que o cateter 50 (em conjugação com o adaptador 51)

possa ser utilizado alternadamente com o cateter 22 no sistema 20. Tipicamente, o cateter 50 é um dispositivo de utilização única, enquanto o adaptador 51 é reutilizável. Na forma de realização mostrada na Fig. 1, os conectores 52 e 54 são mecanicamente configurados para formar uma espécie de "manípulo dividido", mas outras configurações mecânicas podem também ser utilizadas para alcançar a mesma funcionalidade eléctrica. Por exemplo, numa forma de realização alternativa, alguns ou todos os circuitos 58 estão localizados dentro ou perto do conector 26.

A Fig. 2A é um diagrama de blocos que mostra, esquematicamente, os detalhes do cateter 22 e consola 24, de acordo com uma forma de realização da presente invenção. O sensor 36 compreende três bobinas 60, 62 e 64 não concêntricas, que estão alinhadas ao longo de eixos mutuamente ortogonais. Os fios 66 das bobinas são ligados através de cabos 68 aos amplificadores 72 no circuito 48 de processamento de sinal. Tipicamente, as blindagens 70 dos cabos estão ligadas à terra por uma ligação à terra adequada (não mostrada) no circuito 48. Os sinais amplificados produzidos pelos amplificadores 72 passam através do cabo 42, através dos conectores 26 e 28, para um circuito 74 de extremidade frontal na consola 24. O circuito de extremidade frontal filtra e digitaliza tipicamente os sinais e transfere as amostras digitais resultantes para uma unidade 76 de processamento central (CPU), que processa as amostras de modo a calcular as coordenadas de localização e orientação da ponta 34 distal.

O cateter 22 é calibrado na fábrica de modo a determinar a sensibilidade combinada e desfasamento das bobinas 60, 62 e 64 e amplificadores 72, bem como a localização exacta e inclinação

angular das bobinas relativamente à ponta distal do cateter. Os dados de calibração são, então, armazenados numa memória 78 de micro-circuito, tal como uma memória electricamente apagável, programável, apenas de leitura (EEPROM), no manípulo 38. Quando o cateter é, subsequentemente, ligado à consola 24 para utilização clínica, a CPU 76 lê os dados de calibração da memória 78 através de um barramento 80 que atravessa o cabo 42. Tipicamente, os dados de calibração são dispostos num determinado formato e a CPU é programada para ler os dados a partir de um certo endereço ou gama de endereços da memória. A CPU utiliza os dados de calibração para determinar coordenadas de posição exactas da ponta do cateter, baseado nos sinais dos sensores. O processo de calibração e a utilização da memória 78 para armazenar os parâmetros de calibração são descritos em pormenor na acima mencionada Patente US 6266551.

A Fig. 2B é um diagrama de blocos que mostra esquematicamente os detalhes do cateter 50, adaptador 51 e consola 24, de acordo com uma forma de realização da presente invenção. O sensor 36 no cateter 50 é idêntico ao do cateter 22, e ambos os cateteres trabalham com a mesma consola 24, como acima salientado. Os cabos 68 no cateter 50 ligam-se a cavilhas 82 conectoras do conector 52. Estas cavilhas engatam-se com os receptáculos 84 do conector 54. Os conectores 52 e 54 também compreendem tipicamente ligações 86 à terra para ligar à terra os circuitos no cateter 50. Tipicamente, os conectores 52 e 54 compreendem blindagem 85 magnética, utilizando μ -metal, por exemplo, para reduzir a interferência magnética com os sinais fracos nas cavilhas 82.

Ambos as bobinas sensoras 60, 62, 64 no cateter 50 e amplificadores 72 no adaptador 51 contribuem para a

sensibilidade geral e desfasamento do sistema. Uma vez que o adaptador pode ser utilizado com muitos cateteres diferentes, e um dado cateter pode ser utilizado com qualquer adaptador, as bobinas sensoras e os amplificadores são calibrados separadamente. Por outras palavras, dados de calibração separados têm de ser determinados para cada cateter e para cada adaptador. Os dados adequados para o dado cateter e o dado adaptador são combinados quando o cateter e o adaptador são utilizados em conjunto no campo, de modo a determinar os factores gerais de calibração correctos a ser aplicados pela CPU 76 aos sinais amplificados de sensores.

Se a consola 24 foi originalmente desenhada para funcionar com cateteres unitários (tal como o cateter 22, como mostrado nas figuras anteriores), contudo, a consola pode ser montada e programada para receber apenas um conjunto de factores de calibração da memória do cateter. Como acima salientado, em cateteres preexistentes estes factores de calibração referem-se às características combinadas das bobinas sensoras e amplificadores. A consola não é capaz de receber e utilizar factores de calibração de cateter e adaptador separados.

Para abordar este problema, são utilizadas duas memórias 88 e 90 para conter os dados de calibração: a memória 88 no cateter 50 e a memória 90 no adaptador 51. Estas memórias podem compreender chips EEPROM ou qualquer outro tipo de memória não volátil adequada, tal como uma EPROM ou uma memória *Flash*. A memória 88 do cateter contém dados de calibração referentes às bobinas 60, 62, 64 sensoras. A memória 90 do adaptador contém dados de calibração referentes ao circuito 58 e, em particular, às características dos amplificadores 72.

Um micro-controlador 92 no adaptador 51 lê dados de calibração de ambas as memórias 88 e 90 e calcula um conjunto combinado de factores de calibração. O micro-controlador providencia então os factores combinados de calibração à consola de uma maneira que emula a interface preexistente da memória 78 no cateter 22 (Fig. 2A). Por exemplo, o micro-controlador pode escrever os factores combinados de calibração para a mesma gama de endereços na memória 90, que a CPU 76 é programado para aceder para este fim, no mesmo formato que é utilizado para os factores de calibração na memória 78. Por conseguinte, não é necessária qualquer modificação à consola 24 para a capacitar para receber e aplicar os factores de calibração calculados pelo micro-controlador 92.

Embora o sensor 36 seja acima descrito como um sensor de posição magnético, a configuração do sistema e métodos aqui descritos podem também ser aplicados em conjunção com outros tipos de sensores de posição, tais como sensores ultrassónicos e de posição baseados em impedância. Em sistemas baseados em impedância, por exemplo, a impedância é medida entre eléctrodos afixados ao cateter e eléctrodos colocados na superfície do corpo e as coordenadas de localização são obtidas a partir das medições de impedância. Métodos para detecção da posição baseados em impedância são divulgados, por exemplo, na Patente US 5983126 de Wittkampf, na Patente US 6456864 de Swanson, e na Patente US 5944022 de Nardella, bem como no Pedido de Patente US 11/030934, apresentada em 7 de Janeiro de 2005.

Adicionalmente, embora as formas de realização aqui descritas se refiram especificamente à calibração e funcionamento de um sensor de posição, as memórias 88 e 90 e o micro-controlador 92 podem analogamente ser utilizados na

calibração de sensores de outros tipos utilizados no cateter 50 ou em outros tipos de sondas. Por exemplo, assumindo que o elemento 32 funcional é um sensor, tal como um eléctrodo sensível, um sensor químico, um sensor de temperatura, um sensor de pressão ou um transdutor ultrassónico, a memória 88 pode conter dados de calibração referentes a um transdutor ultrassónico de imagem que é utilizado em conjunção que é utilizado em conjunção com um sensor de posição, como descrito, por exemplo, no Pedido de Patente US 10/447940 de Govari (publicada como US 2004/0254458 A1).

As memórias 88 e 90 podem também ser utilizadas para reter parâmetros de controlo de acessos, tal com descrito na acima mencionada patente US 6266551. Estes parâmetros podem incluir, por exemplo, um código de identificação, ou um contador de utilizações, ou tempo de validade. O micro-controlador 92 pode ler e processar parâmetros que estão armazenados nas memórias 88 e 90 e providenciar o resultado à CPU 76. A CPU pode então impedir o funcionamento do sistema 20 se os parâmetros indicarem que um cateter ou adaptador impróprio ou fora da validade tiver sido ligado à consola.

A Fig. 3 é um fluxograma que ilustra esquematicamente um método para calibrar e processar sinais produzidos pelo cateter 50, de acordo com uma forma de realização da presente invenção. O sensor 36 no cateter 50 é calibrado utilizando um sistema de calibração adequado, no passo 100 de calibração de um sensor. Um modelo e processos que podem ser para este fim são descritos na Patente acima mencionada US 6266551. Os parâmetros de calibração incluem tipicamente as deslocações da sensibilidade e fase S_{ij}^{sensor} , $\phi_{ij}^{\text{sensor}}$ de cada uma das bobinas 60, 62 e 64, medidas em relação a um campo magnético aplicado externamente de amplitude

e fase conhecidas. Os parâmetros de calibração podem também incluir o desfasamento espacial de cada uma das espiras em relação à ponta 34 distal do cateter 50, bem como o desvio dos eixos das espiras da ortogonal. Os dados de calibração são armazenados na memória 88.

Os amplificadores 72 no adaptador 51 são também calibrados num passo 102 de calibração do adaptador. Para este fim, podem ser aplicados sinais de teste às entradas dos amplificadores (através do conector 54, por exemplo) e as saídas do amplificador podem ser medidas para determinar os ganhos do amplificador e deslocamentos da fase A_{ij}^n , ϕ_{ij}^n . Estes resultados são armazenados na memória 90.

Quando os conectores 52 e 54 são ligados um ao outro e o sistema 20 é ligado, o micro-controlador lê os parâmetros de calibração das memórias 88 e 90, num passo de arranque 104. O micro-controlador calcula, então, parâmetros combinados de calibração para o cateter e o adaptador em conjunto, num passo 106 de computação combinada de parâmetros. Por exemplo, o micro-controlador pode multiplicar cada um dos valores de sensibilidade das bobinas sensoras pelo ganho do amplificador correspondente para dar um valor combinado da sensibilidade e pode somar o deslocamento da fase do sensor com o deslocamento da fase do amplificador para dar um valor do deslocamento combinado da fase. Alternativamente, podem ser aplicados algoritmos de computação mais complexos para combinar os parâmetros.

O micro-controlador 92 escreve os valores dos parâmetros combinados de calibração no espaço de endereçamento adequado onde a CPU 76 espera encontrar os parâmetros de calibração. Por

exemplo, uma gama de endereços da memória 90 pode ser deixada disponível para este fim. Depois de escrever os parâmetros para esta gama, o micro-controlador encaminha o controlo e as linhas de dados da memória 90 para capacitar a CPU para ler os parâmetros da memória 80 através do barramento 80. Para este fim, o micro-controlador pode definir comutadores internos no interior do micro-controlador ou definir comutadores externos (não mostrados) no circuito 58. Alternativamente, o micro-controlador pode guardar os valores dos parâmetros combinados de calibração numa memória interna, que é mapeada para o espaço de endereçamento adequado da CPU 76, e pode emular o funcionamento da memória 78 quando a CPU tenta ler os valores.

A CPU 76 lê os valores dos parâmetros combinados de calibração do adaptador 51, num passo 108 de leitura de parâmetros. A CPU aplica então estes valores no processamento de sinais que recebe do cateter 50. Funcionamento do sistema 20 prossegue de uma maneira idêntica independentemente de ser utilizado o cateter 22 ou o cateter 50.

Embora as formas de realização acima descritas se refiram especificamente a certos tipos de cateteres cardíacos, os princípios da presente invenção podem analogamente ser aplicados a sondas médicas invasivas e sistemas de outros tipos.

Lisboa, 25 de Novembro de 2008

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho médico compreendendo:

uma sonda (50), tendo uma extremidade proximal e uma extremidade distal (30), que é adaptada para inserção no interior do corpo de um indivíduo, compreendendo a sonda:

um sensor (36), que fornece um sinal de sensor;
um primeiro micro-circuito (88), que armazena primeiros dados de calibração referentes ao sensor; e
um primeiro conector (52) na extremidade proximal da sonda, electricamente ligado, pelo menos, ao sensor (36);

um adaptador de sonda, compreendendo:

um segundo conector (54), que está configurado para se engatar no primeiro conector (52);

um circuito (58) de processamento de sinal, que é acoplado para processar o sinal do sensor para fornecer um sinal processado, sendo o aparelho médico caracterizado por compreender ainda

um segundo micro-circuito (90), que armazena segundos dados de calibração referentes ao circuito de processamento de sinal,

um micro-controlador (92), que está configurado para receber os primeiros e segundos dados de calibração dos primeiro e segundo micro-circuitos, respectivamente, e para calcular dados combinados de calibração com base nos primeiros e segundos dados de calibração; e

um terceiro conector (26), electricamente ligado, pelo menos, ao circuito (58) de processamento de sinal; e uma consola (24), compreendendo:

um quarto conector (28), que está configurado para se engatar no terceiro conector (26); e circuitos (76) de análise de sinal, que são acoplados para receber, pelo menos, o sinal processado do quarto conector e estão configurados para analisar o sinal processado utilizando os dados combinados de calibração providenciados pelo adaptador de sonda.

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que o sensor compreende um sensor de posição e em que os circuitos de análise de sinal servem para determinar as coordenadas da extremidade distal da sonda ao analisar o sinal processado.
3. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, em que o sensor de posição serve para gerar o sinal de sensor em resposta a um campo magnético aplicado externamente ao corpo.
4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que a sonda compreende um cateter para inserção no interior de um coração do indivíduo.
5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que a sonda é um primeiro tipo de sonda e o sinal processado é um primeiro sinal processado, e

em que a consola pode funcionar ainda em conjunção com um segundo tipo de sonda, que é adaptada para se engatar no quarto conector e para transmitir, pelo

menos, um segundo sinal processado ao quarto conector, e que inclui um circuito de memória, que armazena terceiros dados de calibração num espaço de endereçamento predeterminado, que é acedido pelos circuitos de análise de sinal quando analisam o segundo sinal processado, e em que o micro-controlador serve para colocar os dados combinados de calibração no espaço de endereçamento predeterminado para ser lido pelos circuitos de processamento.

6. Aparelho de acordo com a reivindicação 5, em que a consola pode funcionar em conjunção com o primeiro e segundo tipos de sonda sem modificação de hardware ou software de acordo com o tipo de sonda.
7. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que os primeiros dados de calibração são indicativos de uma sensibilidade do sensor e de um desvio de fase introduzido pela sonda e em que o circuito de processamento de sinal compreende um amplificador, e os segundos dados de calibração são indicativos de um ganho do amplificador e de um segundo desvio de fase introduzido pelo amplificador.
8. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, em que, pelo menos, o primeiro e segundo conectores compreendem blindagem contra interferências magnéticas.
9. Método utilizando uma sonda tendo uma extremidade proximal e uma extremidade distal, que compreende um sensor, que fornece um sinal de sensor, um primeiro micro-circuito, que armazena primeiros dados de calibração relativos ao sensor,

e um primeiro conector na extremidade proximal da sonda, electricamente ligado, pelo menos, ao sensor, compreendendo o método:

ligar o primeiro conector da sonda a um segundo conector de um adaptador de sonda, que compreende um circuito de processamento de sinal, que é acoplado para processar o sinal de sensor para fornecer um sinal processado e um segundo micro-circuito, que armazena segundos dados de calibração relativos ao circuito de processamento de sinal, e um terceiro conector, electricamente ligado, pelo menos, ao circuito de processamento de sinal;

utilizar um micro-controlador no adaptador, ler os primeiros e segundos dados de calibração dos primeiro e segundo micro-circuitos, respectivamente, e calcular dados combinados de calibração com base nos primeiros e segundos dados de calibração;

ligar o terceiro conector do adaptador a um quarto conector da consola, que compreende circuitos de análise de sinal;

utilizando os circuitos de análise de sinal, receber através do quarto conector, pelo menos, o sinal processado do adaptador e analisar o sinal processado utilizando os dados combinados de calibração providenciados pelo adaptador da sonda.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, em que o sensor compreende um sensor de posição e em que analisar o sinal processado compreende determinar coordenadas da extremidade distal da sonda.

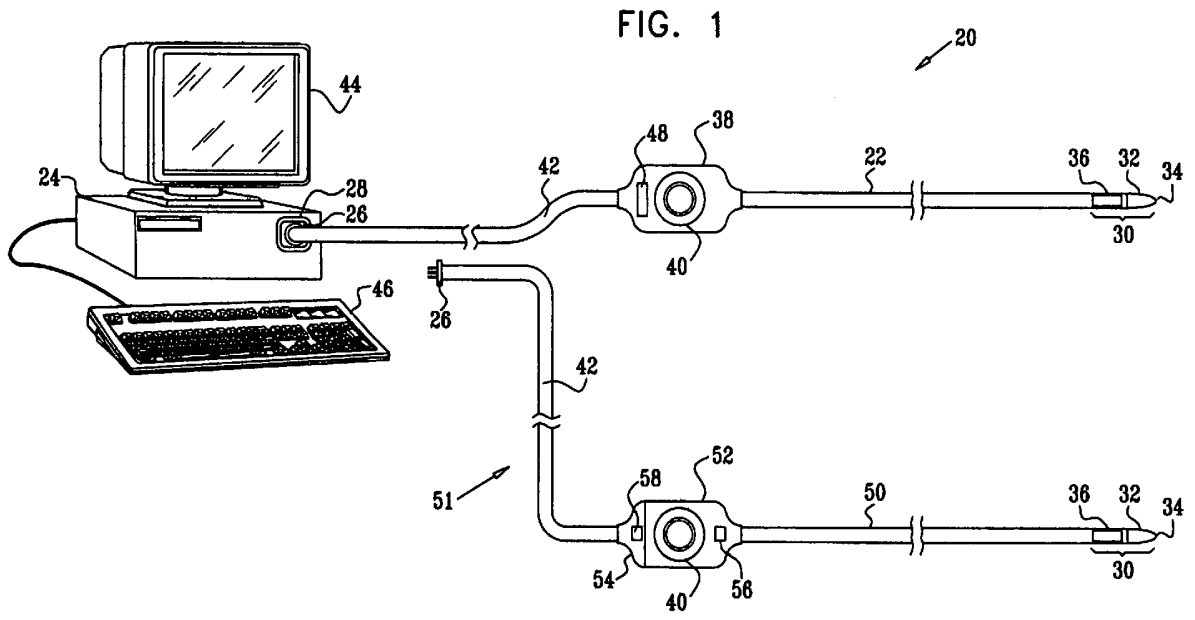
11. Método de acordo com a reivindicação 10, em que o sensor de posição serve para gerar o sinal de sensor em resposta a um campo magnético aplicado.
12. Método de acordo com a reivindicação 9, em que a sonda compreende um cateter para inserção no interior de um coração do indivíduo.
13. Método de acordo com a reivindicação 9, em que a sonda é um primeiro tipo de sonda e o sinal processado é um primeiro sinal processado, e em que a consola pode funcionar ainda em conjunção com um segundo tipo de sonda, que é adaptada para se engatar no quarto conector e para transmitir, pelo menos, um segundo sinal processado ao quarto conector, e que inclui um circuito de memória, que armazena terceiros dados de calibração num espaço de endereçamento predeterminado, que é acedido pelos circuitos de análise de sinal quando analisa o segundo sinal processado, e

em que calcular os dados combinados de calibração compreende colocar os dados combinados de calibração no espaço de endereçamento predeterminado para ser lido pelos circuitos de processamento.
14. Método de acordo com a reivindicação 13, em que a consola pode funcionar em conjunção com o primeiro e segundo tipos de sonda sem modificação de hardware ou software de acordo com o tipo de sonda.
15. Método de acordo com a reivindicação 9, em que os primeiros dados de calibração são indicativos de uma sensibilidade do sensor e de um desvio de fase introduzido pela sonda e em

que o circuito de processamento de sinal compreende um amplificador, e os segundos dados de calibração são indicativos de um ganho do amplificador e de um segundo desvio de fase introduzido pelo amplificador.

16. Método de acordo com a reivindicação 9, em que ligar o primeiro conector ao segundo conector compreende blindar, pelo menos, o primeiro e segundo conectores contra interferência magnética.

Lisboa, 25 de Novembro de 2008



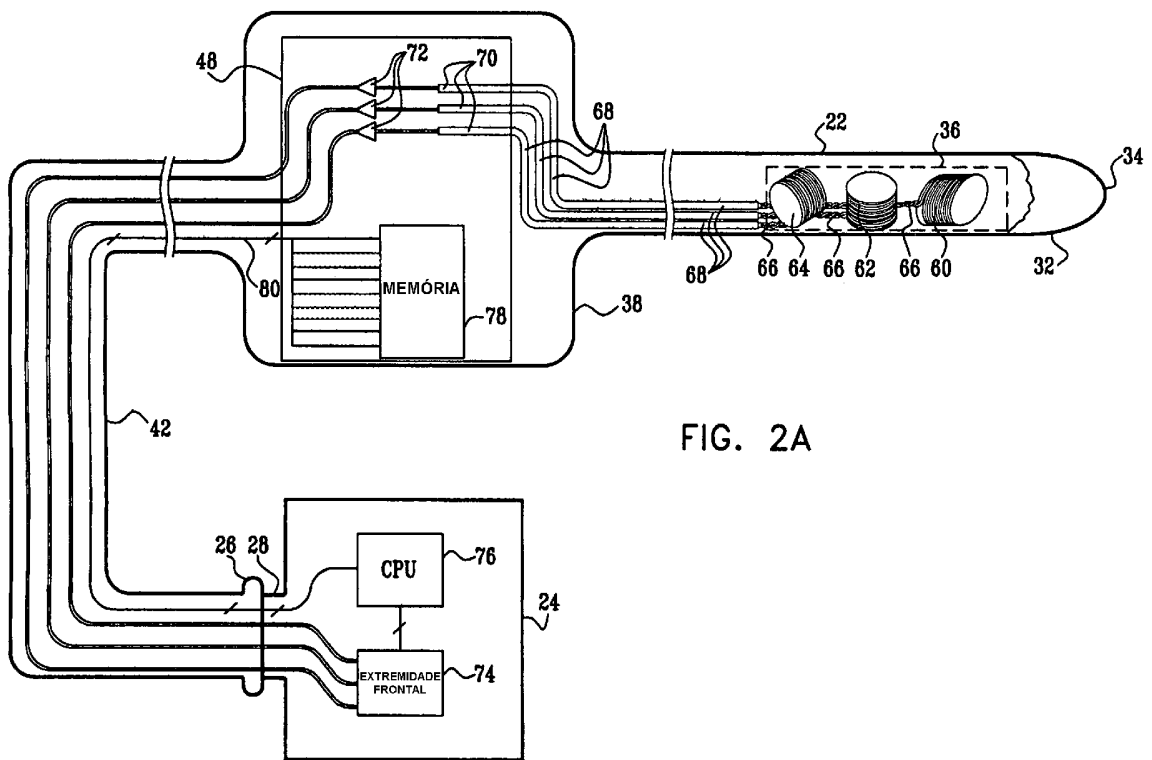


FIG. 2A

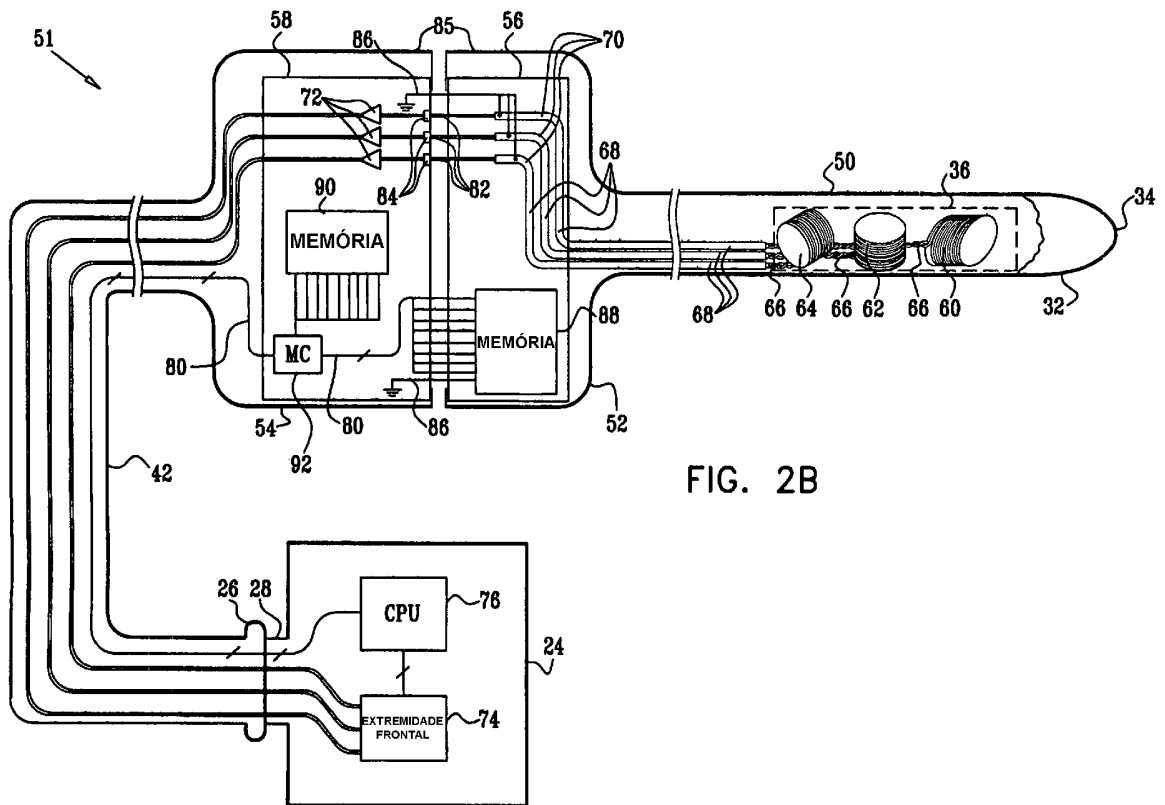
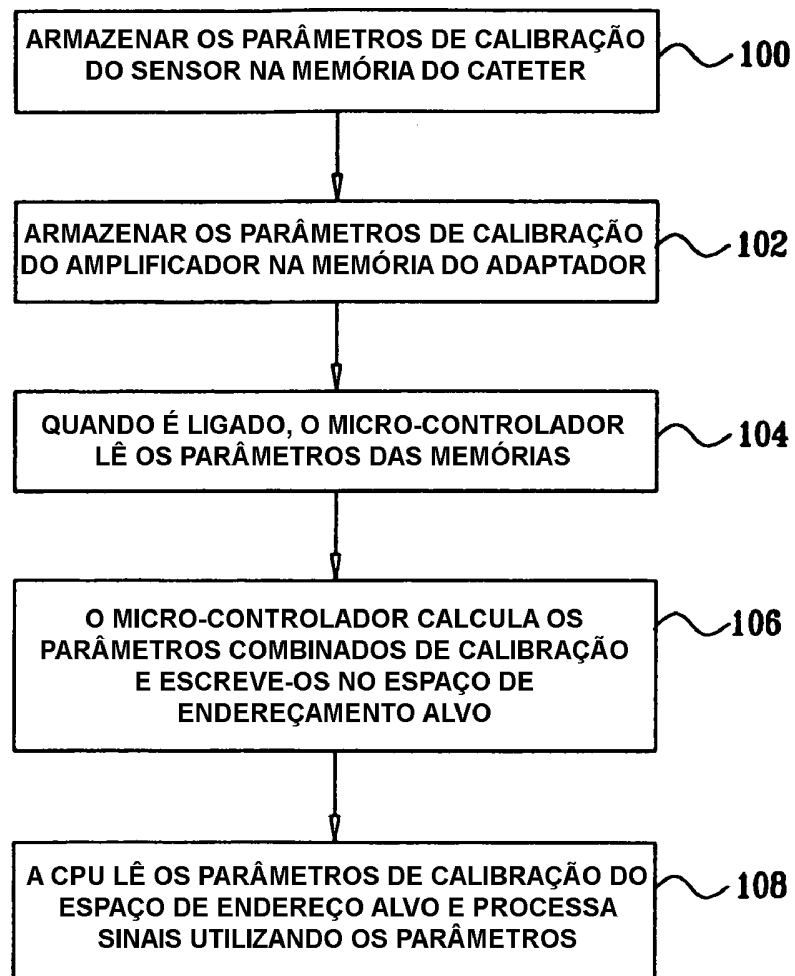


FIG. 2B

FIG. 3



RESUMO

"CALIBRAÇÃO DE SONDAS MÉDICAS EM DUAS ETAPAS"

Uma sonda para inserção no interior do corpo de um indivíduo inclui um sensor, um primeiro micro-circuito, que armazena primeiros dados de calibração referentes ao sensor, e um primeiro conector na extremidade proximal da sonda. Um adaptador de sonda inclui um segundo conector, que se engata no primeiro conector, um circuito de processamento de sinal, que processa o sinal do sensor, e um segundo micro-circuito, que armazena segundos dados de calibração referentes ao circuito de processamento de sinal. Um micro-controlador no adaptador recebe os primeiros e segundos dados de calibração e calcula dados combinados de calibração. O adaptador inclui um terceiro conector que se engata num quarto conector numa consola. A consola inclui circuitos de análise de sinal, que analisam o sinal processado utilizando os dados combinados de calibração providenciados pelo adaptador da sonda.