



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

(11) PI 0822970-8 B1



(22) Data do Depósito: 30/07/2008

(45) Data de Concessão: 06/10/2020

(54) Título: PROCESSADOR DE SINAL, SISTEMA DE CIRCUITO DE BARRAMENTO, E, MÉTODO PARA TRANSMITIR SINAIS A PARTIR DE UM GERADOR DE SINAL ANALÓGICO PARA UM RECEPTOR DE SINAL ANALÓGICO

(51) Int.Cl.: H04B 10/80.

(52) CPC: H04B 10/802.

(73) Titular(es): MICRO MOTION, INC..

(72) Inventor(es): LINDEMANN, STIG; NIELSEN, MADS KOLDING.

(86) Pedido PCT: PCT US2008071564 de 30/07/2008

(87) Publicação PCT: WO 2010/014085 de 04/02/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/01/2011

(57) Resumo: PROCESSADOR DE SINAL, SISTEMA DE CIRCUITO DE BARRAMENTO, E, MÉTODO PARA TRANSMITIR SINAIS A PARTIR DE UM GERADOR DE SINAL ANALÓGICO PARA UM RECEPTOR DE SINAL ANALÓGICO Um processador de sinal (30) é provido. O processador de sinal (30) é configurado para receber um primeiro sinal analógico e converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital. O sinal digital é transmitido através de uma barreira elétrica e convertido em um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala. O sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala é então convertido em um segundo sinal analógico colocado em escala, que é gerado em saída pelo processador de sinal (30).

“PROCESSADOR DE SINAL, SISTEMA DE CIRCUITO DE BARRAMENTO, E, MÉTODO PARA TRANSMITIR SINAIS A PARTIR DE UM GERADOR DE SINAL ANALÓGICO PARA UM RECEPTOR DE SINAL ANALÓGICO”

5 CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um processador de sinal, e mais particularmente, a um processador de sinal com um sinal analógico colocado em escala.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Alguns circuitos elétricos requerem transmissão de dados entre instrumentos elétricos que são eletricamente isolados um do outro. Um exemplo é quando instrumentos elétricos são acoplados a um circuito de barramento. Porque os circuitos de barramento proporcionam comunicação entre instrumentos elétricos além de energia, um problema pode existir se o

15 sinal codificando esquemas entre o instrumento elétrico e o circuito de barramento não são substancialmente iguais. Instrumentos elétricos utilizando circuitos de barramento, como um circuito de barramento de duas linhas recebem energia e se comunicam através do circuito de barramento usando sinais analógicos por controle ou da voltagem ou da solicitação de corrente. O

20 primeiro sinal analógico é então convertido em um sinal digital, processado, convertido de volta a um segundo sinal analógico, e transmitido a outro instrumento ou um sistema hospedeiro. Este método de se comunicar é adequado desde que o primeiro e segundo sinais ocorram com base na mesma escala. Tipicamente, em um circuito de barramento de duas linhas, o

25 instrumento varia a corrente entre aproximadamente 4-20mA, onde 4mA corresponde a um valor mínimo e 20mA corresponde a um valor máximo. Um problema pode surgir, no entanto, se um dos instrumentos elétricos estiver operando em uma faixa de corrente diferente, por exemplo, se o sinal analógico

é limitado a entre aproximadamente 12-20mA. Usando esta faixa de corrente, 12mA deve corresponder a um valor mínimo e 20mA deve corresponder a um valor máximo. Um erro pode ocorrer se o sinal analógico recebido a partir do instrumento elétrico operando em uma escala de 12-20mA é enviado a um
5 instrumento elétrico operando em uma escala de 4-20mA.

Este erro pode ser composto em situações onde os instrumentos são eletricamente isolados um do outro. Apesar de existirem várias configurações capazes de tal transmissão de dados, uma configuração comum utiliza circuitos opticamente acoplados. Tipicamente, um instrumento do
10 circuito opticamente acoplado gera um primeiro sinal de dados analógicos, que é convertido em um sinal digital usando um conversor analógico-para-digital. O sinal digital pode compreender um valor de corrente de bits em série, que é transmitido usando um optoacoplador.

Um problema com os circuitos opticamente acoplados da técnica
15 anterior é que eles são limitados em sua capacidade de colocar em escala o primeiro sinal para acomodar instrumentos utilizando diferente sinalização. Em outras palavras, o sinal transmitido geralmente corresponde à codificação do primeiro sinal analógico e não à codificação do segundo sinal analógico. Isto pode ser aceitável em situações limitadas; no entanto, pode ser desejado colocar
20 em escala o primeiro sinal para acomodar um processo de sinal diferente. Por exemplo, se um dos instrumentos é opticamente acoplado a um circuito de barramento que opera em uma escala diferente do próprio instrumento, pode ser necessário colocar em escala o primeiro sinal para corresponder ao segundo sinal. A escala de contagem pode compreender qualquer modo de colocação em
25 escala linear ou não linear para o sinal de modo que o sinal muda para acomodar a codificação da saída do sinal analógico correspondendo a outro instrumento elétrico. Assim, a técnica anterior limita os primeiros sinais disponíveis para o instrumento e assim, limita as capacidades do instrumento

elétrico.

A presente invenção supera este e outros problemas e um avanço na técnica é alcançado realizando uma escala de tempo de execução da corrente de bits a fim de prover um segundo sinal preciso em situações onde a primeira
5 sinalização não corresponde substancialmente com a segunda sinalização.

ASPECTOS

De acordo com um aspecto da invenção, um processador de sinal é configurado para:

- receber um primeiro sinal analógico;
- 10 converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital;
- transmitir o sinal digital através de uma barreira elétrica;
- gerar um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala com base no sinal digital; e
- converter o sinal de modulação por largura de pulso colocado em
15 escala em um segundo sinal analógico.

Preferivelmente, a barreira elétrica compreende um optoacoplador.

- Preferivelmente, o processador de sinal é ainda configurado para colocar em escala o sinal de modulação por largura de pulso com base em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico utilizado por um
20 instrumento de barramento acoplado a uma entrada do processador de sinal e uma codificação do segundo sinal analógico utilizado por um circuito de barramento acoplado a uma saída do processador de sinal.

Preferivelmente, o sinal digital compreende uma corrente de bits em série.

- 25 De acordo com outro aspecto da invenção, um sistema de circuito de barramento incluindo um instrumento de barramento eletricamente isolado de um circuito de barramento com um processador de sinal compreende:

um conversor analógico-para-digital adaptado para converter um

primeiro sinal analógico recebido pelo instrumento de barramento em um sinal digital;

um transmissor de sinal adaptado para transmitir o sinal digital para escalas de contagem de sinal;

- 5 em que a escala de contagem de sinal é adaptada para converter o sinal digital em um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala e converter o sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala em um segundo sinal analógico colocado em escala.

10 Preferivelmente, o transmissor de sinal compreende um optoacoplador adaptado para eletricamente isolar o instrumento de barramento do circuito de barramento.

Preferivelmente, uma codificação do primeiro sinal analógico é diferente de uma codificação do segundo sinal analógico.

15 De acordo com outro aspecto da invenção, um processador de sinal é configurado para:

receber um primeiro sinal analógico;

converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital;

gerar um sinal de modulação por largura de pulso com base no sinal digital;

20 transmitir o sinal de modulação por largura de pulso através de uma barreira elétrica; e

converter o sinal de modulação por largura de pulso em um segundo sinal analógico colocado em escala.

25 Preferivelmente, o processador de sinal é ainda configurado para colocar em escala o sinal digital com base em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico utilizado por um instrumento de barramento acoplado a uma entrada do processador de sinal e uma codificação do segundo sinal analógico utilizado por um circuito de barramento acoplado a

uma saída do processador de sinal.

De acordo com outro aspecto da invenção, um método para transmitir sinais a partir de um gerador de sinal analógico para um receptor de sinal analógico, compreende as etapas de:

- 5 gerar um primeiro sinal analógico;
- converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital;
- transmitir o sinal digital através de uma barreira elétrica;
- gerar um sinal de modulação por largura de pulso colocado em
- escala com base no sinal digital; e
- 10 converter o sinal de modulação por largura de pulso colocado em
- escala em um segundo sinal analógico colocado em escala.

Preferivelmente, o método ainda compreende usar um optoacoplador para transmitir o sinal digital.

- 15 Preferivelmente, o segundo sinal analógico colocado em escala é
- com base em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico
- utilizado pelo gerador de sinal analógico e uma codificação do segundo sinal
- analógico utilizado pelo receptor de sinal analógico.

- 20 De acordo com outro aspecto da invenção, um método para
- transmitir sinais a partir de um gerador de sinal analógico para um receptor de
- sinal analógico, compreende as etapas de:

- receber um primeiro sinal analógico;
- converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital;
- gerar um sinal de modulação por largura de pulso com base no
- sinal digital;
- 25 transmitir o sinal de modulação por largura de pulso através de
- uma barreira elétrica; e
- converter o sinal de modulação por largura de pulso em um
- segundo sinal analógico colocado em escala.

Preferivelmente, o método ainda compreende usar um optoacoplador para transmitir o sinal digital.

Preferivelmente, o segundo sinal analógico colocado em escala é com base em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico utilizado pelo gerador de sinal analógico e uma codificação do segundo sinal analógico utilizado pelo receptor de sinal analógico.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

FIG. 1 mostra um sistema de circuito de barramento de acordo com uma forma de realização da invenção.

FIG. 2 mostra um processador de sinal de acordo com uma forma de realização da invenção.

FIG. 3 mostra um algoritmo efetuado pela escala de contagem de sinal de acordo com uma forma de realização da invenção.

FIG. 4 mostra o processador de sinal de acordo com outra forma de realização da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

FIGS. 1 – 4 e a seguinte descrição mostram exemplos específicos para ensinar aos versados na técnica como fazer e usar o melhor modo da invenção. Para o fim de ensinar os princípios inventivos, alguns aspectos convencionais foram simplificados ou omitidos. Os versados na arte irão apreciar variações destes exemplos que estão dentro do escopo da invenção. Os versados na arte irão apreciar que os aspectos descritos abaixo podem ser combinados em vários modos para formar variações múltiplas da invenção. Como um resultado, a invenção não é limitada aos exemplos específicos descritos abaixo, mas somente pelas reivindicações e seus equivalentes.

FIG. 1 mostra um sistema de circuito de barramento 100 de acordo com uma forma de realização da invenção. O circuito de barramento 100 inclui um sistema hospedeiro 1, um circuito de barramento 4, um instrumento de

barramento 10, e um processador de sinal 30 acoplando o instrumento de barramento 10 para o circuito de barramento 4. O sistema hospedeiro 1 gera uma voltagem de circuito V_L e uma corrente de circuito I_L sobre o circuito de barramento 4. O sistema hospedeiro 1 pode compreender uma unidade de controle central, uma CPU, ou algum outro sistema de processamento usado para processar os sinais recebidos sobre o circuito de barramento 4. De acordo com uma forma de realização da invenção, o circuito de barramento 4 compreende um circuito de barramento de duas linhas 4. No entanto, deve ser entendido que o circuito de barramento 4 não precisa compreender um circuito de barramento de duas linhas.

O instrumento de barramento 10 pode incluir qualquer modo de sensor ou medidor, como um medidor de fluxo. Em formas de realização onde o instrumento de barramento 10 inclui um medidor de fluxo, o medidor de fluxo pode compreender um medidor de fluxo vibratório, como um medidor de fluxo Coriolis ou um densitômetro. Como mostrado na FIG. 1, o instrumento de barramento 10 inclui um sensor 13 e eletrônica do instrumento de barramento 20. A eletrônica do instrumento de barramento 20 pode compreender qualquer modo de CPU, sistema de processamento, ou micro-sistema de processamento. De acordo com uma forma de realização da invenção, o sensor 13 é configurado para gerar primeiros sinais analógicos e inserir os primeiros sinais analógicos para a eletrônica do instrumento de barramento 20. A eletrônica do instrumento de barramento 20 pode gerar segundos sinais analógicos que estão na forma de uma corrente de circuito variável I_L fluindo no circuito de barramento 4. O instrumento de barramento 10 pode ser configurado para extrair uma quantidade pré-determinada ou limitada de potência quando em uso com o barramento de duas linhas 4. Devido ao protocolo de comunicação de medição e as limitações de potência construída dentro do sistema de circuito de barramento 100, o instrumento de

barramento 10 pode ser isolado do circuito de barramento de duas linhas 4 usando um processador de sinal 30. Em algumas formas de realização, o processador de sinal 30 pode compreender uma barreira intrinsecamente segura (I.S.) (linha tracejada).

5 O isolamento limita a potência elétrica que o instrumento de barramento 10 pode extrair do circuito de barramento de duas linhas 4 e o sistema hospedeiro 1. O isolamento evita dano ao circuito de barramento de duas linhas 4 e do sistema hospedeiro 1 quando do evento de uma falha catastrófica do instrumento de barramento 10. Além disso, o isolamento limita
10 a transferência da potência elétrica através da barreira I.S. a fim de eliminar um perigo de explosão e evitar a ignição de qualquer material explosivo ou inflamável no meio ambiente do instrumento de barramento 10.

FIG. 2 mostra maiores detalhes de um aspecto do isolamento do processador de sinal 30. O processador de sinal é mostrado como recebendo um
15 primeiro sinal analógico a partir do instrumento de barramento 10. No entanto, deve ser entendido que o primeiro sinal analógico não precisa se originar a partir do instrumento de barramento 10, mas, ao contrário, o processador de sinal 30 pode ser utilizado em outros meios ambientes onde o processamento do sinal analógico é requerido. O sinal analógico recebido a partir do
20 instrumento de barramento 10 sobre os fios 220 são recebidos por um conversor analógico para digital 240 onde os sinais são digitalizados. De acordo com uma forma de realização da invenção, o conversor analógico-para-digital 240 compreende um conversor delta sigma, que converte o sinal analógico em uma corrente de bits em série. No entanto, deve ser entendido que
25 outros conversores analógico-para-digital podem ser usados e o conversor analógico-para-digital particular usado não deve limitar o escopo da invenção.

De acordo com uma forma de realização da invenção, o processador de sinal 30 inclui um optoacoplador 115 que é conectado entre o

circuito de barramento de duas linhas 4 e o conversor analógico-para-digital 240. O optoacoplador 115 também pode ser referido como um opto-isolador, acoplador óptico, ou fotoacoplador. O optoacoplador 115 eletricamente isola o instrumento de barramento 10 a partir do sistema hospedeiro 1.

5 Consequentemente, o instrumento de barramento 10 não pode curto-circuitar o circuito de barramento de duas linhas 4. Além disso, falha catastrófica do instrumento de barramento 10 não pode puxar uma corrente excessiva a partir do sistema hospedeiro 1. O optoacoplador 115 compreende uma fonte luminosa do transmissor 122 e uma fonte luminosa do receptor 123. As fontes luminosas

10 do transmissor e do receptor 122, 123 podem compreender qualquer modo de componentes eletrônicos reativos a luz, incluindo fontes luminosas do transmissor e do receptor a laser, fonte luminosa dos transmissores e receptores LED, fontes luminosas do transmissor e do receptor a laser LED e, etc.

A fonte luminosa do transmissor 122 e a fonte luminosa do

15 receptor 123 são comumente formadas adjacentes a cada outra em que a luz gerada pela fonte luminosa do transmissor 122 é diretamente recebida pela fonte luminosa do receptor 123. Em outras formas de realização, a fonte luminosa do transmissor 122 e a fonte luminosa do receptor 123 são separadas por algum dispositivo óptico, como um cabo de fibra óptica, por exemplo. Em

20 algumas formas de realização, os dois componentes são formados em um único pacote, como mostrado na FIG. 2. No entanto, deve ser entendido que em outras formas de realização a fonte luminosa do transmissor 122 e a fonte luminosa do receptor 123 podem compreender componentes separados.

A fonte luminosa do transmissor 122 gera um sinal codificado por

25 luz que compreende uma conversão da corrente elétrica em luz emitida. A fonte luminosa do receptor 123 recebe o sinal codificado por luz e converte a luz recebida de volta em um sinal elétrico que é substancialmente idêntico ao sinal elétrico original na fonte luminosa do transmissor 122. O optoacoplador 115 é

assim bem apropriado para transferir sinais digitais.

Na forma de realização mostrada em FIG. 2, o instrumento de barramento 10 gera um primeiro sinal analógico, que é enviado para o conversor analógico-para-digital 240. O conversor analógico-para-digital 240 gera uma saída de sinal digital. O sinal digital é recebido pela fonte luminosa do transmissor 122 e enviado para a fonte luminosa do receptor 123. A fonte luminosa do receptor 123 pode então transmitir o sinal recebido em uma escala de contagem de sinal 250.

A escala de contagem de sinal 250 pode processar os sinais digitais, que podem estar na forma de uma corrente de bits em série, por exemplo, e converter o sinal digital em um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala (PWM). O sinal PWM pode então ser convertido em um segundo sinal analógico e gerado em saída para o circuito de barramento 4. De acordo com uma forma de realização da invenção, a escala de contagem de sinal 250 é configurada para colocar em escala a corrente de bits entrando a partir da fonte luminosa do receptor 123. A escala de contagem pode compreender qualquer modo de escala linear ou não linear. A escala de contagem pode ocorrer antes ou durante a conversão do sinal digital no sinal de modulação por largura de pulso. Em outras formas de realização, a escala de contagem pode ocorrer após a conversão do sinal digital em um sinal de modulação por largura de pulso. Isto pode ajudar em situações onde o processador de sinal está recebendo os primeiros sinais analógicos que são codificados diferentes da codificação usada pelo circuito de barramento 4. Por exemplo, em uma situação onde o processador de sinal 30 é acoplado a um instrumento de barramento 10, como um medidor de fluxo, que envia sinais com base em 12-20mA onde 12mA representa fluxo zero e 20mA representa fluxo máximo, mas o circuito de barramento 4 compreende um barramento de duas linhas operando em uma escala de 4-20mA onde 4mA representa fluxo

zero e 20mA representa fluxo máximo. Sem colocação em escala da corrente de bits, o segundo sinal analógico deve representar sinais analógicos na faixa de 12-20mA. O segundo sinal analógico deve representar o fluxo no sistema quando de fato existe um fluxo zero. Assim, sem colocação em escala da corrente de bits, um erro pode ser propagado através do sistema. Deve ser entendido que os valores particulares usados acima são apenas dados como um exemplo e não devem limitar o escopo da invenção como os valores particulares podem variar dependendo da implementação específica.

A escala de contagem de sinal 250 de acordo com uma forma de realização da invenção gera o sinal de modulação por largura de pulso enquanto simultaneamente colocando em escala a corrente de bits entrando. A escala de contagem de sinal de acordo com a presente invenção pode colocar em escala o sinal de modulação por largura de pulso com base em uma diferença na codificação do sinal usado pelo instrumento de barramento 10 e o circuito de barramento 4. Assim, a escala efetuada pela escala de contagem de sinal 250 pode compreender a colocação em escala do sinal de modulação por largura de pulso a fim de acomodar a escala de sinal usada pelo sistema hospedeiro 1. De acordo com uma forma de realização da invenção, a escala de contagem de sinal 250 pode colocar em escala o sinal de modulação por largura de pulso para acomodar uma variedade de instrumentos de barramento 10.

De acordo com uma forma de realização da invenção, a escala de contagem de sinal 250 gera a colocação em escala do sinal PWM com base em equações que representam uma lógica '0' ou uma lógica '1' na corrente de bits. Exemplos de equações são mostrados como equação 1 e equação 2 abaixo. Deve ser notado que equações 1 e 2 são apenas exemplos e outras equações podem ser utilizadas para gerar o sinal de modulação por largura de pulso sem sair do escopo da invenção.

$$A = \frac{R_2 * Dig_{Per}}{V_{ref-2}} * \left(\frac{I_{2-0\%}}{1000} * \frac{1-m_2}{m_1-m_2} - \frac{I_{2-100\%}}{1000} * \frac{1-m_1}{m_1-m_2} \right) \quad (1)$$

$$B = \frac{R_2 * Dig_{Per}}{V_{ref-2}} * \left(\frac{I_{2-100\%}}{1000} * \frac{m_1}{m_1-m_2} - \frac{I_{2-0\%}}{1000} * \frac{m_2}{m_1-m_2} \right) \quad (2)$$

em que:

$$m_1 = \frac{I_{1-100\%}}{1000} * \frac{R_1 * Dig_{Per}}{V_{ref-1} * Dig_{FB}} - \frac{Dig_{off-1}}{Dig_{FB-1}} \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{I_{1-100\%}}{1000} * \frac{R_1 * Dig_{Per}}{V_{ref-1} * Dig_{FB-1}} - \frac{Dig_{off-1}}{Dig_{FB-1}} \quad (4)$$

e onde as constantes são:

R_1 = primeira impedância

R_2 = segunda impedância

V_{ref-1} = primeira voltagem de referência

10 V_{ref-2} = segunda voltagem de referência

Dig_{off-1} = primeiro desvio digital

Dig_{per} = tempo periódico

Dig_{FB-1} = valor de realimentação

I_1 = primeira corrente

15 I_2 = segunda corrente

Deve ser notado que equações 1 e 2 podem ser ajustadas por mudança das constantes usadas nas equações. As constantes podem ser mudadas a fim de colocar em escala o sinal de modulação por largura de pulso para acomodar diferenças entre o primeiro e segundo sinal analógico. Especificamente, as constantes podem ser mudadas para acomodar mudanças entre a codificação do sinal da primeira corrente e da segunda corrente. As equações são com base no comportamento físico do sistema. Em formas de realização onde o sistema hospedeiro 1 é acoplado a um barramento de duas linhas 4 operando entre aproximadamente 4–20mA, a segunda corrente I_2 de aproximadamente 4mA corresponde a 0% enquanto o valor da segunda corrente de aproximadamente 20mA corresponde a 100%. Os valores da

primeira corrente I_1 podem ser iguais que os da segunda, isto é, 4mA–20mA, ou podem estar uma escala diferente, por exemplo, 12mA–20mA. Assim, em formas de realização onde a primeira escala e a segunda escala são diferentes, os valores constantes podem ser ajustados para compensar a diferença e assim

5 gerar um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala correspondendo à sinalização analógica usada pelo circuito de barramento 4.

Além disso, para ajustar as constantes para acomodar as diferenças entre a primeira e segunda sinalização, as constantes também podem ser ajustadas para se acomodar a diferentes instrumentos de barramento. Assim,

10 mesmo se o instrumento de barramento 10 e o sistema hospedeiro 1 utilizem a mesma sinalização, a escala de contagem de sinal 250 pode colocar em escala o sinal para ajustar o sinal para diferenças entre os sensores 13. Assim, o mesmo processador de sinal 30 pode ser usado com sensores múltiplos em meios ambientes múltiplos simplesmente por mudança da entrada de constantes nas

15 equações 1 e 2. As constantes podem estar em uma forma de uma tabela de consulta, armazenadas em um sistema de armazenamento interno ou externo do processador de sinal 30, ou inseridas manualmente pelo usuário/operador.

Uma vez que a escala de contagem de sinal 250 gera o sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala com base na corrente de

20 bits, o sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala é convertido em um segundo sinal analógico que corresponde à sinalização analógica usada pelo sistema hospedeiro 1. Deve ser notado que o sistema hospedeiro 1 não é solicitado a realizar qualquer colocação em escala adicional do sinal. Ao contrário, qualquer colocação em escala requerida do sinal já é realizada pela

25 escala de contagem de sinal 250.

FIG. 3 mostra um algoritmo 300 efetuado pela escala de contagem de sinal 250 de acordo com uma forma de realização da invenção. O algoritmo inicia na etapa 301 onde a corrente de bits é recebida a partir do optoacoplador

115. Se o valor da corrente de bits é igual a 1, o algoritmo se movimenta para a etapa 302 onde o valor da largura de pulso é calculado por adição de um valor 'A' a partir da equação 1 para um acumulador (não mostrado) da escala de contagem de sinal 250. Se, por outro lado, o valor da corrente de bits é igual a 0, o algoritmo se movimenta para a etapa 303 onde o valor da largura de pulso é calculado por adição de um valor 'B' a partir da equação 2 para o acumulador. Assim, o acumulador gera o sinal de modulação por largura de pulso com base no número dos valores de 'A' e 'B' na corrente de bits. O sinal PWM colocado em escala pode então ser gerado em saída na etapa 404. Uma vez que o sinal é enviado, o algoritmo retorna à etapa 301. Com base nos valores "A" e "B", a escala de contagem de sinal 250 pode gerar um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala que corresponde à codificação do segundo sinal analógico em vez da codificação do primeiro sinal analógico. Assim, quando a escala de contagem de sinal 250 converte o sinal de modulação por largura de pulso no segundo sinal analógico, o valor corrigido é representado no segundo sinal analógico. Assim, mesmo se o instrumento de barramento 10 está operando em uma escala 12-20mA, o sinal de modulação por largura de pulso gerado corresponde à escala 4-20mA usada pelo sistema hospedeiro 1 e o circuito de barramento 4. A escala de contagem substancialmente evita a ocorrência de um erro devido a uma diferença em sinalização entre o instrumento de barramento 10 e o sistema hospedeiro 1.

FIG. 4 mostra o processador de sinal 30 de acordo com outra forma de realização da invenção. O processador de sinal 30 mostrado em FIG. 4 é configurado para receber um primeiro sinal analógico, converter o sinal analógico em uma representação digital, gerar um sinal PWM com base no sinal digital, transmitir o sinal PWM através do optoacoplador, colocar em escala o sinal PWM usando um decodificador de PWM 442, e converter o sinal colocado em escala de volta em um segundo sinal analógico, em que o primeiro

e o segundo sinal analógico podem ou não compreender o mesmo valor. Além dos componentes mostrados em FIG. 2, o processador de sinal 30 da FIG. 5 também inclui um gerador de largura de pulso 241 e um decodificador de largura de pulso 242. De acordo com uma forma de realização da invenção, o gerador de largura de pulso 241 gera um sinal PWM com base na corrente de bits em série recebida a partir do conversor analógico-para-digital 240. O sinal PWM pode ser então transmitido via o optoacoplador 115. De acordo com uma forma de realização da invenção, o decodificador de largura de pulso 242 coloca em escala o sinal PWM recebido a partir da fonte luminosa do receptor 123 em um sinal utilizável pelo circuito de barramento 4. O sinal PWM colocado em escala pode ser então convertido em um segundo sinal analógico e gerar saída para o circuito de barramento 4. Isto está em contraste para o processador de sinal mostrado em FIG. 2, que coloca em escala o sinal enquanto gerando o sinal PWM. Assim, o processador de sinal 30 da FIG. 4 requer uma etapa adicional ao requerer o decodificador de largura de pulso 242 para colocar em escala o sinal PWM. Deve ser apreciado, no entanto, que no todo, o processador de sinal 30 da FIG. 4 é ainda capaz de colocar em escala um sinal antes de gerar uma saída do mesmo para o circuito de barramento 4. Assim, o instrumento de barramento 10 e o sistema hospedeiro 1 podem ainda operar usando diferentes sinalizações ou diferentes escalas.

De acordo com outra forma de realização da invenção, o gerador de largura de pulso 241 coloca em escala o sinal PWM como descrito acima antes de enviar o sinal para o optoacoplador 115. Assim, o decodificador de largura de pulso 242 somente precisa converter o sinal PWM colocado em escala em um segundo sinal analógico antes de gerar a saída do sinal para o circuito de barramento 4.

Apesar da descrição acima ter descrito o processador de sinal 30 como compreendendo um componente separado do instrumento de barramento

10, deve ser entendido que em algumas formas de realização, o processador de sinal 30 compreende um componente integrante do instrumento de barramento 10. Assim, de acordo com uma forma de realização da invenção, a eletrônica do instrumento de barramento 20 pode gerar um sinal PWM colocado em escala e converter o sinal PWM colocado em escala em um segundo sinal analógico antes de gerar a saída do sinal. Além disso, apesar da descrição acima ter discutido o processador de sinal 30 em combinação com um instrumento de barramento 10, deve ser notado que a escala de contagem que ocorre dentro do processador de sinal 30 é igualmente aplicável a qualquer sinal analógico de entrada. Além disso, o processador de sinal 30 não precisa ser conectado a um circuito de barramento 4. A discussão da invenção em relação a estes componentes é apenas com o intuito de ajudar na compreensão da invenção e não deve de nenhum modo limitar o escopo da invenção.

A invenção reivindicada como descrito acima provê um sistema de processamento de sinal 100 capaz de transmitir um sinal entre dois ou mais sistemas de circuito que podem estar operando sob diferentes esquemas de codificação. O sistema de processamento de sinal 100 é configurado para colocar em escala o sinal digital de entrada em um sinal que corresponde ao esquema de codificação do segundo sinal analógico em vez do primeiro sinal analógico. Assim, o sinal digital distribuído pode ser convertido de volta em um sinal analógico sem outro processamento.

As descrições detalhadas das formas acima de realização não são descrições exaustivas de todas as formas de realização contempladas pelos inventores como estando no escopo da invenção. De fato, os versados irão reconhecer que alguns elementos das formas de realização acima descritas podem ser combinados ou eliminados de modo variado para criar outras formas de realização, e estas outras formas de realização estão dentro do escopo e ensinamentos da invenção. Será também evidente para os versados na técnica

que as formas de realização acima descritas podem ser combinadas no todo ou em parte para criar formas de realização adicionais dentro do escopo e ensinamentos da invenção.

Assim, apesar de formas de realização específicas de, e exemplos para, a invenção serem descritas aqui para fins ilustrativos, várias modificações equivalentes são possíveis dentro do escopo da invenção, como os versado na técnica relevante irão reconhecer. Os ensinamentos dados aqui podem ser aplicados a outra eletrônica de circuito de barramento, e não apenas às formas de realização descritas acima e mostradas nas figuras anexas. Assim, o escopo da invenção deve ser determinado a partir das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Processador de sinal (30) tendo uma entrada e uma saída, o processador de sinal (30) sendo configurado para:

receber um primeiro sinal analógico na entrada do processador de sinal (30);

converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital;

transmitir o sinal digital através de uma barreira elétrica;

caracterizado pelo fato do processador de sinal ser configurado para:

gerar um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala com base no sinal digital baseado em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico e uma codificação do segundo sinal analógico;

converter o sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala em um segundo sinal analógico; e

retirar o segundo sinal analógico através da saída do processador de sinal (30).

2. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira elétrica compreende um optoacoplador (115).

3. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a codificação do primeiro sinal analógico é utilizada por um instrumento de barramento (10) acoplado à entrada do processador de sinal (30) e a codificação do segundo sinal analógico é utilizada por um circuito de barramento (4) acoplado à saída do processador de sinal (30).

4. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal digital compreende uma corrente de bits

em série.

5. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender:

um conversor analógico-para-digital (240) adaptado para converter o primeiro sinal analógico recebido por um instrumento de barramento (10) eletricamente isolado de um circuito de barramento (4) pelo processador de sinal (30) no sinal digital; e

um transmissor de sinal (115) adaptado para transmitir o sinal digital a uma escala de contagem de sinal (250);

em que a escala de contagem de sinal (250) é adaptada para converter o sinal digital em um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala e converter o sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala em um segundo sinal analógico colocado em escala.

6. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o transmissor de sinal (115) compreende um optoacoplador adaptado para eletricamente isolar o instrumento de barramento (10) do circuito de barramento (4).

7. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma codificação do primeiro sinal analógico é diferente de uma codificação do segundo sinal analógico.

8. Processador de sinal (30) tendo uma entrada e uma saída, o processador de sinal (30) sendo configurado para:

receber um primeiro sinal analógico na entrada do processador de sinal (30);

converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital;

gerar um sinal de modulação por largura de pulso com base no sinal digital;

transmitir o sinal de modulação por largura de pulso através de

uma barreira elétrica; e

caracterizado pelo fato do processador de sinal (30) ser configurado para:

converter o sinal de modulação por largura de pulso em um segundo sinal analógico colocado em escala baseado em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico e uma codificação do segundo sinal analógico; e

retirar o segundo sinal analógico colocado em escala através da saída do processador de sinal (30).

9. Processador de sinal (30) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a codificação do primeiro sinal analógico é utilizada por um instrumento de barramento (10) acoplado à entrada do processador de sinal (30) e a codificação do segundo sinal analógico é utilizada por um circuito de barramento (4) acoplado à saída do processador de sinal (30).

10. Método para transmitir sinais a partir de um gerador de sinal analógico para um receptor de sinal analógico compreendendo as etapas de:

gerar um primeiro sinal analógico;

receber o primeiro sinal analógico em uma entrada de um processador de sinal;

converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital utilizando o processador de sinal;

transmitir o sinal digital através de uma barreira elétrica;

caracterizado pelo fato de compreender ainda

gerar um sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala com base no sinal digital baseado em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico e uma codificação do segundo sinal analógico;

converter o sinal de modulação por largura de pulso colocado em escala em um segundo sinal analógico colocado em escala; e

retirar o segundo sinal analógico colocado em escala através de uma saída do processador de sinal.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda compreender usar um optoacoplador para transmitir o sinal digital.

12. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o segundo sinal analógico colocado em escala é com base em uma diferença entre a codificação do primeiro sinal analógico utilizada pelo gerador de sinal analógico e a codificação do segundo sinal analógico utilizado pelo receptor de sinal analógico.

13. Método para transmitir sinais a partir de um gerador de sinal analógico para um receptor de sinal analógico compreendendo as etapas de:

receber um primeiro sinal analógico em uma entrada de um processador de sinal;

converter o primeiro sinal analógico em um sinal digital utilizando o processador de sinal;

gerar um sinal de modulação por largura de pulso com base no sinal digital;

transmitir o sinal de modulação por largura de pulso através de uma barreira elétrica; e

caracterizado pelo fato de compreender ainda

converter o sinal de modulação por largura de pulso em um segundo sinal analógico colocado em escala baseado em uma diferença entre uma codificação do primeiro sinal analógico e uma codificação do segundo sinal analógico; e

retirar o segundo sinal analógico colocado em escala através da

saída do processador de sinal.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de ainda compreender usar um optoacoplador para transmitir o sinal digital.

15. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o segundo sinal analógico colocado em escala é com base em uma diferença entre a codificação do primeiro sinal analógico utilizado pelo gerador de sinal analógico e uma codificação do segundo sinal analógico utilizado pelo receptor de sinal analógico.

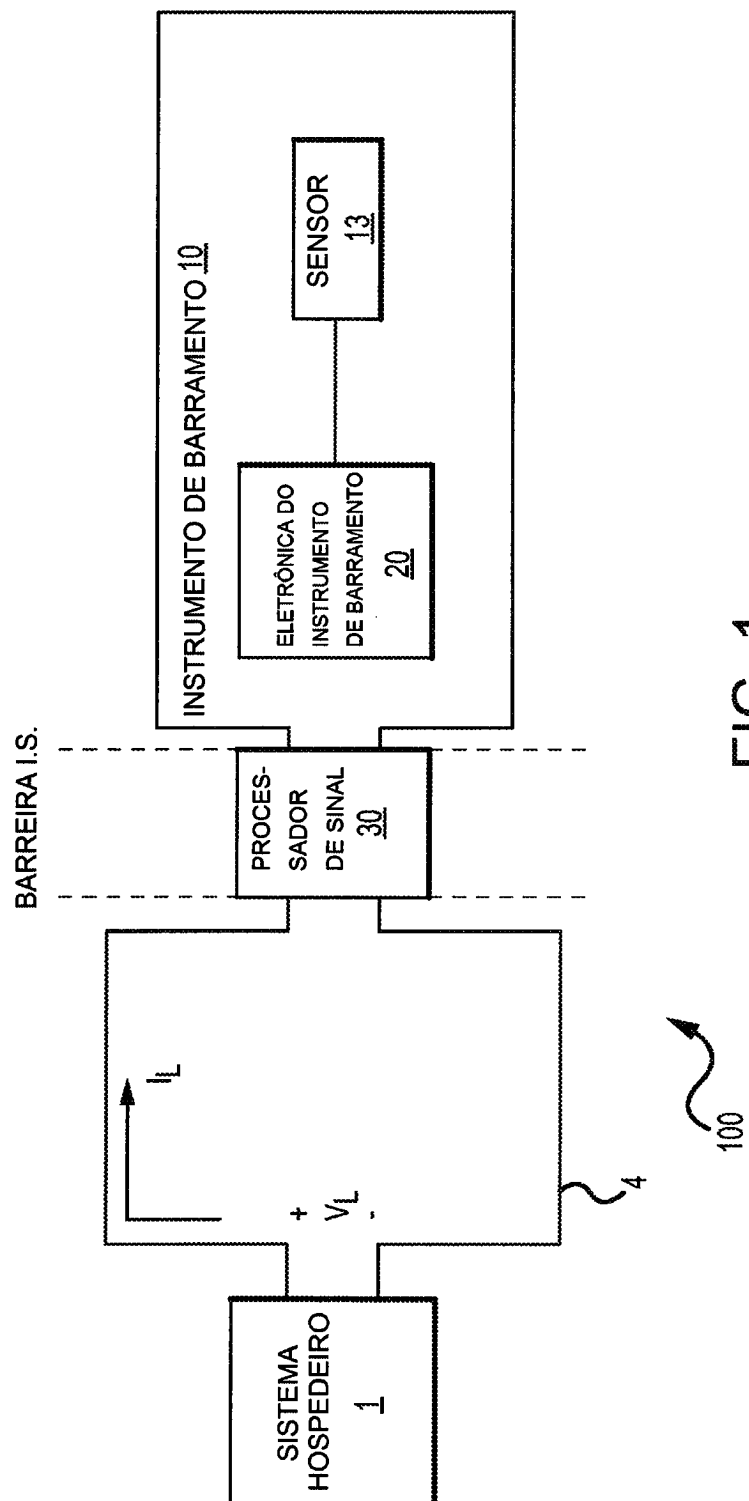


FIG. 1

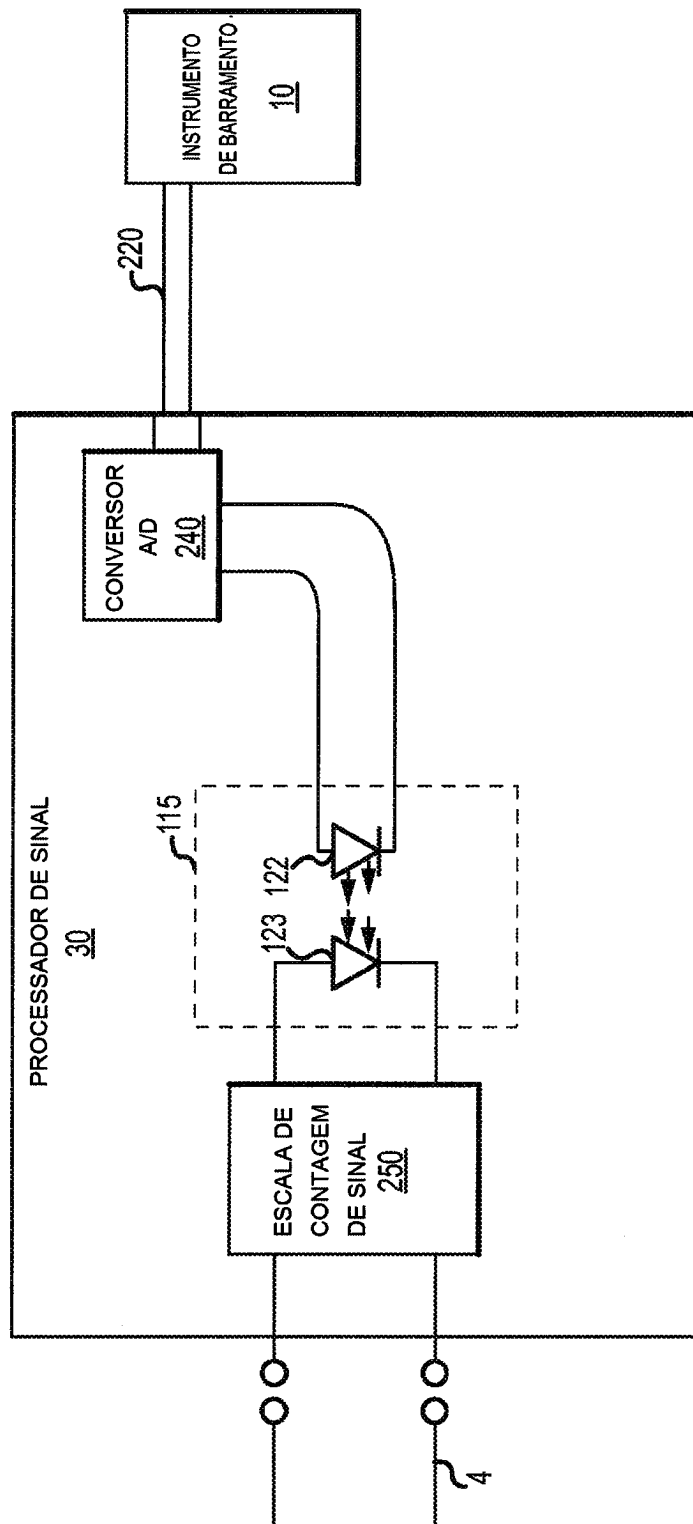


FIG. 2

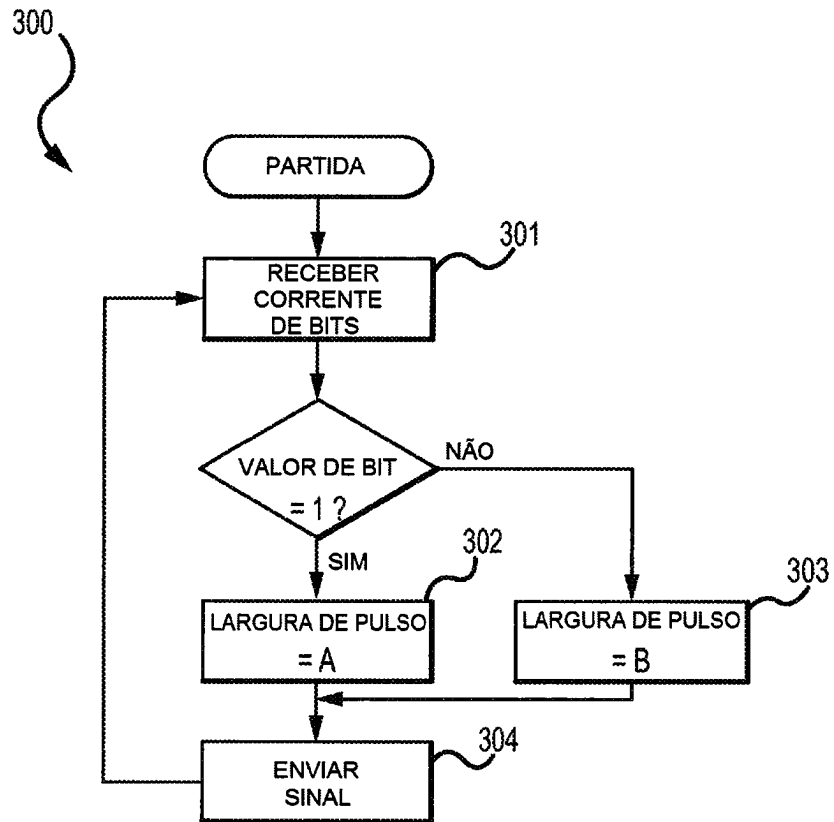


FIG. 3

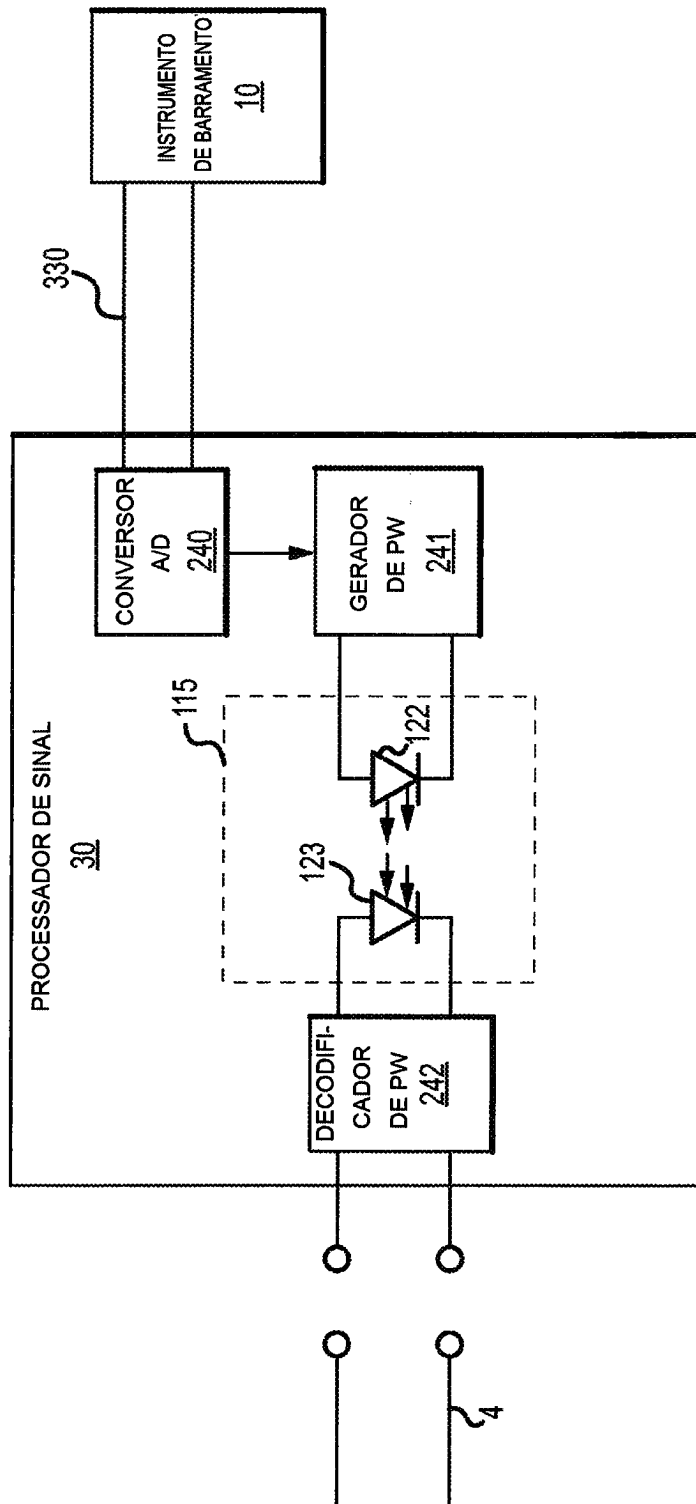


FIG. 4