



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

(11) PI 0812423-0 B1



(22) Data do Depósito: 27/03/2008

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE FORÇA MÚLTIPLO, E MÉTODO PARA MONITORAR UMA CONDIÇÃO DO DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE FORÇA MÚLTIPLO.

(51) Int.Cl.: G01G 23/37.

(30) Prioridade Unionista: 07/06/2007 US 60/942,468.

(73) Titular(es): METTLER-TOLEDO GMBH.

(72) Inventor(es): CYRILL BUCHER; AARON SKIDMORE; DOUGLAS BLISS; MARKUS USTER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008053623 de 27/03/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/148590 de 11/12/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 07/12/2009

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE FORÇA MÚLTIPLO, E MÉTODO PARA MONITORAR UMA CONDIÇÃO DO DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE FORÇA MÚLTIPLO". A presente invenção refere-se a um dispositivo de medição de força, em particular um dispositivo de pesagem múltiplo, com pelo menos dois módulos de medição de força, cada um dos quais inclui uma célula de medição de força e um meio de fornecimento de energia e com uma unidade de suprimento de energia. O meio de fornecimento de energia de pelo menos um módulo de medição de força neste arranjo é conectado diretamente ou através de um elemento de junção a um cabo de controle que é conectado a uma unidade de suprimento de energia, e que pelo menos dois módulos de medição de força são conectados diretamente um ao outro por meio de cabo de conexão de módulo que serve para transferir energia elétrica entre os módulos de medição de força.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE FORÇA MÚLTIPLO, E MÉTODO PARA MONITORAR UMA CONDIÇÃO DO DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE FORÇA MÚLTIPLO".

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo de medição de força múltiplo, em particular um dispositivo de medição de força múltiplo, e a um módulo de medição de força, bem como a um método de operar o dispositivo de medição de força.

[002] Sob a definição usada aqui, um dispositivo de medição de força múltiplo inclui pelo menos dois módulos de medição de força e um dispositivo indicador. O módulo de medição de força, por sua vez, inclui uma célula de medição de força eletromecânica que serve para determinar uma força, a qual funciona como um conversor de medição em que ela converte a quantidade de entrada, que é uma força mecânica, em um sinal elétrico de saída. Um tipo especial de dispositivo de medição de força múltiplo existe na forma de uma balança com uma pluralidade dispositivos de pesagem, chamados módulos de pesagem. A célula de medição de força é configurada neste caso como uma célula de pesagem e serve para a conversão elétrica para mecânica pela qual a força de peso exercida por um objeto em pesagem é convertida em um sinal elétrico. Consequentemente, um módulo de medição de força, ou módulo de pesagem como o termo é entendido aqui, significa, respectivamente, um dispositivo de medição de força ou uma balança sem um dispositivo indicador.

[003] Um dispositivo de medição de força múltiplo sob a terminologia usada aqui é um dispositivo de medição de força no qual a força a ser medida é distribuída por meio de um dispositivo mecânico, em particular uma placa ou recipiente, em uma pluralidade de módulos de medição de força. Cada módulo de medição de força neste arranjo inclui uma célula de medição de força, por meio da qual a parte da força

que é emprestada para o respectivo módulo pode ser determinada individualmente. Os resultados a partir das células de medição de força individuais então são passadas para um dispositivo de saída comum, onde eles são combinados dentro de um resultado global.

[004] Dispositivos de medição de força múltiplos são usados, por exemplo, em instalações industriais para pesagem de conteúdos de bacias, tanques, vasos de reatores e similares. Tipicamente nesses tipos de aplicações os módulos de pesagem são configurados como módulos de pesagem de alta capacidade, como as chamadas células de pesagem de tanque ou células de pesagem de vasos de reatores. Para cada recipiente a ser pesado uma pluralidade de módulos de pesagem são dispostos entre o pé do recipiente e a fundação. Assim cada pé do recipiente descansa em um módulo de medição de força. A fim de determinar o peso do recipiente e/ou de seu conteúdo, os valores de medição determinados pelos módulos de medição de força têm que ser somados, pois cada valor de medição representa uma parte da massa. Este cálculo, na maioria dos casos, é executado em uma configuração de dispositivo processador e/ou dispositivo controlador em uma localização adjacente.

[005] As células de medição de força de alta capacidade também acham aplicação como módulos de pesagem em balanças para caminhões. Balanças de caminhões tipicamente têm várias placas de medição ou placas de pesagem, cada uma das quais descansa em uma pluralidade de módulos de medição de força. Consequentemente, cada módulo mede um peso parcial do caminhão e/ou de um ou mais reboques. Os resultados de medição dos módulos de medição de força individuais são transmitidos para um dispositivo processador comum que é localizado a alguma distância das placas de medição e dos módulos de medição de força, por exemplo, em um dispositivo controlador localizado a, tanto quanto, algumas centenas de metros distante.

[006] De acordo com a U.S. 2004/0245026, o dispositivo processador é implementado como um dispositivo externo na forma de um chamado terminal de pesagem. Ao modo de um dispositivo indicador que pertence a um terminal de pesagem, os resultados do dispositivo de medição de força múltiplo podem ser liberados. Adicionalmente, um dispositivo para suprir o dispositivo de medição de força múltiplo com energia é disposto no dispositivo processador. Consequentemente, os módulos de medição de força individuais são supridos com energia elétrica através desta central de suprimento de energia.

[007] Para transmitir os resultados de medições e a corrente fornecida, os módulos de medição de força são conectados através de cabos ao dispositivo central. Tipicamente neste tipo de arranjo, a corrente fornecida bem como a transmissão do valor de medição são conduzidas pelos mesmos cabos, mas por condutores separados nos cabos. Ademais, como um meio de simplificar o arranjo dos cabos, os módulos de medição de força individuais são conectados por linhas de distribuição menores a um dispositivo de distribuição, e apenas o último tem uma conexão direta através de um cabo individual, o chamado "home-run", diretamente até o dispositivo controlador. O suprimento de energia e a transmissão de valores de medição são então consolidados no dispositivo de distribuição a fim de evitar múltiplos cabos paralelos pela distância entre as placas de medição e o prédio do controlador.

[008] Como mostrado na EP 0 467 562, se existem quatro módulos de medição de força, o dispositivo de distribuição pode ser disposto de modo que ele é localizado no centro do retângulo formado pelos quatro módulos de medição de força. Como resultado, se chega a um cabo de pequeno tamanho entre os módulos de medição de força e o dispositivo distribuidor, que em consequência, reduz perturbações elétricas e tensões mecânicas e também reduz o custo do cabeamento.

[0009] Particularmente em instalações maiores, por exemplo, em instalações de pesagem para caminhões, frequentemente existem muitas placas de medição e módulos de medição de força envolvidos, por exemplo, quatro placas medidoras com um total de dezesseis módulos de medição de força. Como resultado, se chega a uma distribuição de dispositivos multicamada, cascadeada ou em rede hierárquica a fim de alcançar a consolidação de conexões desejada. No caso de dezesseis módulos de medição, um termina, por exemplo, com um primeiro nível de quatro dispositivos de medição, um segundo nível de dois dispositivos de medição, e um terceiro nível de distribuição de um dispositivo, assim um total de sete dispositivos de distribuição.

[0010] Entretanto, os dispositivos de distribuição são caros e suscetíveis a interferências. A probabilidade de erros no processo de instalação bem como durante a operação e manutenção aumenta com o aumento da quantidade de componentes. Portanto é desejável montar um dispositivo de medição de força com menor quantidade possível de dispositivos de distribuição.

[0011] No dispositivo de pesagem de acordo com a U.S. 2004/0245026 A1, oito módulos de pesagem são conectados a um dispositivo de distribuição central. Assim, o uso de níveis hierárquicos intermediários de dispositivos de distribuição pode ser dispensado. O dispositivo de distribuição central serve como uma conexão para o suprimento de energia bem como para condutores de comunicação e oferece a vantagem de um arranjo simples das linhas condutoras. Contudo, na maior parte dos casos este arranjo envolve uma distribuição de condutores mais longa e um tamanho global de condutores de distribuição maior, portanto uma suscetibilidade aumentada de interferência e custos maiores.

[0012] Para evitar estes inconvenientes, o cabeamento dos módulos de pesagem é substituído na U.S. 2004/0026135 por uma trans-

missão de rádio e fornecimentos de energia independentes individuais dos módulos de pesagem individuais. O dispositivo de distribuição neste caso funciona como uma repetidora de rádio para a transmissão dos sinais a partir dos módulos de pesagem para o dispositivo processador. Ademais, o dispositivo de distribuição, também, é equipado com um suprimento de energia independente a fim de eliminar todo o cabeamento. São usadas baterias para o fornecimento de energia individual independente dos módulos de pesagem e do dispositivo de distribuição. Entretanto, esta solução tem a desvantagem de que o nível de carga das baterias tem que ser controlado em intervalos regulares, e aquelas baterias insuficientemente carregadas têm que ser recarregadas ou trocadas. Além disso, tipicamente a performance das baterias depende fortemente de uma influência externa de fatores do ambiente, em particular a temperatura ambiente. Atividades caras de controle e monitoração são, portanto requeridas a fim de assegurar uma operação estável e confiável dos módulos de pesagem, particularmente em aplicações externas.

[0013] A presente invenção, portanto tem o objetivo de propor um dispositivo de medição de força múltiplo, em particular um dispositivo de pesagem múltiplo, um módulo de medição de força, e um método de operar o referido dispositivo de medição de força múltiplo, pelo qual uma configuração de projeto econômica e simples bem como uma operação com proteção contra falhas pode ser alcançada.

[0014] Este objetivo é alcançado por um dispositivo de medição de força múltiplo, um módulo de medição de força e um método com as características especificadas das reivindicações independentes. Modalidades vantajosas da invenção são apresentadas nas reivindicações dependentes adicionais.

[0015] A presente invenção está relacionada a um dispositivo de medição de força múltiplo, em particular um dispositivo de pesagem

múltiplo com pelo menos dois módulos medidores de força, cada um dos quais inclui uma célula de medição de força e meio de fornecimento de energia elétrica, e com uma unidade de suprimento de energia que serve para abastecer os módulos de medição de força com energia elétrica. O meio de fornecimento de energia de pelo menos um módulo de medição de força neste arranjo é conectado diretamente ou por meio de um elemento de junção a um cabo de controle que é conectado a unidade de suprimento de energia, e os pelo menos dois módulos de medição de força são conectados diretamente um ao outro por meio de um cabo de conexão de módulo que serve para transferir energia elétrica. Com este arranjo dos cabos, o tamanho global dos cabos do dispositivo de medição de força múltiplo pode ser reduzido, porque a soma de todos os tamanhos de cabos para conexões diretas entre os módulos de medição de força é sempre menor do que para um arranjo de distribuição em forma de estrela. O resultado é uma configuração de projeto econômica que adicionalmente, devido a sua estrutura clara e simples, faz com que seja fácil reconhecer falhas durante a operação e manutenção.

[0016] Ademais, não há necessidade de distribuir cabos, dispositivos de distribuição, acopladores de segmento e condutores de segmento. Ao eliminar estes dispositivos e conexões de cabos, a proteção contra falhas do dispositivo de medição de força pode ser melhorada significativamente. Estas vantagens são trazidas para suportar particularmente na montagem e operação de grandes instalações, visto que a complexidade aumenta de maneira insignificante com um aumento na quantidade de módulos de medição de força.

[0017] O termo "meios de fornecimento de energia" abrange todos dispositivos que servem para suprir o módulo de medição de energia com energia elétrica, tais como cabos de fornecimento, cabos de distribuição, conversores de voltagem, conversores de corrente, estabili-

zadores, elementos atenuadores ou elementos de filtro. Os fornecedores de voltagem para os condutores de comunicação também estão incluídos, por exemplo, o suprimento de energia CAN de um barramento CAN de sistema de comunicação.

[0018] O termo "cabo" inclui todos os tipos de linhas de condutores elétricos como cabos condutores simples ou condutores múltiplos, condutores trançados, ou fios, bem como o fornecimento de corrente elétrica através de dispositivos fixos tais como trilhos de superfície, caixas e hastes de conexão. O elemento de junção pode ser realizado de várias formas diferentes, por exemplo, como um elemento T simples, como uma caixa com terminais conectores, como um cabo bifurcado ou como um cabo de fuga.

[0019] Em uma modalidade adicional da invenção, pelo menos três módulos de medição de força são conectados em série com o outro por meio do cabo de conexão de módulo, com o primeiro módulo de medição de força e o último módulo de medição de força, cada um sendo conectado diretamente ou através do elemento de junção ao cabo de controle. Com este arranjo de fornecimento de corrente através de mais do que uma conexão de alimentação, se alcança uma clara redução na queda de voltagem nos módulos de medição de força, particularmente naqueles módulos de medição de força que são supridos com corrente ou energia elétrica por meio de uma grande quantidade de módulos de medição de força dispostos no meio da série. Ademais, o elemento de junção nesta modalidade pode ser de uma configuração particularmente simples, como apenas dois módulos de medição de força têm que ser conectados ao cabo de controle. Com este arranjo, é alcançado um projeto particularmente simples e econômico para o dispositivo de medição de força múltiplo.

[0020] Em uma modalidade especial da invenção, não mais do que um módulo de medição de força é conectado ao cabo de controle.

Assim o elemento de junção pode ser omitido, pelo que a quantidade de componentes requeridos é reduzida e assim a proteção contra falhas é melhorada.

[0021] Adicionalmente, em uma modalidade preferencial todos os módulos de medição de força são conectados um ao outro em série por meio de um cabo de conexão de módulo. Desta maneira, é alcançado um arranjo particularmente simples, limpo e econômico.

[0022] Em uma modalidade adicional de acordo com a invenção, cada um dos módulos de medição de força inclui um meio de comunicação, e através do cabo de conexão de módulo é possível adicionalmente transmitir sinais de comunicação entre estes meios de comunicação. Esta transmissão pode ser realizada em particular por meio de um sistema de barramento, em casos apropriados por meio de um sistema de barramento CAN. Este conceito evita a necessidade de dispor uma configuração de comunicação adicional. Ademais, uma topologia de barramento pode ser combinada em uma forma particularmente vantajosa com o arranjo em série dos módulos de medição de força. Os sinais de comunicação podem neste caso ser direcionados através de condutores separados independentes da linha de suprimento de energia no cabo de conexão de módulo, bem como junto com a linha de suprimento de energia através de condutores comuns no cabo de conexão de módulos.

[0023] Da mesma maneira como no cabo de conexão de módulo, a comunicação, igualmente, pode ser transmitida através do cabo de controle, por exemplo, através de condutores separados, ou junto com o suprimento de energia através de condutores comuns.

[0024] O termo "meios de comunicação" abrange todos os elementos que servem para a transmissão de dados, em particular os elementos transmissores e receptores, elementos de processamento para dados analógicos e/ou digitais, transponders, conversores de im-

pedância, transmissores, terminais de condutores, plugues conectores e adaptadores. Os sinais de comunicação podem ser de natureza analógica ou digital na forma de valores de medição, valores de medição pré-processados, valores intermediários ou resultados finais de medição, resultados computados, hora de gravação dos eventos, em particular horas em que os valores de limiars foram excedidos. Além disso, dados adicionais e parâmetros de medição podem ser transmitidos, por exemplo, dados de identificação dos módulos de medição de força, dados a respeito da hora e localização das medições, ou informação a respeito dos estados de operação dos módulos de medição de força. Além disso, dados como informação de controle, parâmetros de operação, programas de controle, ou dados de calibração podem ser transmitidos para os módulos de medição de força.

[0025] Preferencialmente, os sinais de comunicação dos módulos de medição de força são transmitidos para um terminal ou a partir de um terminal. O terminal neste caso pode ser configurado como um computador de comando, como um controlador do sistema, um sistema de controle do processo, mas também como um simples instrumento de saída, por exemplo, como uma tela de apresentação e/ou como uma impressora. Particularmente em instalações menores, as funções de suprimento de energia, processamento das medições, controle do dispositivo de medição de força, e exibição podem ser combinados em um dispositivo, por exemplo, em um computador de escritório.

[0026] Em uma modalidade adicional da invenção, cada um dos módulos de medição de força tem um dispositivo para determinar e/ou monitorar a voltagem elétrica do meio de fornecimento de energia. O dispositivo pode em particular servir para determinar e/ou monitorar a voltagem positiva e/ou voltagem negativa, em que as voltagens podem ser determinadas e/ou monitoradas, se aplicável em referência a um

potencial comum, em particular o potencial de terra. Desta maneira pode ser obtida informação valiosa a respeito da condição de operação do suprimento de energia dos módulos de medição de força bem como a respeito da condição do cabo de conexão de módulo.

[0027] Em uma modalidade preferencial, a monitoração da voltagem é alcançada ao examinar se os valores medidos estão dentro dos valores limites, e se, se descobre que os valores limite foram excedidos, são disparadas ações tais como transmitir mensagens e/ou recalibrar ou desligar o respectivo módulo de medição de força. Isto faz com que seja possível por um lado que as falhas nos módulos de medição de força e/ou cabos de conexão de módulo sejam reconhecidas cedo e por outro lado que a localização destes erros possa ser apontada com precisão mais facilmente. Com este conceito, a monitoração pode ser ativa durante a instalação e/ou calibração bem como durante a operação do dispositivo de medição de força.

[0028] Além disso, ao determinar a voltagem do dispositivo de fornecimento de energia e/ou o perfil temporal da referida voltagem, se obtém informação essencial sobre a condição da corrente e experiência de operação futura antecipada do módulo de medição de força. Consequentemente, estes dados podem fornecer a informação concernente às necessidades antecipadas de futura manutenção, o avanço do processo de envelhecimento. A variação nas condições ambientais, ou a vida útil restante antecipada dos módulos de medição de força. Por exemplo, uma grande taxa de mudanças de voltagem na célula pode indicar um dano relacionado à corrosão no dispositivo acoplador de um módulo de medição de força. Esta observação cuidadosa de monitoração é particularmente vantajosa em grandes instalações com uma grande quantidade de módulos de medição de força.

[0029] Os valores de limiar podem ser determinados através de cálculos teóricos, que levem em conta em particular as quantidades

características do cabo de conexão de módulo, tais como o tamanho e seção transversal das linhas de condutor e/ou os valores internos de resistência do módulo de medição de força, e/ou através de medições de referência. Os valores de medição de referência podem ser obtidos preferencialmente de medições em um dispositivo de medição de força recém instalado e/ou recém calibrado e armazenados em uma unidade de memória. Os valores de referência e/ou valores de limiar também podem ser tomados de manuais e instruções de operação. Adicionalmente, eles também podem ser especificados pelo fabricante ou transmitidos para a instalação pelo fabricante quando necessário. É particularmente vantajoso armazenar os valores de referência e/ou valores limite nos módulos de medição de força individuais, pelo que pode ser obtida uma intercambiabilidade modular dos módulos.

[0030] Em uma modalidade adicional da invenção, todos os cabos de conexão de módulo têm uma resistência de condutor predominantemente idêntica, em particular tamanhos, materiais e seções transversais grandemente idênticos. Neste caso, os valores de limiars são particularmente fáceis de determinar através de cálculos de circuitos divisores de voltagem.

[0031] Em uma modalidade adicional, o elemento de junção e/ou os módulos de medição de força incluem um dispositivo para a monitoração da terminação da conexão de comunicação e/ou para efetuar a terminação. Uma vez que a falta de uma terminação pode causar problemas na transmissão dos sinais de comunicação, este conceito permite que os problemas sejam detectados e reportados ou mesmo sejam automaticamente corrigidos pelo dispositivo de medição de força.

[0032] Em uma modalidade adicional, o módulo de medição de força ou o cabo de conexão de módulo inclui um dispositivo para interromper a continuidade no circuito de suprimento de energia. Isto proporciona a possibilidade de garantir que o fornecimento de energia se-

ja limitado a uma certa quantidade máxima limitada de módulos de medição de força. Desta forma pode ser garantido, por exemplo, que o fornecimento de corrente pode ser transmitido entre um máximo de quatro meios de fornecimento de energia. Isto permite que a energia máxima que é transmitida através do suprimento de energia, em particular a corrente máxima, seja mantida abaixo de um certo valor máximo.

[0033] Esta limitação da corrente é particularmente importante em ambientes perigosos onde existe perigo de explosão e onde exigências regulatórias especiais têm que ser alcançadas com respeito ao consumo máximo de corrente dos módulos de medição de força e/ou dispositivos de medição de força. Além disso, esta interrupção permite que o dispositivo de medição de força seja subdividido em subsistemas diferentes, abastecidos independentemente. Esta separação pode ser alcançada, por exemplo, por meio de comutadores manuais ou eletromagnéticos ou por meio de um cabo de conexão de módulo especial. No caso de cabo de conexão de módulo especial é possível, por exemplo, que os condutores de comunicação tenham conectores de contato que fornecem um percurso condutivo contínuo, enquanto os condutores para o suprimento de energia não tem conectores de contato, de modo que o percurso condutivo é interrompido. A conformidade com as normas de limitação de corrente também podem ser monitoradas pelo terminal, e uma reconfiguração do dispositivo de medição de força pode ser efetuada através de comandos de controle a partir do terminal para os módulos de medição de força.

[0034] Em uma modalidade preferencial adicional, o módulo de medição de força também inclui pelo menos um plugue conector, em particular dois plugues conectores onde o cabo de conexão de módulo e/ou o cabo de controle podem ser conectados. Isto fornece um percurso eficiente para configurar, testar e executar serviços de manuten-

ção no módulo de medição de força.

[0035] Em uma modalidade adicional da invenção, o módulo de medição de força inclui um plugue conector que é encapsulado contra influências ambientais, em particular detritos, líquidos ou gases e/ou aquelas cujo pelo menos uma superfície do contato elétrico é projetada para ser resistente a corrosão. Com esta medida, uma operação protegida contra falhas de instalação também é alcançada em particular em condições de ambiente severas.

[0036] Detalhes do dispositivo de medição de força de acordo com a invenção, o módulo de medição de força de acordo com a invenção, e o método de acordo com a invenção ficarão evidentes a partir da descrição dos exemplos das modalidades representadas nas figuras, em que:

[0037] a figura 1 ilustra esquematicamente em uma vista de seção um dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a invenção com dois módulos de medição de força, cada um dos quais inclui uma célula de medição de força, um meio de fornecimento de energia, e um meio de comunicação, que são conectados a um dispositivo controlador por meio de cabos de conexão de módulo e um cabo de controle;

[0038] a figura 2 ilustra um dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a técnica atual na forma de uma instalação de pesagem de caminhões com duas placas de medição, cada uma das quais é suportada por quatro módulos de medição de força;

[0039] a figura 3 mostra uma configuração de um dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a invenção, que é similar ao dispositivo da figura 2, mas no qual os módulos de medição de força são conectados diretamente um ao outro em um arranjo em série através de um cabo de conexão de módulo, e em que o primeiro e o último módulos de medição de força são conectados através de um cabo bifurcado com um elemento de junção ao cabo de controle;

[0040] a figura 4 representa um dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a figura 3, mas com dois módulos de medição de força, cada um dos quais mede as contribuições de peso a partir de duas placas de medição;

[0041] a figura 5 representa um dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a figura 3, mas com uma conexão direta de um módulo de medição de força individual para o cabo de controle;

[0042] a figura 6 mostra o circuito esquemático simplificado do dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a invenção com uma unidade de suprimento de energia, módulos de medição de força de 1 a n, resistências do condutor, voltagens elétricas e uma conexão terra comum.

[0043] A figura 1 mostra um dispositivo de medição de força múltiplo 200 na forma de um dispositivo de pesagem de carga de um tanque. Para a pesagem de um recipiente, uma pluralidade de módulos de medição de força 244 é disposta entre o pé do recipiente 230 e a fundação 231, de modo que o recipiente 230 descansa em um módulo de medição de força 244. A fim de determinar o peso do recipiente e/ou dos seus conteúdos, os valores de medição determinados pelos módulos de medição de força 244 têm que ser somados, visto que cada valor de medição representa uma parte da massa. Para executar a soma, os valores de medição dos módulos de medição de força 244 individuais são transmitidos para um terminal 206, onde eles são processados e apresentados no visor 207. O terminal 206 é disposto em um dispositivo controlador 280 localizado remotamente.

[0044] O módulo de medição de força 244 inclui uma célula de medição de força 210 que é contida em um invólucro 220. Tipicamente, o invólucro 220 é soldado a célula de medição de força 210 e firmemente vedado contra o meio ambiente do dispositivo de medição de força 200. Ao executar uma medição, a célula de medição de força

210 bem como o invólucro 220 são comprimidos elásticamente. A deformação da célula de medição de força 210 é medida por meio da célula de medição de força 210 e direcionada para um meio de comunicação 248.

[0045] O suprimento de energia do módulo de medição de força 244, em particular do circuito eletrônico associado, da célula de medição de força 210 e do meio de comunicação 248 é feita possível por um meio de fornecimento de energia 246 que, por sua vez, é abastecido por um suprimento de energia PS. Esta unidade de suprimento de energia 270 do dispositivo de medição de força múltiplo 200 é disposto no dispositivo controlador 280 e incorporado no terminal 206.

[0046] Os módulos de medição de força 244 são conectados diretamente um ao outro por meio de um cabo de conexão de módulo 250. Este cabo de conexão de módulo 250 pode transmitir a corrente de suprimento PS bem como a comunicação C entre os módulos de medição de força 244. O cabo de conexão de módulo 250, portanto conecta o meio de fornecimento de energia 246 e o meio de comunicação 248 dos módulos de medição de força individuais 244 um ao outro. Adicionalmente, um módulo de medição de força 244 é conectado através de um cabo de controle 205 ao dispositivo de controle 280. O cabo de controle 205, o chamado cabo central, transpõe a distância que frequentemente é a maior entre o acoplador de segmento 204 e o dispositivo de controle 280 e assim estabelece a conexão imediata ao dispositivo controlador 280.

[0047] Esta unidade de suprimento de energia 270 do dispositivo de medição de força múltiplo 200 é disposta no dispositivo controlador 280 e incorporada no terminal 206. A distribuição do suprimento de energia PS ocorre através do cabo de controle 205 e o cabo de conexão de módulo 250 para o meio de fornecimento de energia 246 dos módulos de medição de força individuais 244.

[0048] Da mesma forma, os meios de comunicação 248 dos módulos de medição de força são conectados ao terminal 206 a fim de transmitir os sinais de comunicação C, em particular os valores de medição, os resultados processados e os comandos de controle. Esta comunicação C é transmitida bidirecionalmente a partir do meio de comunicação 248 para o terminal 206, isto é, a partir do meio de comunicação 248 através do cabo de conexão de módulo 250 e o cabo de controle 205 para o terminal 206 no dispositivo de controle 280.

[0049] Para ilustrar a técnica atual, a figura 2 representa esquematicamente um dispositivo de medição de força múltiplo 100 na forma de uma balança de caminhão. A última tem duas placas de medição 140 independentes, cada uma das quais é suportada por quatro módulos de medição de força 144. Para a pesagem, os caminhões são colocados nas placas de medição, e as forças resultantes são medidas por meio de módulos de medição de força 144. O processamento dos resultados de medição ocorre no terminal 106.

[0050] Cada módulo de medição de força 144 é conectado através de uma linha de distribuição 101 a um dispositivo de distribuição 102. O dispositivo de distribuição 102, por sua vez, é conectado através de um cabo de segmento a um acoplador de segmento 104. O acoplador de segmento 104, finalmente é conectado através de um cabo de controle 105 ao dispositivo de controle 180. O acoplador de segmento 104 acopla juntos dois segmentos independentes, fisicamente separados do dispositivo de medição de força múltiplo 100. Um segmento é em cada caso formado por uma placa de medição 140, pelos módulos de medição de força 144, pelas linhas de distribuição 101, pelo dispositivo de distribuição 102, e pelo segmento de cabo 103.

[0051] A unidade de suprimento de energia 170 é incorporada no terminal 106 que inclui um visor 107 e que é disposto no dispositivo de controle 180. A distribuição do suprimento de energia PS ocorre atra-

vés do cabo de controle 105, do acoplador de segmento 104, do segmento de cabo 103 e do dispositivo de distribuição 102, e finalmente através da linha de distribuição 101 para os módulos de medição de força individuais 144. Na direção oposta os valores de medição dos módulos de medição de força são transmitidos para o terminal 106, isto é, do módulo de medição de força 144 através da linha de distribuição 101, do dispositivo de distribuição 102, do segmento de cabo 103, do acoplador de segmento 104, e do cabo de controle 105 para o terminal 106.

[0052] A figura 3 mostra uma configuração do dispositivo de medição de força múltiplo 300 de acordo com a invenção. Os módulos de medição de força 344 são conectados um ao outro diretamente como uma série através de cabos de conexão de módulos 350. Estes cabos de conexão de módulo 350 podem transmitir o suprimento de energia PS bem como a comunicação C entre os módulos de medição de força 344. O cabo de conexão de módulo 350, portanto conecta o meio de fornecimento de energia 246 e o meio de comunicação 248 dos módulos de medição de força individuais 344 um ao outro.

[0053] A comunicação C, por exemplo, consiste na transmissão de valores de medição e seus resultados processados em uma direção e dos comandos de controle na direção oposta. Esta comunicação bidirecional C pode ser transmitida através de conexões de cabo separadas independentes do suprimento de energia PS e/ou junto com os condutores de suprimento de energia em condutores separados dentro do mesmo cabo e/ou nos condutores de suprimento de energia, preferencialmente como um sinal modulado.

[0054] O cabo de conexão de módulo 350 está conectado em ambas as extremidades a módulos de medição de força 344 por meio de plugues conectores 352. Consequentemente, cada módulo de medição de força 344 tem dois conectores de plugue 352, através dos

quais os dois módulos vizinhos na série podem ser respectivamente conectados. Entretanto, no caso do primeiro e último módulos de medição de força 344, apenas um módulo vizinho da série é conectado.

[0055] Além disso, o primeiro e último módulos de medição de força 344 na série são cada um conectados através de um cabo bifurcado 354 e um elemento de junção 356 ao cabo de controle 205. O elemento de junção bifurcado neste caso é configurado como uma simples junção T e serve para dividir o suprimento de energia PS e a comunicação C em ramificações específicas que levam ao primeiro e último módulos de medição de força 344 da série. Consequentemente as linhas de distribuição 101, dispositivos de distribuição 102, cabos de segmento 103 e acopladores de segmento 104 estão ausentes neste arranjo.

[0056] Finalmente, o suprimento de energia PS provido pela unidade de suprimento de energia 37 para os módulos de medição de força 344 bem como a comunicação C entre o terminal 306 e os módulos de medição de força 344 são transmitidos através do cabo de controle 305. Ademais, nesta modalidade os módulos de medição de força 344 são abastecidos com energia ou energia elétrica não pelo terminal 306, mas por uma unidade de suprimento de energia separada 370. A unidade de suprimento de energia 370 junto com o terminal 306 e o visor 307 está localizada no dispositivo de controle 380.

[0057] Uma modalidade adicional do dispositivo de medição de força múltiplo 300 de acordo com a invenção é ilustrada na figura 4. Esta modalidade é análoga a modalidade da figura 3, exceto pelo fato de que dois dos módulos de medição de força 344 são usados de modo que cada um deles mede as contribuições de peso de ambas as placas de medição 340. Esta dupla introdução de força pode ser obtida, por exemplo, com um dispositivo mecânico suportado flexivelmente. Como resultado deste arranjo a quantidade de módulos de medição

de força 344 requerida é reduzida de oito para seis.

[0058] Uma modalidade adicional do dispositivo de medição de força múltiplo de acordo com a invenção é representada na figura 5. Este arranjo é análogo a figura 3, exceto pelo fato de que neste caso apenas um módulo de medição de força 344 é conectado ao cabo de controle 305. Portanto, o cabo bifurcado 354 e o elemento de junção 356 não são necessários, o que faz deste arranjo particularmente econômico e estável.

[0059] Além disso, os cabos de conexão de módulo 350 são conectados em uma extremidade a um plugue conector 352 e na outra extremidade diretamente ao módulo de medição de força 344. A conexão direta pode ser realizada, por exemplo, como uma conexão por grampo, uma conexão aparafusada, uma conexão de fios fixa ou uma conexão soldada. Com este arranjo, uma economia adicional pode ser obtida bem como um aumento na estabilidade.

[0060] A figura 6 mostra um bloco esquemático simplificado do dispositivo de medição de força múltiplo 200 de acordo com a invenção com uma unidade de suprimento de energia 270, módulos de medição de força de 1 a n, 244(1)...244(n), resistências dos condutores R_{HR} , R_{IC} , voltagens elétricas V_{LC1+} , ..., V_{LCn+} , ..., V_{LC1-} , ..., V_{LCn-} , e uma conexão terra comum GND.

[0061] As resistências dos condutores R_{HR} , R_{IC} representam os respectivos valores de resistência R_{HR} do cabo de controle 205 e R_{IC} do cabo de conexão de módulo 250. Consequentemente, uma voltagem positiva V_{LCi+} e uma voltagem negativa V_{LCi-} do suprimento de energia relativo ao potencial terra comum pode ser medida em cada módulo de medição de força 244(i), $1 \leq i \leq n$. Estas voltagens são características para cada módulo de medição de força individual 244(1)...244(n). O potencial terra é definido pelo crivo de cabos e/ou pelos invólucros dos módulos de medição de força 244(1) ...244(n) e em parti-

cular pela conexão do dispositivo de medição de força inteiro 200 com a terra.

[0062] Preferencialmente, as voltagens medidas V_{LC1+} , ..., V_{LCn+} , ..., V_{LC1-} , ..., V_{LCn-} são comparadas aos valores esperados ou aos valores limite e/ou valores de tolerância. Quando estes valores são excedidos, isto é comunicado ao terminal através de sinais específicos. O terminal pode conseqüentemente, disparar ações tais como alertar, informar, avisar o usuário, ou corrigir os valores de medição, ou calibrar ou ajustar o dispositivo de medição.

[0063] Nesta modalidade da invenção, as resistências do condutor R_{IC} dos cabos de conexão de módulo 250 são predominantemente idênticas. Isto pode ser obtido através de uma escolha adequada do tamanho, materiais e seção transversal condutiva das linhas de condutor individuais no cabo de conexão de módulo 250. Desta forma, os valores a serem esperados e os correspondentes valores de alarme para a voltagem V_{LC1+} , ..., V_{LCn+} , ..., V_{LC1-} , ..., V_{LCn-} podem ser achados através de um simples cálculo. Desta maneira, valores de resistência do condutor R_{HR} do cabo de controle 205 muito idênticos são obtidos através de uma escolha adequada dos condutores do cabo de controle 205. Entretanto, um cálculo dos valores a serem esperados e dos valores limite também podem ser executados sem problema para resistências de condutor de magnitude arbitrária.

[0064] Nas modalidades de acordo com a invenção o meio de comunicação 248 pode, dependendo da configuração do dispositivo de medição de força múltiplo 200 e do terminal 206, automaticamente transmitir informação pertinente para o terminal 206 seja continuamente ou periodicamente e/ou randomicamente ou após ocorrer uma mudança. Evidentemente também é possível que o terminal 206 interroge o meio de comunicação 248 por informações tal como valores de medição ou resultados de medição seja continuamente ou periodicamente.

mente e/ou de acordo com o princípio de randomização.

[0065] O método de acordo com a invenção pode ser executado por meio de partes centralizadas e/ou descentralizadas de um dispositivo controlador de uma instalação, por exemplo, com o terminal 206 e/ou o módulo de medição de força 244, os quais são, para este propósito, equipados com os programas operativos adequados. Entretanto, também é possível dividir as tarefas entre diferentes níveis do controle do processo. Através de medições apropriadas, o método de acordo com a invenção pode assim ser implementado em quaisquer instalações de nível único ou múltiplos níveis com pequeno custo. O terminal 206 e/ou o elemento de junção 256 também podem ser instalados em um instrumento móvel que pode, através de conexões de rádio, chamar por valores de medição individuais e/ou resultados de medição. Para a comunicação de rádio, podem ser dados códigos de identificação para os módulos de medição de força individuais 244, como é conhecido e vem sendo praticado nas soluções no estado da técnica para muitas aplicações.

Listagem de Referência

100, 200, 300	dispositivo de medição de força múltiplo
101	linha de distribuição
102	dispositivo de distribuição
103	cabo de segmento
104	acoplador de segmento
105, 205, 305	cabo de controle
106, 206, 306	terminal
107, 207, 307	visor
210	célula de medição de força
220	invólucro
230	pé do recipiente
231	fundação

140, 240, 340	placa de medição
144, 244, 344	módulo de medição de força
246	meio de fornecimento de energia
248	meio de comunicação
250, 350	cabo de conexão de módulo
352	plugue conector
354	cabo bifurcado
356	elemento de junção
170, 270, 370	unidade de suprimento de energia
180, 280, 380	dispositivo controlador
C	comunicação
PS	fornecimento de corrente ou suprimento de energia

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300), em particular um dispositivo de pesagem múltiplo, que compreende pelo menos dois módulos medidores de força (244, 344), em que cada um dos módulos medidores de força (244, 344) compreende uma célula de medição de força (210) e um meio de fornecimento de energia elétrica (246), e adicionalmente compreende uma unidade de suprimento de energia (270, 370) que serve para abastecer os módulos de medição de força (244, 344) com energia elétrica, **caracterizado** pelo fato de que o meio de fornecimento de energia (246) de pelo menos um módulo de medição de força (244, 344) é conectado diretamente ou por meio de um elemento de junção (356) a um cabo de controle (205, 305) que é conectado à unidade de suprimento de energia (270, 370), e os pelo menos dois módulos de medição de força (244, 344) são conectados diretamente um ao outro por meio de um cabo de conexão de módulo que serve para transferir energia elétrica entre os módulos de medição de força (244, 344).

2. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos três módulos de medição de força (244, 344) são conectados em série por meio dos cabos de conexão de módulo (250, 350) e que o primeiro módulo de medição de força (244, 344) e o último módulo de medição de força (244, 344) no arranjo em série são, cada um, conectados diretamente ou através do elemento de junção (356) ao cabo de controle (205, 305).

3. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que no máximo um módulo de medição de força (244, 344) é conectado ao cabo de controle (205, 305).

4. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de

acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que todos os módulos de medição de força (244, 344) são conectados um ao outro em série.

5. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que cada um dos módulos de medição de força (244, 344) tem um meio de comunicação (248), e os sinais de comunicação podem ser transmitidos entre os referidos meios de comunicação (248) através do cabo de conexão de módulo (250, 350), em particular por meio de um sistema de barramento, que pode ser um sistema de barramento CAN.

6. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que cada um dos módulos de medição de força (244, 344) têm um dispositivo para determinar e/ou monitorar a voltagem (V_{LC1}) do meio de fornecimento de energia (246), especificamente a voltagem positiva (V_{LC1+}) e/ou a voltagem negativa (V_{LC1-}) medidas relativas ao potencial de terra comum (GND), se aplicável.

7. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que todos os cabos de conexão de módulos (250, 350) têm resistências condutoras predominantemente idênticas (R_{IC}), em particular tamanhos, materiais, e seções transversais condutivas predominantemente idênticos.

8. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o módulo de medição de força (244, 344) ou o cabo de conexão de módulo (250, 350) compreende um dispositivo para interromper o percurso de fornecimento de energia contínuo.

9. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de

acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o módulo de medição de força (244, 344) compreende pelo menos um plugue conector (352), em particular dois plugues conectores (352), ao qual o cabo de conexão de módulo (250, 350) e/ou o cabo de controle (205, 305) podem ser conectados.

10. Dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o plugue conector (352) é encapsulado e/ou vedado contra influências do meio ambiente, em particular contra detritos, líquidos ou gases, e/ou pelo menos uma superfície de contato elétrico do plugue conector é de um projeto resistente à corrosão.

11. Método para determinar e monitorar a condição de um dispositivo de medição de força múltiplo (200, 300), como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, com pelo menos dois módulos de medição de força (244, 344), caracterizado pelo fato de que o suprimento de energia, em particular a voltagem (V_{LC1}) do suprimento de energia, dos módulos de medição de força (244, 344) é monitorado.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que as voltagens dos módulos de medição de força (244, 344) são monitoradas para compatibilidade com os valores de limiar e no caso de mau funcionamento e/ou se os valores de limiar são excedidos, serem disparadas ações tais como transmitir mensagens e/ou recalibrar ou desligar o respectivo módulo de medição de força (244, 344).

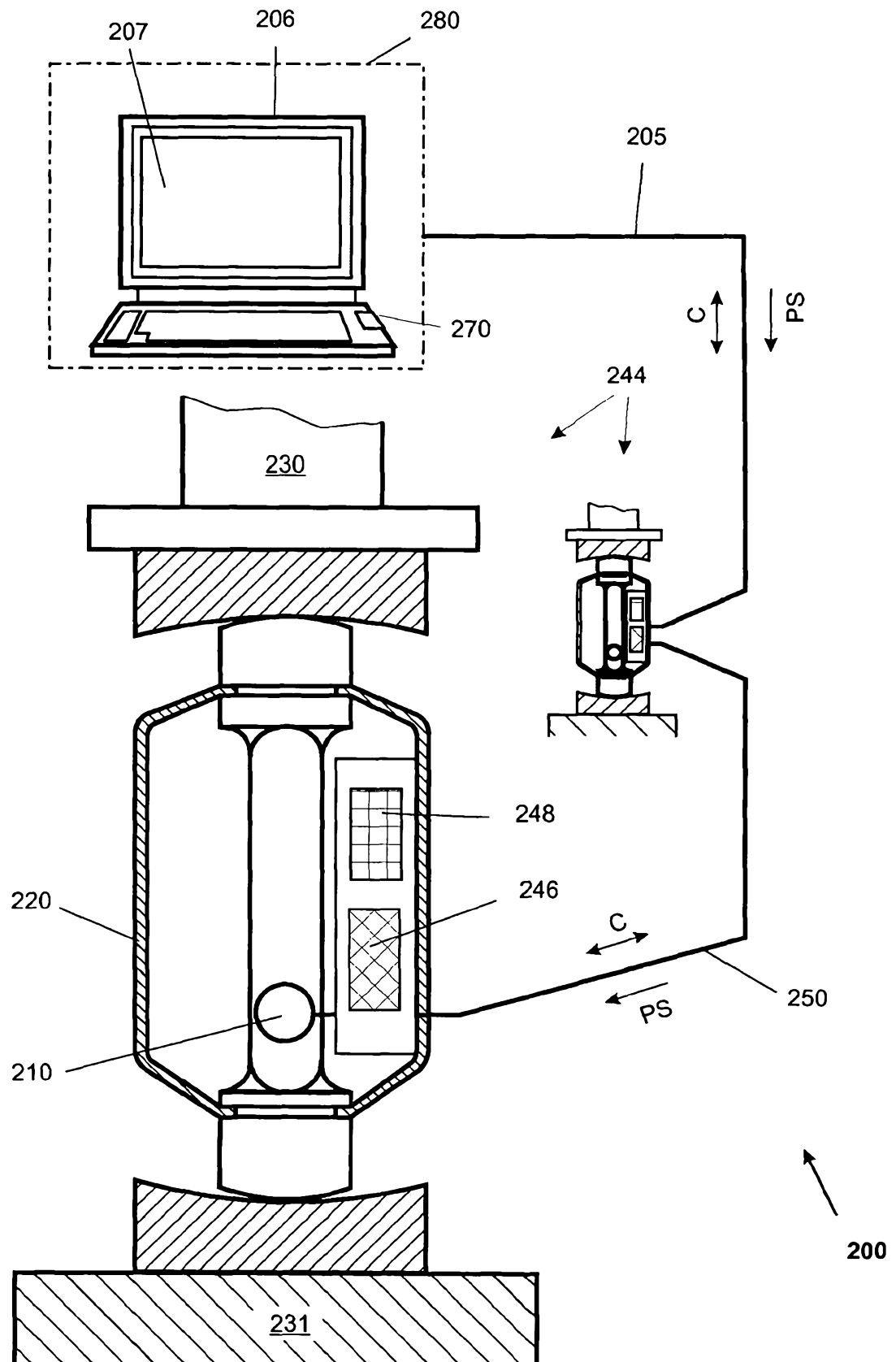
13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que os valores de limiar são determinados por meio de cálculos teóricos que levem em conta, em particular, as quantidades características dos cabos de conexão de módulo (250, 350) tais como o tamanho e a seção transversal do condutor e/ou os valores internos de resistência do módulo de medição de força (244, 344), e/ou por

meio de pelo menos uma medição de referência.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 13, caracterizado pelo fato de que a voltagem (V_{LC1}) do meio de fornecimento de energia, em particular a voltagem positiva (V_{LC1+}) e/ou a voltagem negativa (V_{LC1-}) são medidas em referência a um potencial comum, em particular um potencial de terra (GND).

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 14, caracterizado pelo fato de que os módulos de medição de força (244, 344) compreendem um meio de comunicação (248) que é interconectado com cada um dos outros, e que a conexão do meio de comunicação (264) com respeito a sua interrupção é monitorada e, se aplicável, é automaticamente interrompida.

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 15, caracterizado pelo fato de que uma conexão em série de no máximo quatro módulos de medição de força (244, 344) é reconhecida pelo terminal (206, 306) e/ou pelo elemento de junção (356) e/ou pelos módulos de medição de força (244, 344), e que, se aplicável, a transferência da energia elétrica para os módulos de medição de força adicionais é cortada.

Fig. 1

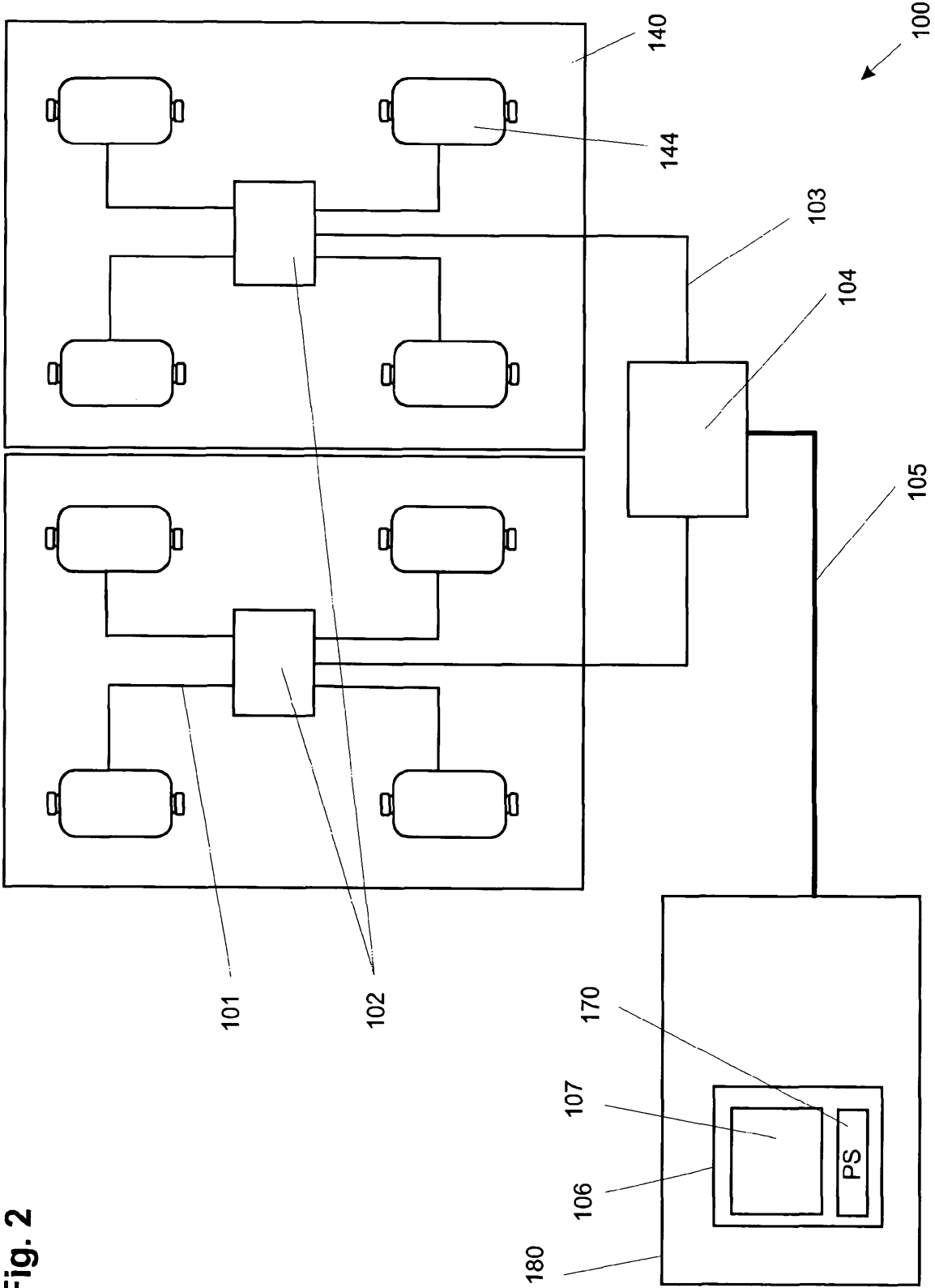


Fig. 2

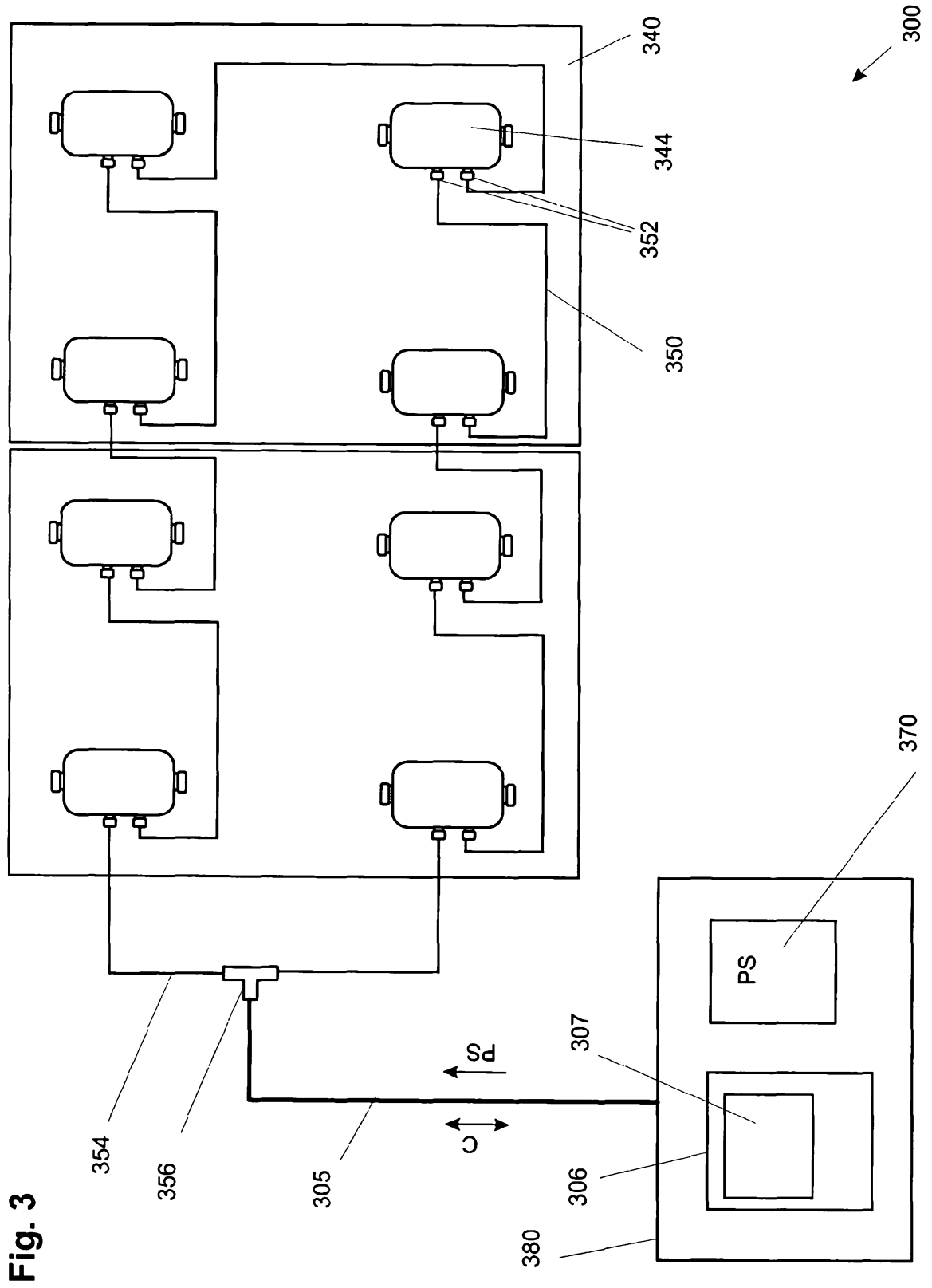


Fig. 3

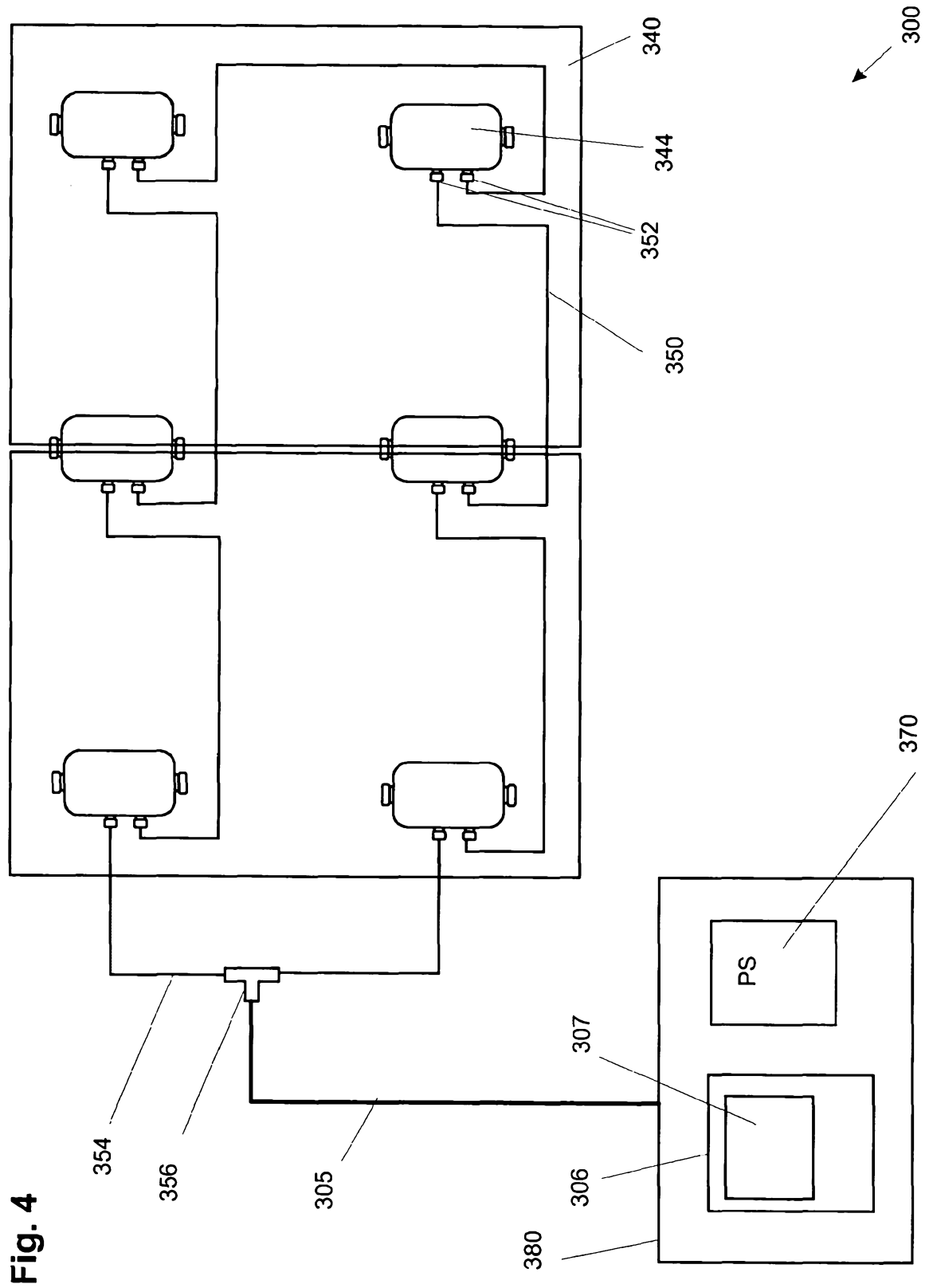


Fig. 4

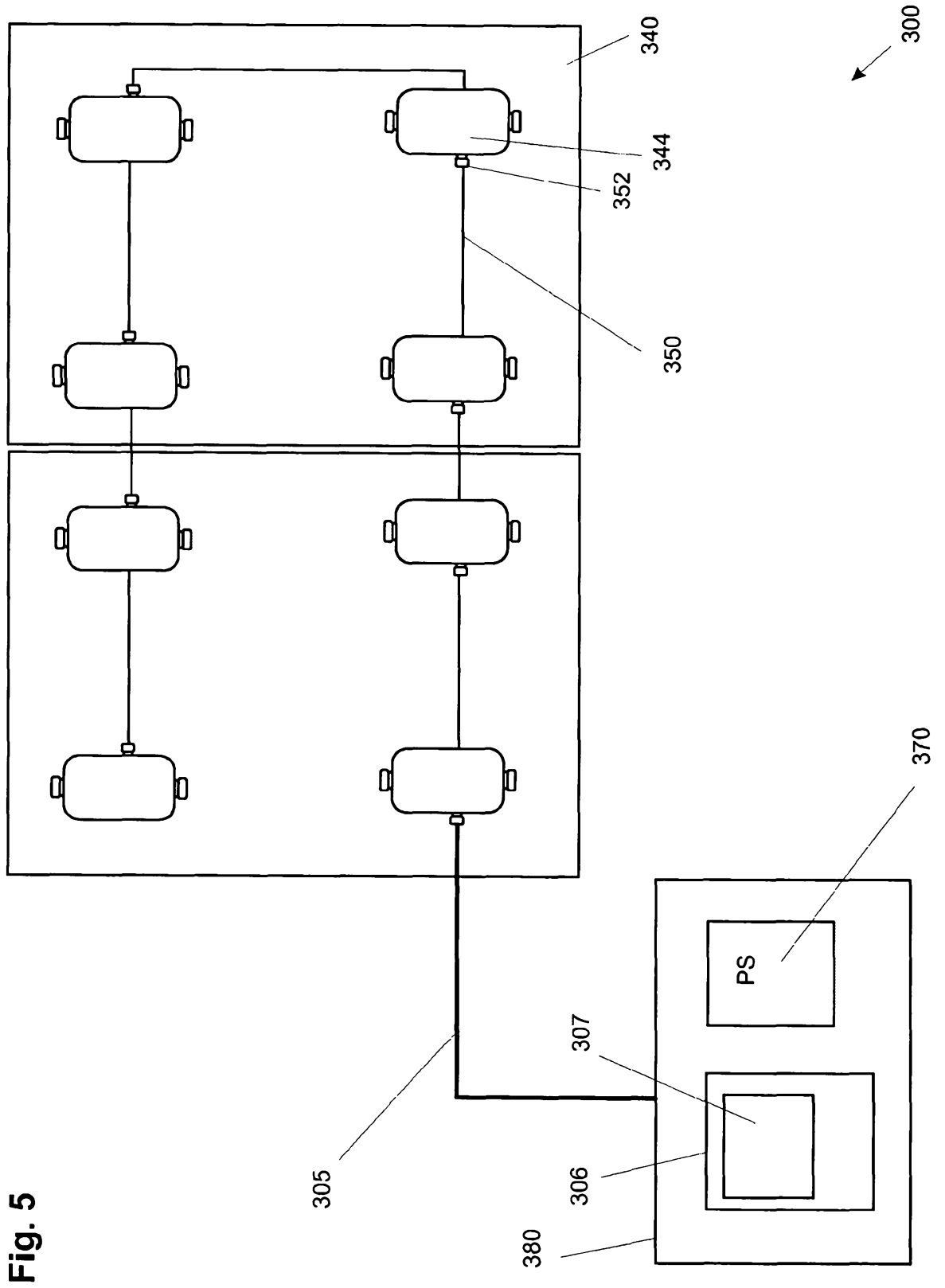


Fig. 5

Fig. 6

