



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

(11) BR 112017006590-8 B1



(22) Data do Depósito: 10/09/2015

(45) Data de Concessão: 06/09/2022

(54) Título: SENSOR DE POSIÇÃO, DISPOSITIVO MEDIDOR DE POSIÇÃO E PROCESSO PARA OPERAR OS MESMOS

(51) Int.Cl.: G01D 5/20.

(30) Prioridade Unionista: 28/10/2014 DE 10 2014 221 967.1.

(73) Titular(es): HORST SIEDLE GMBH & CO. KG.

(72) Inventor(es): STEFAN HUBRICH; PETER DINGLER; BERKAN OEGUET; JOACHIM SCHNELL.

(86) Pedido PCT: PCT EP2015070719 de 10/09/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/066313 de 06/05/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/03/2017

(57) Resumo: A invenção refere-se a um sensor de posição (100) para um dispositivo medidor de posição eletrônico (1000), sendo que o sensor de posição (100) apresenta um dispositivo gerador de sinal (110) para gerar um sinal magnético periódico (S) e um dispositivo fornecedor de energia elétrica (120) para abastecer o dispositivo gerador de sinal (110) com energia elétrica. Com o dispositivo medidor de posição (1000) detecta-se a posição (x) do sensor de posição (100).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SENSOR DE POSIÇÃO, DISPOSITIVO MEDIDOR DE POSIÇÃO E PROCESSO PARA OPERAR OS MESMOS**"

[001] A invenção refere-se a um sensor de posição para um dispositivo medidor de posição eletrônico. A invenção refere-se ainda a um dispositivo medidor de posição eletrônico.

[002] A invenção refere-se também a um processo para operar um sensor de posição e um dispositivo medidor de posição eletrônico.

[003] Do documento EP 1 442 273 B1 é conhecido um aparelho sensor para medição de posição, o qual está configurado para emprego de um sensor de posição passivo. O sensor de posição passivo apresenta um círculo de ressonância que é excitado através de um sinal de emissão do aparelho sensor convencional e um sinal de saída é acoplável a uma bobina de recepção do aparelho sensor conhecido. O aparelho sensor convencional apresenta uma dinâmica relativamente pequena e uma resolução relativamente pequena na medição de posição.

[004] O objetivo da presente invenção é prover um sensor de posição aperfeiçoado e um dispositivo de medição de posição aperfeiçoado, bem como método de operação correspondente melhorado.

[005] Quanto ao sensor de posição, a invenção alcança este objetivo através da combinação de características de acordo com a reivindicação 1.

[006] O sensor de posição de acordo com a invenção apresenta um dispositivo de geração de sinal para geração de um sinal magnético periódico e um dispositivo de fornecimento de energia elétrica para abastecer o dispositivo gerador de sinal com energia elétrica, e assim – ao contrário do sistema convencional mencionado inicialmente – representa um sensor de posição ativo. O sensor de posição ativo de

acordo com a invenção possibilita vantajosamente a geração de sinais magnéticos relativamente fortes para acoplamento em um ou vários circuitos de medição de um dispositivo de medição de posição, pelo que influências existentes em sistemas reais, como por exemplo radiações ou ruídos perturbadores têm uma influência reduzida, ao contrário dos sistemas convencionais, o que atua vantajosamente sobre a sensibilidade da medição de posição e possibilita uma resolução de posição mais alta. Especialmente, pelo princípio de acordo com a invenção, vantajosamente resulta a prevenção de superacoplamento de sinais, como ocorre em sistemas convencionais.

[007] Iguamente pela configuração da invenção, obtém-se uma dinâmica maior de um sistema total apresentando o sensor de posição, de modo que é realizável uma detecção de posições mais rápida do que em sistemas convencionais, e também uma taxa de detecção mais elevada.

[008] Em uma configuração preferida, o dispositivo de fornecimento de energia elétrica apresenta pelo menos um acumulador de energia, preferivelmente local. Preferivelmente, no caso do acumulador de energia, trata-se de um condensador. Alternativamente ou de modo complementar, podem estar previstos também uma ou várias baterias ou acumuladores. Especialmente preferido, pelo menos um acumulador de energia está disposto localmente no sensor de posição, de modo que ele é movimentado juntamente com este.

[009] Em outra configuração preferida, o acumulador de energia do dispositivo de fornecimento de energia elétrica está disposto localmente no sensor de posição (isto é, móvel juntamente com este) e configurado para armazenar energia elétrica em forma de tensão contínua. Isto é possível tanto no emprego de condensadores quanto no emprego de baterias ou acumuladores.

[0010] Em outra configuração preferida, o acumulador de energia apresenta pelo menos um condensador com uma capacidade de 1nF

(Nanofarad) ou mais, especialmente de 10 nF ou mais, e mais preferivelmente de 100 nF ou mais.

[0011] Em outra configuração preferida, o acumulador de energia apresenta pelo menos um acumulador ou uma bateria com uma capacidade de 10 mAh (miliampères/hora) ou mais, especialmente de 100 mAh ou mais, ou mais preferivelmente de 500 mAh ou mais.

[0012] Em outras configurações, porém, pode se levar em consideração também prover o acumulador de energia não localmente no sensor de posição, mas ligá-lo por meio de uma ligação de linha elétrica, ou do tipo cabo de reboque e/ou de um contato de circuito, pelo que as medidas do sensor de posição se reduzem.

[0013] Em outra configuração vantajosa, o dispositivo de fornecimento de energia elétrica apresenta pelo menos um transformador de energia, que está configurado para transformar energia mecânica e/ou energia térmica e/ou energia de radiação e/ou de uma energia retirada de um campo magnético e/ou elétrico em energia elétrica (e/ou energia química, por exemplo, no caso de baterias ou acumuladores), pelo que há muitas possibilidades de fornecimento de energia do sensor de posição ativo. Especialmente, em uma configuração, também pelo princípio de "energy harvesting", pode-se fazer transformação, sendo que o sensor de posição retira de seu ambiente a energia necessária para sua operação, especialmente de, por exemplo, campos eletromagnéticos existentes, radiação solar, luz ambiente, oscilações mecânicas de um sistema alvo que contenha o sensor de posição, etc.

[0014] É especialmente vantajoso, em uma configuração, um abastecimento indutivo do sensor de posição com energia elétrica, sendo que, por exemplo, um dispositivo de medição de posição associado ao sensor de posição disponha de pelo menos uma bobina de indução correspondente para geração de um campo indutivo. Nesta

configuração, o sensor de posição pode apresentar pelo menos uma bobina de recepção para receber energia do campo indutivo, e a tensão induzida na bobina de recepção pode, por exemplo, ser empregada para carga do acumulador de energia do sensor de posição (neste caso preferivelmente local). É especialmente preferido que o transformador de energia do sensor de posição esteja projetado, em uma configuração da invenção, para obter energia de um campo de indução de uma frequência de cerca de 1 MHz até cerca de 4 MHz.

[0015] Em outra configuração preferida, o dispositivo de fornecimento de energia elétrica apresenta um retificador para carregar o acumulador de energia, especialmente empregando-se uma tensão contínua. Neste caso, a tensão contínua gerada através do retificador é utilizada para carregar o acumulador de energia. A energia obtida, por exemplo, do campo de indução descrito acima, por exemplo, numa frequência de, por exemplo, cerca de 1 MHz a cerca de 4 MHz pode então ser empregada retificada, localmente no sensor de posição, para carregar um acumulador de energia disposto também localmente no sensor de posição, como, por exemplo, um acumulador ou um condensador.

[0016] Em outra configuração vantajosa, está previsto que o dispositivo gerador de sinal apresente pelo menos um oscilador, preferivelmente ativo. Assim, é dada a possibilidade de gerar o sinal magnético periódico ativamente no sensor de posição, o qual é utilizável, em um dispositivo de medição de posição associado para detectar a posição do sensor de posição. Por exemplo, uma bobina magnética prevista como emissor do dispositivo gerador de sinal pode ser solicitada diretamente com o sinal de saída do oscilador. Alternativamente, o sinal de saída do oscilador pode ser reforçado inicialmente, e a bobina magnética é solicitada então com o sinal de saída reforçado do oscilador, para gerar o sinal magnético periódico. Por oscilador "ativo" entende-se aqui um oscilador que obtém uma

tensão elétrica contínua como tensão de entrada, e que gera ativamente um sinal alternado como sinal de saída.

[0017] Em outra configuração o dispositivo gerador de sinal pode apresentar também várias bobinas magnéticas.

[0018] Em outra configuração vantajosa está previsto que o sinal magnético periódico apresente um componente de frequência na faixa de cerca de 1 kHz (quilohertz) a cerca de 200 kHz. De modo especialmente vantajoso, o sinal periódico gerado pelo sensor de posição ou seu dispositivo gerador de sinal apresenta exatamente um componente de frequência na faixa de frequência designada acima, pelo que está possibilitada uma medição de posição precisa. A previsão de sinais na faixa de kHz possibilita, além disso, um aproveitamento simples e eficiente, ao contrário de sistemas conhecidos, os quais trabalham com frequências mais elevadas.

[0019] Outra solução para o problema de presente invenção está indicada por meio de um dispositivo medidor de posição de acordo com a reivindicação 6.

[0020] O dispositivo medidor de posição de acordo com a invenção está previsto para detectar uma posição de um sensor de posição movimentável ao longo de um caminho de medição, sendo que o sensor de posição está configurado preferivelmente de acordo com a presente invenção. O dispositivo medidor de posição apresenta pelo menos um circuito condutor disposto ao longo do caminho de medição para detecção de um sinal magnético gerado pelo sensor de posição, sendo que o primeiro circuito condutor está configurado de tal modo que um acoplamento magnético se altera entre um/o dispositivo gerador de sinal do sensor de posição e o primeiro circuito condutor em função da posição do sensor de posição. Além disso, o dispositivo medidor de posição de acordo com a invenção apresenta um dispositivo de avaliação, que está configurado para detecção da posição em função

de um primeiro sinal (elétrico) gerado através do sinal magnético no primeiro circuito condutor.

[0021] O emprego do sensor de posição ativo de acordo com a invenção para o dispositivo medidor de posição de acordo com a invenção condiciona a vantagem de que o primeiro sinal gerado no primeiro circuito condutor apresenta uma amplitude relativamente grande, pelo que os efeitos perturbadores já descritos inicialmente têm efeito forte sobre o resultado da medição.

[0022] Em outra configuração vantajosa está previsto que ainda um segundo circuito condutor disposto pelo menos em trechos ao longo do caminho de medição, para detecção do sinal magnético gerado pelo sensor de posição, sendo que o dispositivo de avaliação para determinação da posição está configurado em função do primeiro sinal e de um segundo sinal gerado através do sinal magnético no segundo circuito condutor.

[0023] Em uma configuração preferida, pelo menos um trecho do primeiro circuito condutor apresenta um curso substancialmente em forma de seno em relação a uma posição de referência do caminho de medição, e pelo menos um trecho do segundo circuito condutor apresenta um curso substancialmente em cosseno em relação à posição e referência do caminho de medição. Assim, é possível uma detecção de posição especialmente precisa.

[0024] Em outra configuração vantajosa, está previsto que pelo menos um circuito condutor está configurado de tal modo, que a grandeza de um elemento de face diferencial do dito pelo menos um circuito condutor altera-se ao longo de um eixo de coordenada do caminho de medição de acordo como uma função predeterminável. Daí resulta uma tensão de indução dependente da grandeza do elemento de face diferencial no circuito condutor considerado, em consequência da solicitação com um sinal magnético periódico do sensor de posição,

de modo que, através de avaliação, por exemplo, da amplitude do sinal de tensão induzido no circuito condutor, pode-se concluir a posição do sensor de posição.

[0025] Deve-se observar que, em algumas configurações, a função mencionada – pelo menos para um circuito condutor – pode ser também uma constante, isto é, independente da coordenada de posição.

[0026] Na medida em que a função predeterminável determine uma associação nítida da grandeza do elemento de face diferencial do circuito condutor considerado a uma posição correspondente, o emprego deste um circuito condutor considerado já basta para a determinação precisa de posição de acordo uma configuração.

[0027] Em uma configuração especialmente preferida, está previsto que pelo menos dois circuitos de condutor estão previstos, sendo que uma função associada ao primeiro circuito condutor é uma função de seno, sendo que uma função associada ao segundo circuito condutor é uma função de cosseno, e sendo que uma função associada ao terceiro circuito condutor é uma constante. Assim, se consegue vantajosamente que, em consequência da incidência do sinal magnético periódico do sensor de posição no primeiro circuito condutor, ocorre uma primeira tensão de indução, a qual apresenta uma dependência em forma de seno da posição do sensor de posição, enquanto no segundo circuito condutor ocorre uma tensão de indução em forma de cosseno correspondente. No terceiro circuito condutor, em virtude da grandeza constante do elemento de face diferencial, independentemente da posição do sensor de posição ou do sinal magnético que sai dele, é induzido um sinal de tensão com curva envoltória constante, o qual, em uma configuração preferida, é empregável como sinal de referência para avaliação.

[0028] Como outra solução vantajosa do problema da presente invenção, está indicado um processo de operação para um sensor de

posição de acordo com a reivindicação 10.

[0029] Como ainda outra solução do problema da presente invenção, está indicado um processo para operação de um dispositivo medidor de posição de acordo com a reivindicação 12. Em uma configuração especialmente preferida deste processo, está configurado pelo menos um circuito condutor de tal modo, que a grandeza de um elemento de face diferencial do dito pelo menos um circuito condutor altera-se ao longo de um eixo de coordenada do caminho de medição de acordo com uma função predeterminável.

[0030] Em outra configuração, está previsto que pelo menos três circuitos de condutor estão previstos, sendo que uma função associada ao primeiro circuito condutor é uma função de seno, sendo que uma função associada ao segundo circuito condutor é uma função de cosseno, e sendo que uma função associada ao terceiro circuito condutor é uma constante, sendo que o dispositivo de avaliação detecta a posição em função do primeiro sinal e de um segundo sinal gerado através do sinal magnético do segundo circuito condutor e de um terceiro sinal gerado através do sinal magnético no terceiro circuito condutor.

[0031] Em outra configuração preferida, o segundo sinal é defasado em 90 graus para receber um segundo sinal defasado, e o primeiro sinal é adicionado ao segundo sinal defasado, para receber um sinal de soma, sendo que a comparação de fase entre o sinal de soma e o terceiro sinal é realizada para detectar a posição.

[0032] Em outra configuração especialmente preferida, a comparação de fase apresenta as seguintes etapas: transformação do sinal de soma em um primeiro sinal digital, transformação do terceiro sinal em um segundo sinal digital, comparação das fases dos primeiro e segundo sinais digitais, especialmente no caminho de uma medição de tempo, para detectar a posição. Assim fica possibilitada uma

detecção de posição especialmente simples e eficiente. Especialmente, a detecção de defasagem ou realização da comparação de fase proposta de acordo com a invenção pode ocorrer através de uma medição de tempo altamente precisa realizada com elementos construtivos eletrônicos simples. Em uma variante da invenção, a transformação do sinal de soma ou do terceiro sinal nos sinais digitais correspondentes pode ocorrer de maneira eficiente e favorável aos custos, ou por meio de comparadores, especialmente Schmitt-Trigger.

[0033] Outras características, possibilidades de emprego e vantagens da invenção resultam da descrição seguinte de exemplos de realização da invenção, os quais estão representados nas figuras. Neste caso, todas as características descritas ou representadas formam, separadamente ou em qualquer combinação, o objeto da invenção, independentemente de seu resumo nas reivindicações dependentes ou de sua relação de dependência, bem como independentemente de sua formulação ou representação na descrição ou nas figuras.

[0034] No desenho estão mostrados:

[0035] Figura 1 – esquematicamente um diagrama de bloco de um sensor de posição de acordo com uma configuração;

[0036] Figura 2 – esquematicamente uma vista lateral de um dispositivo medidor de posição de acordo com uma configuração;

[0037] Figura 3 – esquematicamente um corte de um circuito condutor de acordo com uma configuração;

[0038] Figura 4 – esquematicamente uma vista superior dos circuitos de condutor de um dispositivo medidor de posição de acordo com uma configuração;

[0039] Figuras 5a, 5b – esquematicamente respectivos aspectos do fornecimento de energia do sensor de posição de acordo com outra configuração;

[0040] Figura 6 – esquematicamente circuitos de condutor de um dispositivo medidor de posição de acordo com outra configuração;

[0041] Figura 7 – esquematicamente um diagrama de bloco simplificado de acordo com uma configuração; e

[0042] Figura 8 – esquematicamente um diagrama de bloco de uma configuração do processo de acordo com a invenção.

[0043] A figura 1 mostra esquematicamente um diagrama de bloco do sensor de posição 100 de acordo com a invenção de acordo com uma primeira configuração. O sensor de posição 100 apresenta um dispositivo gerador de sinal 110 para gerar um sinal magnético periódico S. O sinal magnético periódico S, pode acoplar em pelo menos um circuito de medição de um dispositivo medidor de posição a ser descrito mais tarde, e provocar aí um sinal de indução correspondente, cujo aproveitamento possibilita uma detecção de posição do sensor de posição 100.

[0044] O sensor de posição 100 de acordo com a invenção apresenta ainda um dispositivo de fornecimento de energia elétrica 120 para abastecer o dispositivo gerador de sinal 110 com energia elétrica. Assim é vantajoso realizar um sensor de posição 100 "ativo", isto é, um sensor de posição 100 que pode gerar ativamente o sinal magnético periódico S e, com amplitude correspondentemente maior, acoplar em um ou vários circuitos de medição de um dispositivo medidor de posição. Assim se possibilita uma medição de posição especialmente rápida e precisa.

[0045] Em uma configuração vantajosa, o sensor de posição 100 apresenta um acumulador de energia 122 preferivelmente local. É especialmente preferido configurar o acumulador de energia local 122 como condensador. Alternativamente ou complementarmente, o dispositivo de fornecimento de energia elétrica 120 pode apresentar também pelo menos um transformador de energia 124, que está

configurado para receber, pelo menos parcialmente, energia alimentada por uma unidade externa (não mostrada) ou geralmente pelo ambiente do sensor de posição 100 e transformar em outras formas de energia, especialmente em energia elétrica. Por exemplo, a energia E pode ser preparada para o sensor de posição em forma de um campo de indução magnético. Neste caso, o transformador de energia 124 está configurado para transformar pelo menos uma parte da energia magnética do campo de indução em energia elétrica, especialmente utilizando o princípio de indução, de modo que, por exemplo, o condensador 122 pode ser carregado com o emprego de energia recebida desta maneira.

[0046] Em uma configuração preferida, o sinal magnético periódico S apresenta uma frequência na faixa de cerca de 1 kHz a cerca de 200 kHz, especialmente na faixa de cerca de 10 kHz a cerca de 20 kHz, o que possibilita uma detecção e posição especialmente precisa.

[0047] Em outra configuração preferida, o transformador de energia 124 de acordo com a invenção está configurado para retirar energia de campo magnético de um campo de indução com uma frequência de cerca de 1 MHz (megahertz) a cerca de 4 MHz, especialmente cerca de 2 MHz. Através das diferentes faixas de frequência associadas ao sinal S, está vantajosamente garantido que não ocorra praticamente nenhuma influência contrária, especialmente nenhuma reação contrária indesejável da transmissão de energia indutiva E para o sensor de posição 100 ou o sinal ou para o sinal magnético S gerado por ele para a detecção e posição. Em vez disso, uma utilização do sinal magnético S ou de sinais derivados dele, como por exemplo sinais de tensão de indução, pode abranger uma filtragem simples, por exemplo com o emprego de filtros passa-baixo, para eliminar "porção de sinal" do campo de indução antes da avaliação de posição propriamente dita.

[0048] A figura 2 mostra esquematicamente uma vista lateral de um

dispositivo medidor de posição 1000 de acordo com uma configuração da invenção. O dispositivo medidor de posição 1000 apresenta um primeiro circuito condutor L1, que se estende ao longo de uma coordenada de posição x e, conseqüentemente, ao longo de um caminho de medição MW na figura 2 do sensor de posição 100 disposto acima do primeiro circuito condutor L1. É especialmente vantajoso dispor o circuito condutor em uma configuração plana em um elemento de suporte 1002, em que, por exemplo, pode-se tratar de um material de platina para produção de placas condutoras elétricas. É especialmente preferido realizar o primeiro circuito condutor L1, bem como eventualmente outros circuitos condutores existentes (não mostrados na figura 2) em forma de uma ou várias vias condutoras no material de platina 1002.

[0049] Como material de platina considera-se, por exemplo, material-FR4 ou também um material cerâmico ou semelhante. Em outras configurações são possíveis também condutores em folha flexíveis para receber um ou vários circuitos de condutor, pelo que são dados outros graus de liberdade para configuração do caminho de medição MW.

[0050] Na figura 2 é visível que o sensor de posição 100 emite o sinal magnético S gerado por ele na direção do primeiro circuito condutor L1, a partir do qual, em virtude de efeitos de indução, resulta um primeiro sinal s1 no circuito condutor L1, o qual é avaliado através do dispositivo de avaliação 1010 para detecção da posição x do sensor de posição 100.

[0051] Em uma configuração especialmente preferida, o afastamento local d na figura 2 entre o sensor de posição 100 ou seu dispositivo gerador de sinal 110 (figura 1) e o plano do circuito condutor L1 é de poucos milímetros, por exemplo entre cerca de 0 mm e cerca de 20 mm, preferivelmente entre cerca de 0,1mm e 10mm.

[0052] Em algumas configurações, o elemento de suporte 1002 pode apresentar uma caixa (não mostrada) com o primeiro circuito condutor L1 disposto nele, sendo que pelo menos na região do circuito condutor L1 ou ao longo do caminho de medição MW pode ser escolhido para material de caixa um material que permita a passagem do sinal magnético S do sensor de posição 100 para o primeiro circuito condutor L1.

[0053] Em outras configurações, o sensor de posição 100 pode estar disposto de modo deslizante sobre a superfície do circuito condutor L1 ou do elemento de suporte. Neste caso, o sensor de posição 100 ou seu dispositivo gerador de sinal 110 e/ou o circuito condutor L1 podem apresentar uma camada de deslizamento correspondente (não mostrado), a qual está configurada vantajosamente de modo eletricamente isolante, para impedir um contato galvânico entre o dispositivo gerador de sinal 110 e o circuito condutor L1.

[0054] Em uma configuração especialmente preferida está previsto que pelo menos um circuito condutor L1 do dispositivo medidor de posição 1000 esteja configurado de tal modo que a grandeza de um elemento de face diferencial do dito pelo menos um circuito condutor L1 se altere ao longo de um eixo de coordenada x do caminho de medição MW, de acordo com uma função predeterminável. A figura 3 mostra esquematicamente um recorte de um primeiro circuito condutor L1, o qual se estende ao longo do eixo de coordenação. Como se pode ver na figura 3, o primeiro trecho L1_1 do primeiro circuito condutor L1 apresenta substancialmente forma de seno (isto é, $\text{seno}(x)$ proporcional em relação ao eixo de coordenadas x eixo paralelo imaginário (não mostrado), enquanto o segundo trecho L1_2 apresenta substancialmente uma forma de seno negativo (isto é, $-\text{seno}(x)$ proporcional) em relação ao mesmo eixo. Assim resulta, para o elemento de face diferencial dA da figura 3 considerado como exemplo,

uma grandeza que depende do valor da função de seno na região dos pontos de apoio x' , x'' , bem como da largura de intervalo $x'' - x'$, via de regra constante. Através da relação entre a coordenada de posição x e da função predeterminável, aqui de uma função seno, como consequência de uma configuração da invenção, pose-se fechar na posição x , em que se encontra o sensor de posição 100, a partir de uma amplitude do primeiro sinal s_1 induzido no primeiro circuito condutor L_1 em virtude do sinal magnético S , o qual é um sinal de tensão de indução. Em outras posições x , o elemento de face diferencial apresenta outros valores, correspondendo às trajetórias em forma de seno do primeiro circuito condutor L_1 considerado como exemplo, os quais, conseqüentemente, levam a outras amplitudes de sinal para o primeiro sinal s_1 .

[0055] A figura 4 apresenta outra configuração da invenção. Está apresentada uma vista superior da disposição esquemática de circuito condutor do dispositivo medidor de posição de acordo com uma configuração.

[0056] Um primeiro circuito condutor L_1 apresenta essencialmente uma forma de seno em relação à posição de referência x_0 . Para ser mais exato, o primeiro circuito condutor L_1 – em analogia à figura 3 – abrange dois trechos não indicados com mais detalhes, dos quais o primeiro apresenta uma forma de seno positiva em relação à posição de referência x_0 e dos quais o segundo apresenta uma forma de seno negativa em relação à posição de referência x_0 . Na região B (coordenada de posição x_2) os dois trechos se cruzam, sem, porém, estarem unidos entre si galvanicamente, e na região da coordenada de posição x_3 o primeiro circuito condutor L_1 fecha com desvio da forma de seno através de um trecho que se estende substancialmente vertical na figura 4.

[0057] Um segundo circuito condutor L_2 , que está representado na

figura 4 para melhor visibilidade, através de uma linha tracejada, apresenta, em contraste, forma de cosseno em relação à posição de referência x_0 . Para seus trechos individuais também não indicados com detalhes, vale o que foi dito anteriormente para o primeiro circuito condutor L1, sendo que ocorrem cruzamentos desses trechos na região das coordenadas de posição x_{11} , x_{21} .

[0058] Um terceiro circuito condutor L3, que apresenta forma substancialmente retangular e, conseqüentemente, uma grandeza constante, com referência ao elemento de face diferencial descrito na figura 3, circunda os dois circuitos condutores L1, L2.

[0059] Adicionalmente, na figura 4 o sensor de posição 100 está representado de acordo com uma configuração da invenção. Ele é móvel ao longo da coordenada de posição x ou do caminho de medição, compare a seta dupla não designada, acima dos circuitos condutores L1, L2, L3. Um elemento de suporte 1002, como mostrado na figura 2, não está representado na figura 4 por questão de boa visibilidade, pode, porém, estar configurado, por exemplo, de platina, especialmente platina de camadas múltiplas, sendo que trechos individuais dos circuitos condutores L1, L2, L3 podem estender-se por uma ou várias camadas, as quais estão ligadas entre si de uma maneira conhecida, por exemplo, por meio de metalização de contatos (inglês = "vias").

[0060] Ao primeiro circuito condutor L1 estão associadas as pinças K1, ao segundo circuito condutor L2 estão associadas as pinças K2, e ao terceiro circuito condutor L3 estão associadas as pinças K3.

[0061] Para detecção da posição x do sensor de posição 100, o sensor de posição 100 gera um sinal S magnético periódico (figura 2) da maneira descrita anteriormente, por meio de seu dispositivo gerador de sinal 110 (figura 1), com uma frequência de, por exemplo, cerca de 10 kHz. Isto pode ocorrer, por exemplo, em virtude do fato de que a bobina magnética (não mostrada) do sensor de posição 100 é solicitada

através de um sinal elétrico de frequência correspondente. Através do fluxo de corrente resultante na bobina, ocorre um campo magnético da mesma frequência, de maneira conhecida. O sinal elétrico pode ser gerado, por exemplo, por meio do oscilador já descrito anteriormente.

[0062] Em virtude da lei de indução, em tal operação do sensor de posição 100, em todos os três circuitos condutores L1, L2, L3, de acordo com a figura 4, resulta uma tensão de indução correspondente, a qual é designada, para maior descrição, como primeiro ou segundo ou terceiro sinal. O primeiro sinal corresponde, portanto, à tensão de indução no primeiro circuito condutor L1, como pode ser medido, por exemplo, nas pinças K1 do primeiro circuito condutor L1. O segundo sinal corresponde à tensão de indução que surge nas pinças K2 do segundo circuito condutor L2, e o terceiro sinal corresponde à tensão de indução nas pinças K3 do terceiro circuito condutor L3.

[0063] Enquanto os primeiro e segundo sinais dos primeiro e segundo circuitos condutores L1, L2 apresentam uma respectiva amplitude ou curva envoltória dependente de posição, o terceiro sinal adjacente nas pinças K3 não apresenta amplitude dependente de sinal, mas sim uma amplitude constante, uma vez que, para todas as posições possíveis x do sensor de posição 100 ao longo do caminho de medição MW, essencialmente o mesmo fluxo magnético máximo passa pelo terceiro circuito condutor L3.

[0064] As pinças K1, K2, K3 estão dispostas mais ou menos na coordenada de posição x_0 , como se pode ver na figura 4, enquanto que o caminho de medição significativamente utilizável estende-se entre as coordenadas de posição $x > x_1$, $x < x_3$. Em virtude da forma dos circuitos condutores L1, L2 diferentes da forma ideal de seno ou cosseno, na região das coordenadas de posição $x < x_1$, $x > x_3$, recomenda-se limitar o caminho de medição de modo correspondente.

[0065] Por exemplo, o sensor de posição 100, em uma configuração

do processo de acordo com a invenção, pode gerar um sinal magnético periódico S de tal modo, que uma tensão de indução no terceiro circuito condutor L3 se estabelece como sinal de referência s3 de acordo com a seguinte equação:

$$[0066] \quad s_3 = U \cdot \sin(\omega \cdot t),$$

[0067] sendo que $\omega = 2 \cdot \pi \cdot 10 \text{kHz}$, sendo que U representa um valor máximo de curva da tensão de indução, o qual, de maneira conhecida, é dependente da amplitude do sinal magnético S e, por exemplo, do afastamento do sensor de posição 100 ou de seu dispositivo gerador de sinal 110 (figura 1) do plano do terceiro circuito condutor L3. O sinal s3 recebido desta maneira serve, preferivelmente, como sinal de referência para uma avaliação de outros sinais s1, s2 no sentido de uma detecção da posição x12 do sensor de posição 100.

[0068] Para o primeiro sinal nas pinças K1 do primeiro circuito condutor L1, na presente configuração, um sinal é recebido de acordo com a presente equação:

$$s_1 = U \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot \sin(x).$$

[0069] Analogamente resulta para o segundo sinal do segundo circuito condutor L2:

$$s_2 = U \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot \cos(x).$$

[0070] Em uma configuração especialmente vantajosa, para detecção de posição, o segundo sinal s2, que é recebido através do segundo circuito condutor L2, é submetido a uma defasagem de 90 graus, pelo que um segundo sinal s2' defasado é recebido de acordo com a seguinte equação:

$$s_2' = U \cdot \sin(\omega \cdot t + 90^\circ) \cdot \cos(x) = U \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \cos(x).$$

[0071] Uma adição do segundo sinal defasado s2' com o primeiro sinal leva ao sinal de soma s4:

$$s_4 = U \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot \sin(x) + U \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \cos(x) = U \cdot \cos(\omega \cdot t - x).$$

[0072] O sinal de soma s4 recebido de acordo com a equação

precedente é submetido a uma comparação de fases com o sinal de referência s_3 , sendo que resulta do sinal de referência a posição x , aqui $x = x_{12}$.

[0073] A avaliação descrita acima é especialmente vantajosa, uma vez que a comparação de fases pode ser realizada com precisão muito alta e relativamente pequena complexidade.

[0074] Em uma configuração especialmente preferida está previsto que para a comparação de fases o sinal de soma s_4 é transformado a um primeiro sinal digital, e que o terceiro sinal s_3 , isto é, o sinal de referência, é transformado em um segundo sinal digital, o que, por exemplo, pode ocorrer através de comparadores ou Schmitt-Trigger. A comparação entre as fases dos primeiro e segundo sinais digitais pode ocorrer vantajosamente como uma medição de tempo.

[0075] Por exemplo, um primeiro ponto T_1 pode ser definido como ponto de ocorrência de um flanco positivo do primeiro sinal digital, enquanto que um segundo ponto $T_2 > T_1$ é definido como o ponto da primeira ocorrência de um flanco positivo do segundo sinal digital. Neste caso, a diferença de tempo $T_2 - T_1$ é diretamente proporcional à diferença de fases entre os sinais digitais considerados, de modo que, a partir desta diferença de tempo, finalmente se pode detectar a posição atual x_{12} do sensor de posição 100.

[0076] Como o contador altamente preciso para uma medição de tempo na faixa de kHz (faixa de milissegundos ou faixa de microssegundos), também em microcontroladores ou processadores de sinais digitais (DSP) comparativamente simples estão disponíveis, um dispositivo de avaliação 1010 correspondente (figura 2) já pode ser estabelecido para o dispositivo medidor de posição 1000 de maneira econômica, sem que se tenha que renunciar à precisão especialmente alta que a provisão, de acordo com a invenção, de um sensor de posição ativo 100 possibilita.

[0077] Geralmente, a unidade de avaliação 1010 de acordo com uma configuração pode apresentar uma unidade de cálculos para realizar o processo descrito acima. A unidade de cálculos pode, por exemplo, estar configurada como microcontrolador ou como processador de sinais digital. A previsão de um ASIC (application specific integrated circuit = circuito integrado específico de aplicação) ou de um FPGA (field programmable gate array, disposição de portão programável por campo) é igualmente possível.

[0078] De modo especialmente preferido, a medição de tempo, em outras configurações, pode ser implementada através de mecanismos conhecidos, como por exemplo, "timer interrupts" ou semelhante de microcontroladores conhecidos. Alternativamente ou complementarmente, interessa o emprego de disposições de contadores discretas (por exemplo, CMOS HC 4020) ou de disposições de medição de tempo (TDC, time to digital converter = conversor tempo para digital).

[0079] Alternativamente à avaliação descrita acima é possível também avaliar os sinais análogos s1, s2 ou s3 diretamente por meio de um microcontrolador ou de uma unidade de cálculos de outro tipo. Por exemplo, é possível ler os sinais s1, s2 ou s3 com uma taxa de leitura suficientemente grande, a qual deve ser nitidamente maior do que a frequência do sinal periódico S, e transformar em sinais digitais. Em seguida, uma avaliação das amplitudes e/ou da diferença de fase pode ser realizada através do microcontrolador, como descrito anteriormente.

[0080] Em outra configuração vantajosa é possível também prever somente um circuito condutor L1. Neste caso, a determinação de posição ocorre com utilização de uma relação nítida entre a amplitude do sinal de tensão de indução s1 do circuito condutor L1 único e a posição x. Para garantir uma faixa de nitidez correspondentemente grande, a geometria do circuito condutor L1 considerado deve ser se

selecionada de tal modo, que, no máximo, uma onda senoidal ou apenas uma meia-onda esteja contida no caminho de medição MW considerado.

[0081] A figura 5a mostra outra configuração da invenção. Está representada uma vista superior da disposição de placa condutora de acordo com a figura 4, que aqui está indicada através de um triângulo tracejado e o sinal de referência 1020, e contém no detalhe os três circuitos condutores L1, L2, L3, como mostrado na figura 4.

[0082] Em torno da disposição 1020 está disposto um circuito condutor 1030 que aqui apresenta, por exemplo, somente uma volta, em uma configuração preferida, porém, pode apresentar também várias voltas. O circuito condutor 1030 solicitado, em suas pinças K', com um sinal elétrico que apresenta, preferivelmente, uma frequência de cerca de 1 MHz ou mais, para proporcionar um campo de indução da frequência correspondente. Deste modo, um sensor de posição 100 (figura 2) disposto na região da disposição de circuito condutor 1020 e, conseqüentemente, também dentro do outro circuito condutor 1030 pode ser abastecido com energia para a operação de seu oscilador ou de seu dispositivo gerador de sinal 110, através da indução eletromagnética através do quarto circuito condutor 1030. Como o circuito condutor de indução 1030 é operado preferivelmente com frequências de 1 MHz ou mais, é possível um abastecimento de energia eficiente do sensor de posição 100 e, ao mesmo tempo fica garantido vantajosamente que a operação de medição que ocorre com o emprego do sinal magnético S na faixa kHz não seja perturbada.

[0083] Eventualmente o dispositivo de avaliação 1010 (figura 2) de uma configuração pode realizar uma filtragem de passa-baixo do sinal s1 e/ou s2 e/ou s3 antes da detecção de posição propriamente dita, para assegurar que os sinais de indução de frequência relativamente alta não encontrem entrada na detecção de posição. A filtragem de passa-baixo

pode ocorrer analogamente e/ou digitalmente, de acordo com o princípio de avaliação, mas, em uma configuração preferida, já é realizado analogamente e combinado com a detecção de posição através de comparação de fases, como descrito anteriormente.

[0084] A figura 5b mostra outra variante preferida para a bobina de indução 1030a para abastecimento do sensor de posição 100 com energia. Ao contrário da variante de acordo com a figura 5a, o circuito condutor 1030a de acordo com a figura 5b apresenta uma topografia modificada, a qual causa uma diminuição dos campos magnéticos em torno do circuito condutor 1030a ("Feldbalancierung" = balanceamento de campo).

[0085] A figura 6 mostra esquematicamente uma disposição de circuito condutor de acordo com outra configuração. Ao total estão representados três circuitos condutores L1, L2, L4, sendo que os circuitos condutores L1, L2 correspondem substancialmente aos circuitos condutores L1, L2 de acordo com a figura 4. O terceiro circuito condutor L4 representado na figura 6 apresenta, de modo semelhante ao circuito condutor L1 da figura 6, uma geometria em forma de seno ao longo da coordenada de posição x (figura 4) e em relação ao ponto de junção do dispositivo de avaliação 1010 (figura 6), porém com uma duração periódica ou comprimento de onda maior. O sinal induzido no terceiro circuito condutor L4 pode, portanto, ser utilizado vantajosamente através do dispositivo de avaliação 1010, para realizar, de maneira nítida, uma grande determinação de posição do sensor de posição (não mostrado na figura 6). Um refinamento do valor de posição obtido é possível com o emprego dos sinais dos circuitos condutores L1, L2 de acordo com o princípio descrito anteriormente.

[0086] Opcionalmente, a disposição de acordo com a figura 6 também pode apresentar outro circuito condutor com forma retangular, semelhante ao circuito condutor L3 da figura 4, para fins de prover um

senal de referência. As configurações das figuras 4, 5a, 5b,6 são combináveis entre si também.

[0087] A figura 7 mostra um diagrama de bloco simplificado para ilustrar o princípio de acordo com a invenção. O bloco 210 representa um "emissor de indução" que proporciona o campo de indução descrito anteriormente com referência às figuras 5a, 5b, por exemplo, com uma frequência de cerca de 1 MHz, e desta maneira abastece o sensor de posição ativo 100 com energia E. Como o sensor de posição ativo 100, por sua vez, gera, com o emprego da energia alimentada E, um sinal magnético periódico S de frequência relativamente baixa (frequência entre cerca de 1 kHz a cerca de 200 kHz), para radiação em uma disposição de circuito condutor de um dispositivo medidor de posição, que está ilustrado anteriormente através do bloco 220.

[0088] Vantajosamente, o sensor de posição 100 é alimentado, através da indução eletromagnética com uma frequência de cerca de 1 MHz, com energia para abastecimento do sensor de posição 100, e o sinal magnético S para a detecção de posição propriamente dita é gerado preferivelmente com uma frequência na faixa kHz, de modo que a seguinte avaliação pode realizar uma separação confiável dos sinais que interessam de perturbações que eventualmente surgem ou do sinal de indução I, através do dispositivo de avaliação 1010 por meio de uma filtragem simples.

[0089] A figura 8 mostra esquematicamente um diagrama de bloco para determinação de posição através de um dispositivo de avaliação 1010 de acordo com uma configuração, como é possível, por exemplo, com o emprego da disposição de circuito condutor de acordo com a figura 4. O primeiro sinal s1, recebido do primeiro circuito condutor L1, é alimentado ao adicionador 1014. O segundo sinal s2, recebido do segundo circuito condutor L2, é defasado inicialmente através do defasador 1012 em 90°, pelo que o sinal s2' defasado é recebido, o qual,

por sua vez, é alimentado ao adicionador 1014. O adicionador 1014 forma, a partir dos dois sinais s_1 , s_2' , um sinal de soma s_4 , o qual, como o sinal de referência s_3 do terceiro circuito condutor L3, é alimentado ao comparador de fases 1016, o qual, a partir de uma diferença de fases entre os sinais s_3 , s_4 , detecta a posição x do sensor de posição 100.

[0090] O sensor de posição 100 de acordo com a invenção possibilita vantajosamente a geração de sinais magnéticos S relativamente fortes para acoplamento a um ou vários circuitos de medição L1, L2... do dispositivo medidor de posição 1000, pelo que é possibilitada uma sensibilidade mais elevada e, com isso, uma resolução de posição mais alta. Igualmente é gerada uma maior dinâmica de um sistema total 1000 que apresenta o sensor de posição 100, através da configuração de acordo com a invenção, de modo que a detecção de valores de posição x é possível de modo mais rápido do que em sistemas convencionais, e assim é realizável uma taxa de detecção mais alta.

[0091] Em configurações do sensor de posição 100, nas quais um oscilador esteja previsto, as seguintes etapas podem ser realizadas antes da detecção de posição, para provocar um arranque confiável do oscilador: como por exemplo descrito com referência às figuras 5a, 5b, o sensor de posição 100 pode ser abastecido com energia para a operação do oscilador, através da bobina de indução 1030, 1030a. Adicionalmente, por exemplo, um dos circuitos condutores L1, L2, L3 do dispositivo medidor de posição 1000, pode ser solicitado, por exemplo, através do dispositivo de avaliação 1010 ou de um gerador de sinal separado (não mostrado), com um sinal periódico que apresenta substancialmente a mesma frequência, que o oscilador do sensor de posição. Através do acoplamento indutivo entre o circuito condutor L1, L2, L3 que agora funciona como "circuito emissor" e o oscilador, é favorecido um arranque deste. Assim que o oscilador tenha arrancado,

a solicitação do circuito condutor L1, L2, L3 é ajustado ao lado do dispositivo de avaliação 1010 ou do gerador de sinal separado, e pode-se iniciar a operação propriamente dita para medição de posição, na qual o circuito condutor L1, L2, L3 funciona como circuitos de recepção.

[0092] Em outra configuração, pode estar previsto que pelo menos um circuito condutor L1 apresente uma geometria diferente da forma de seno ou forma de cosseno, como função da coordenada de posição x , por exemplo, geometria triangular. Outras formas "de local nítido" para os circuitos condutores são possíveis também. Além disso, é possível, através de uma distribuição espacial de vários circuitos condutores que não tenha forma de seno e especialmente de uma variação de sua extensão geométrica perpendicularmente à coordenada de posição x , obter uma dependência da coordenada de posição x , em forma de seno ou de cosseno do acoplamento magnético entre sensor de posição e o circuito condutor envolvido.

[0093] Em outra configuração, o caminho de medição MW (figura 2) pode estar configurado reto (especialmente unidimensional). Em outras configurações, é possível também uma trajetória encurvada do caminho de medição, por exemplo bidimensional ou tridimensional.

[0094] A invenção indica um princípio de medição indutivo vantajoso, bem como um sensor de posição indutivo e um dispositivo medidor de posição indutivo.

REIVINDICAÇÕES

1. Sensor de posição (100) para um dispositivo medidor de posição eletrônico (1000), **caracterizado pelo fato de que** o sensor de posição (100) apresenta um dispositivo gerador de sinal (110) para gerar um sinal magnético periódico (S) e um dispositivo de fornecimento de energia elétrica (120) para abastecer o dispositivo gerador de sinal (110) com energia elétrica, em que o sensor de posição (100) tem pelo menos um acumulador de energia local (122) e um transformador de energia (124) com uma bobina de recepção para receber energia de um campo indutivo, em que o dispositivo de fornecimento de energia (120) apresenta um retificador para carregar o acumulador de energia local (122) com uma tensão contínua e em que o sensor de posição (100) está configurado para retificar uma tensão induzida na bobina de recepção por meio do retificador e para carregar o acumulador de energia local (122) com uma tensão contínua gerada pelo retificador, em que o dispositivo gerador de sinal (110) tem pelo menos um oscilador ativo que, para fornecimento de energia, recebe a tensão contínua do acumulador de energia local (122) como tensão de entrada e está configurado para gerar ativamente o sinal magnético periódico (S) no sensor de posição.

2. Sensor de posição (100) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o pelo menos um acumulador de energia (122) local compreende um condensador e/ou uma bateria e/ou um acumulador.

3. Sensor de posição (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de que** o transformador de energia (124) está configurado para obter energia de um campo de indução de uma frequência de cerca de 1 MHz até cerca de 4 MHz.

4. Sensor de posição (100) de acordo com qualquer uma das

reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de que** o sinal periódico (S) apresenta um componente de frequência na faixa de cerca de um quilohertz a cerca de 200 quilohertz, especialmente na faixa de 10 quilohertz a cerca de 20 quilohertz.

5. Sensor de posição (100) de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** o sinal periódico (S) apresenta exatamente um componente de frequência na faixa de cerca de um quilohertz a cerca de 200 quilohertz, especialmente na faixa de 10 quilohertz a cerca de 20 quilohertz.

6. Dispositivo medidor de posição (1000) com sensor de posição (100), configurado como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes, móvel para detecção de uma posição (x) ao longo de um caminho de medição (MW), sendo que o dispositivo medidor de posição (1000) é **caracterizado pelo fato de que** apresenta: pelo menos um primeiro circuito condutor (L1) disposto ao longo do caminho de medição (MW) para detecção de um sinal magnético (S) gerado pelo sensor de posição (100), sendo que o primeiro circuito condutor (L1) está configurado de tal modo, que um acoplamento magnético entre um dispositivo gerador de sinal (110) do sensor de posição (100) e o primeiro circuito condutor (L1) altera-se em função da posição (x) do sensor de posição (100), e um dispositivo de avaliação (1010) para detecção da posição (x) em função de um primeiro sinal (s1) gerado pelo sinal magnético (S) no primeiro circuito condutor (L1), em que o dispositivo medidor de posição (1000) tem pelo menos uma bobina de indução para geração do campo indutivo para o sensor de posição (100).

7. Dispositivo medidor de posição (1000) de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** ainda o segundo circuito condutor (L2) está previsto para detecção do sinal magnético (S) gerado pelo sensor de posição (100), disposto pelo menos parcialmente

ao longo do caminho de medição (MW), sendo que o dispositivo de avaliação (1010) para detecção da posição (x) em função do primeiro sinal (s1) e de um segundo sinal (s2) gerado pelo sinal magnético (S) no segundo circuito condutor (L2), sendo que preferivelmente pelo menos um trecho do primeiro circuito condutor (L1) apresenta uma trajetória substancialmente em forma de seno em relação a uma posição de referência (x0) do caminho de medição (MW) e pelo menos um trecho do segundo circuito condutor (L2) apresenta uma trajetória substancialmente em forma de cosseno em relação à posição de referência (x0) do caminho de medição (MW).

8. Dispositivo medidor de posição (1000) de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 7, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um circuito condutor (L1) está configurado de tal modo, que a grandeza de um elemento de face diferencial (dA) do dito pelo menos um circuito condutor (L1) se altera ao longo de um eixo de coordenada (x) do caminho de medição (MW) de acordo com uma função predeterminável.

9. Dispositivo medidor de posição (1000) de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos três circuitos condutores (L1, L2, L3) estão previstos, sendo que uma função associada ao primeiro circuito condutor (L1) é uma função de seno, sendo que uma função associada ao segundo circuito condutor (L2) é uma função de cosseno, e sendo que uma função associada ao terceiro circuito condutor (L3) é uma constante.

10. Processo para operar um sensor de posição (100) para um dispositivo medidor de posição eletrônico (1000), **caracterizado pelo fato de que** o sensor de posição (100) gera um sinal magnético periódico (S) por meio de um dispositivo gerador de sinal (110) e um dispositivo fornecedor de energia elétrica (120) abastece o dispositivo gerador de sinal (110) com energia elétrica, em que o sensor de posição

(100) tem pelo menos um acumulador de energia local (122) e um transformador de energia (124) com uma bobina de recepção para receber energia de um campo indutivo, em que o dispositivo de fornecimento de energia (120) tem um retificador para carregar o acumulador de energia local (122) com uma tensão contínua, e em que o sensor de posição (100) retifica uma tensão induzida na bobina de recepção por meio do retificador e carrega o acumulador de energia local (122) com uma tensão contínua gerada pelo retificador, em que o dispositivo gerador de sinal (110) tem pelo menos um oscilador ativo que, para fornecimento de energia, recebe a tensão contínua do acumulador de energia local (122) como tensão de entrada e gera ativamente o sinal magnético periódico (S) no sensor de posição.

11. Processo de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o transformador de energia (124) obtém energia de um campo de indução de uma frequência de cerca de 1 MHz até cerca de 4 MHz .

12. Processo para operar um dispositivo medidor de posição (1000) para detectar uma posição (x) de um sensor de posição (100), como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5, móvel ao longo de um caminho de medição (MW), **caracterizado pelo fato de que** o dispositivo medidor de posição (1000) apresenta pelo menos um primeiro circuito condutor (L1) disposto ao longo do caminho de medição (MW) para detecção de um sinal magnético (S) gerado pelo sensor de posição (100), sendo que o primeiro circuito condutor (L1) está configurado de tal modo que um acoplamento magnético entre um dispositivo gerador de sinal (110) do sensor de posição (100) e o primeiro circuito condutor (L1) altera-se em função da posição (x) do sensor de posição (100), e sendo que um dispositivo de avaliação (1010) detecta a posição (x) em função de um primeiro sinal (s1) gerado pelo sinal magnético (S) no primeiro circuito condutor (L1), e em que o

dispositivo medidor de posição (1000) tem pelo menos uma bobina de indução para geração do campo indutivo para o sensor de posição (100) e, assim, gera um campo indutivo para o fornecimento de energia elétrica do sensor de posição (100).

13. Processo de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** está previsto ainda um segundo circuito condutor (L2) disposto pelo menos parcialmente ao longo do caminho de medição (MW) para detecção do sinal magnético (S) gerado pelo sensor de posição (100), sendo que o dispositivo de avaliação (1010) detecta a posição (x) em função de um primeiro sinal (s1) e de um segundo sinal (s2) gerado pelo sinal magnético (S) no segundo circuito condutor (L2), sendo que preferivelmente pelo menos um trecho do primeiro circuito condutor (L1) apresenta uma trajetória substancialmente em forma de seno em relação a uma posição de referência (x0) do caminho de medição (MW) e pelo menos um trecho do segundo circuito condutor (L2) apresenta uma trajetória substancialmente em forma de cosseno em relação à posição de referência (x0) do caminho de medição (MW).

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 13, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um circuito condutor (L1) está configurado de tal modo, que a grandeza de um elemento de face diferencial (dA) do dito pelo menos um circuito condutor (L1) se altera ao longo do eixo de coordenada (x) do caminho de medição (MW) de acordo com uma função predeterminável.

15. Processo de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos três circuitos condutores (L1,L2,L3) estão previstos, sendo que uma função associada ao primeiro circuito condutor (L1) é uma função de seno, sendo que uma função associada ao segundo circuito condutor (L2) é uma função de cosseno, e sendo que uma terceira função associada ao terceiro circuito condutor (L3) é uma constante, e sendo que o dispositivo de avaliação (1010) detecta a posição (x) em

função do primeiro sinal (s1) e de um segundo sinal (s2) gerado pelo sinal magnético (S) no segundo circuito condutor (L2) e de um terceiro sinal (s3) gerado pelo sinal magnético (S) no terceiro circuito condutor (L3).

16. Processo de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de que** o segundo sinal (s2) é defasado em 90 graus, para receber um segundo sinal defasado (s2'), sendo que o primeiro sinal (s1) é adicionado ao segundo sinal defasado (s2'), para obter um sinal de soma (s4), e sendo que uma comparação de fases entre o sinal de soma (s4) e o terceiro sinal (s3) é realizada para detectar a posição (x).

17. Processo de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** a comparação de fases apresenta as seguintes etapas: transformar o sinal de soma (s4) em um primeiro sinal digital, transformar o terceiro sinal (s3) em um segundo sinal digital, comparar as fases dos primeiro e segundo sinais digitais por meio de uma medição de tempo, para detectar a posição (x).

18. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 17, **caracterizado pelo fato de que** o campo indutivo apresenta uma frequência de cerca de 1 MHz ou mais.

Fig. 1

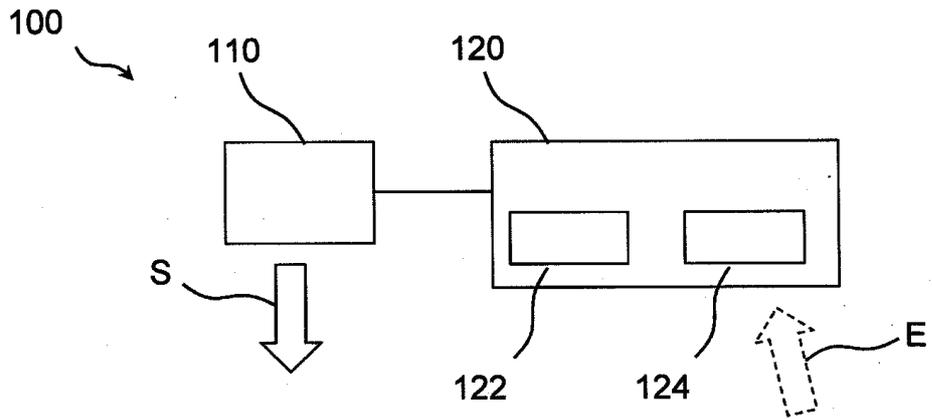


Fig. 2

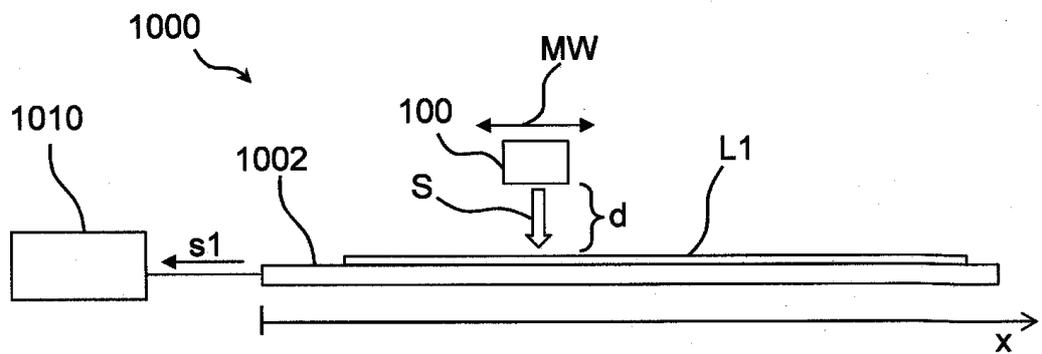


Fig. 3

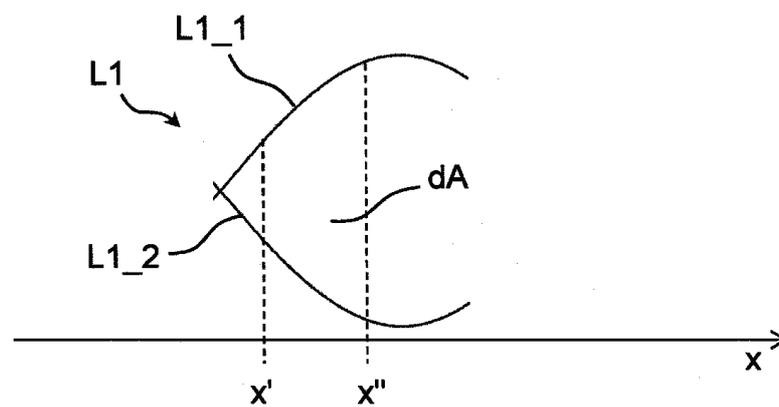


Fig. 4

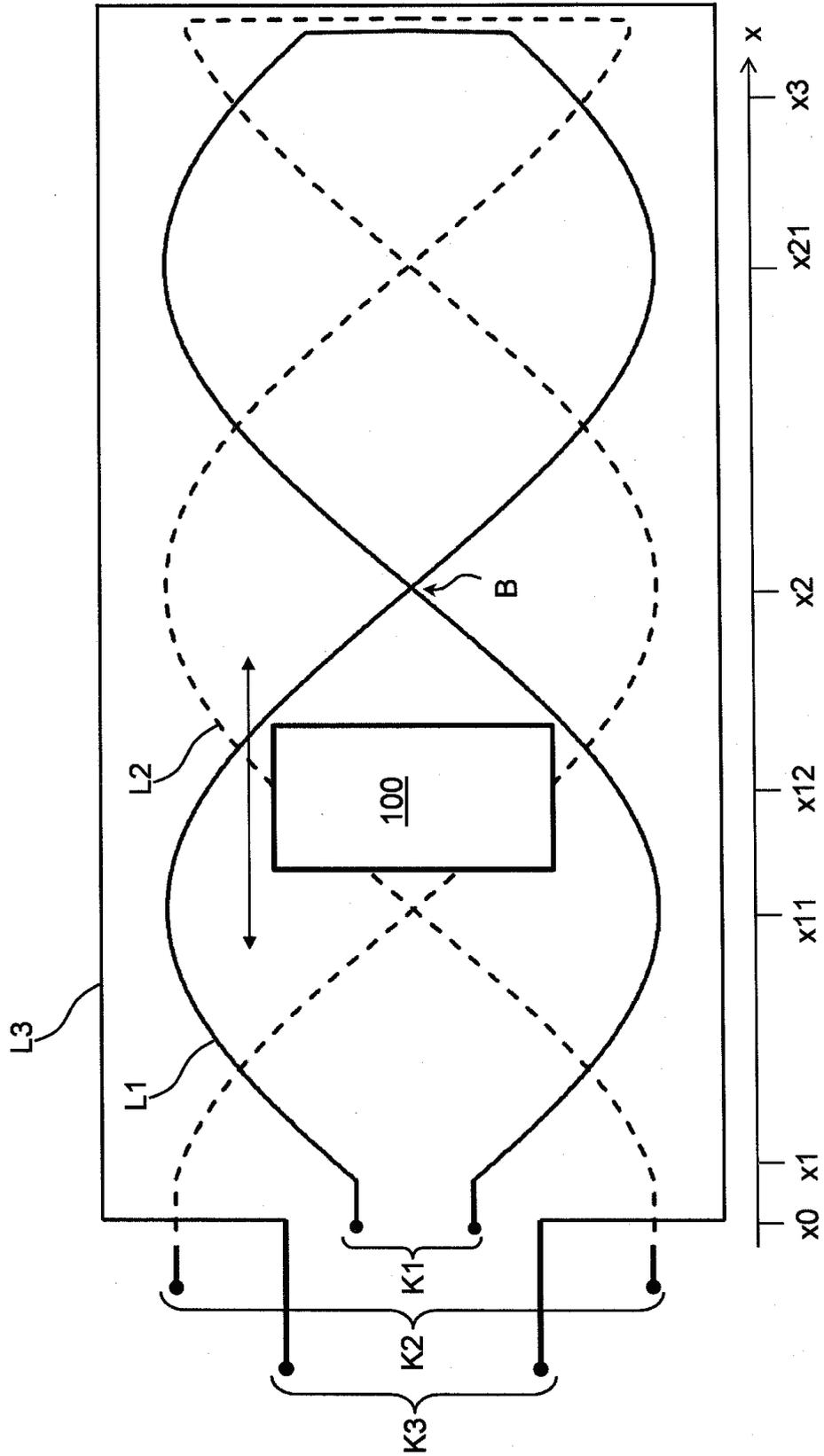


Fig. 5a

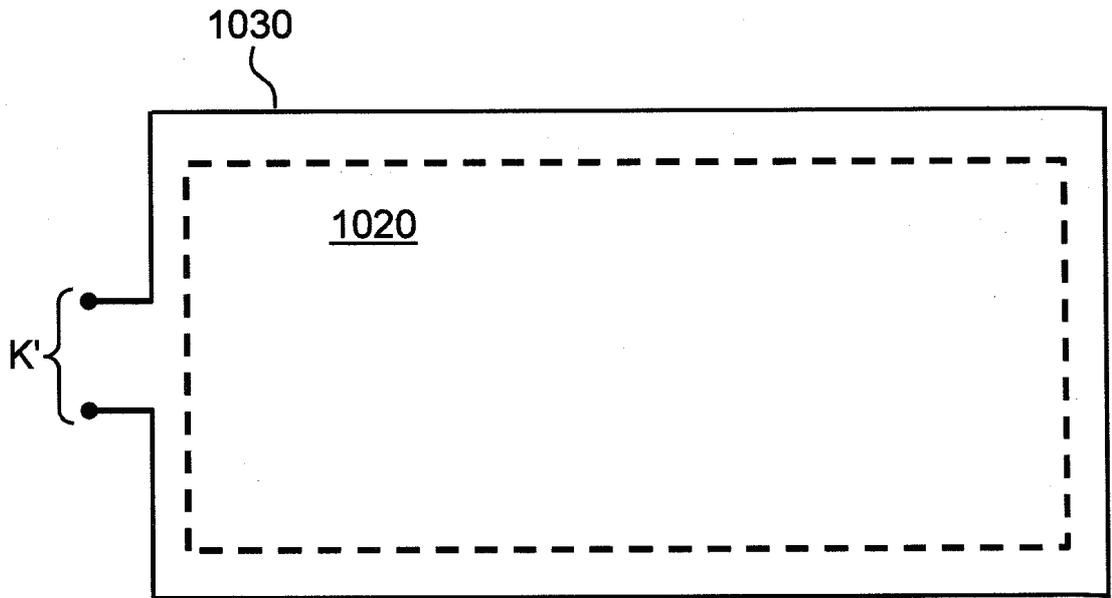
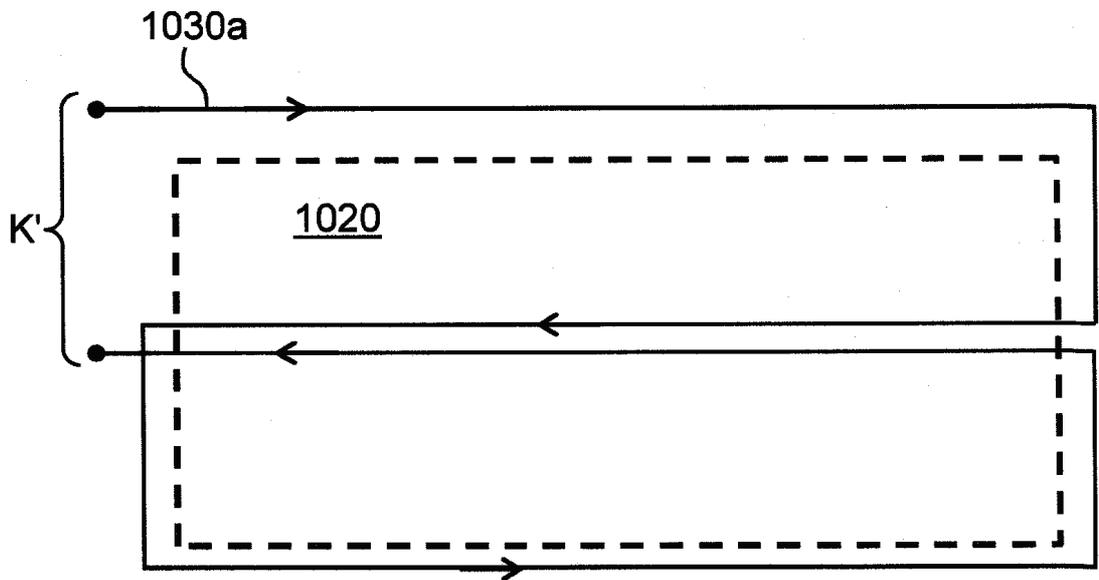


Fig. 5b



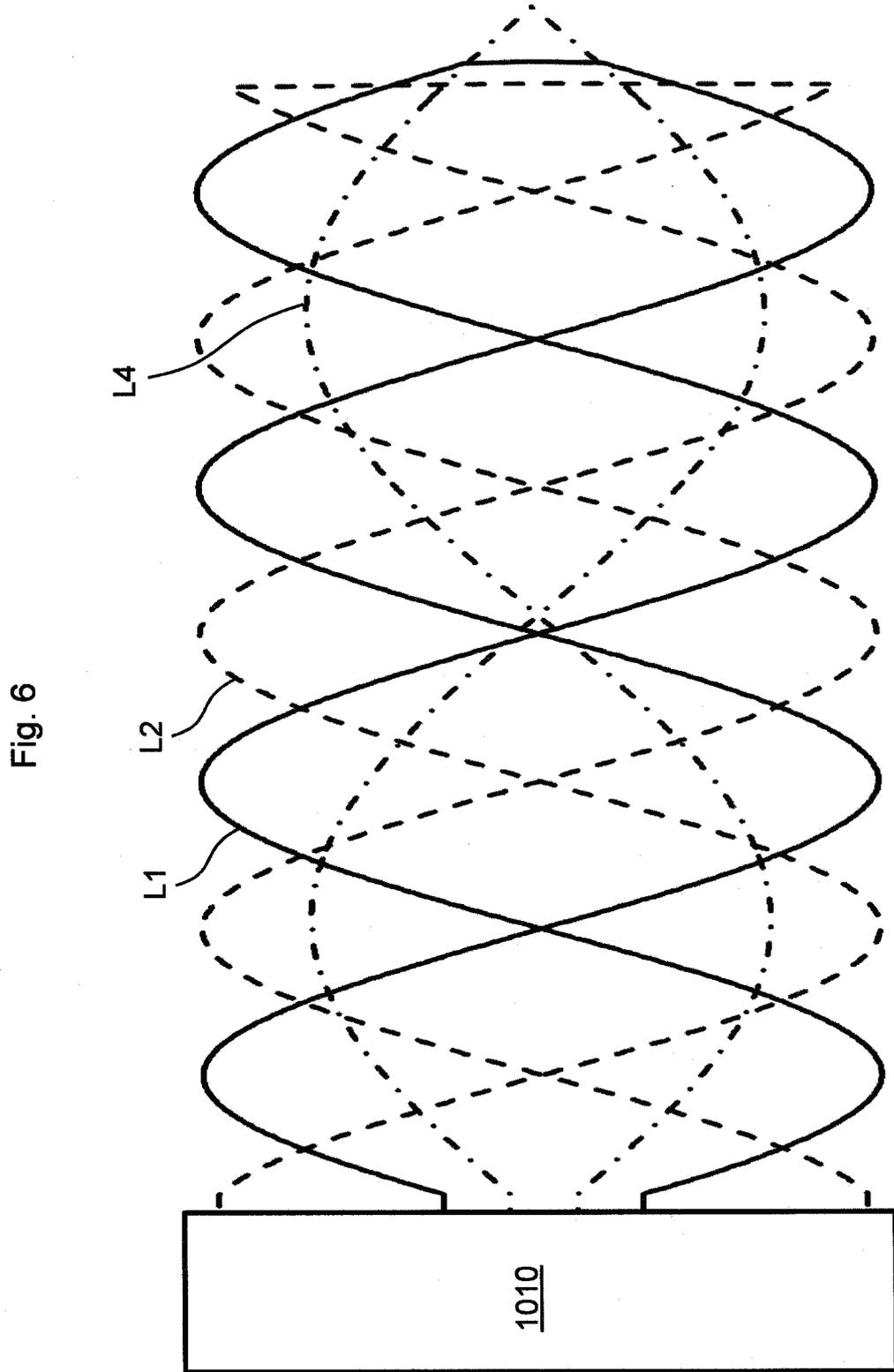


Fig. 7

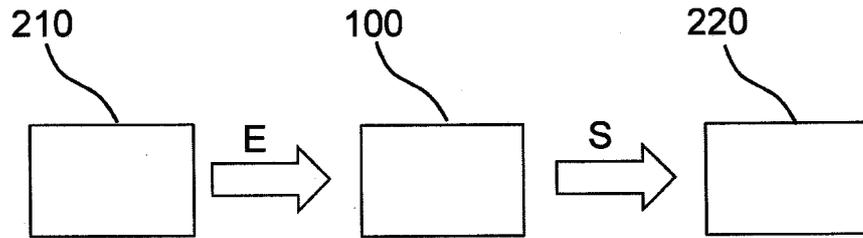


Fig. 8

