



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

(11) BR 112017003879-0 B1



(22) Data do Depósito: 10/09/2015

(45) Data de Concessão: 10/05/2022

(54) Título: MÉTODO DE CONTAGEM DE EVENTOS OCORRIDOS DURANTE UMA DURAÇÃO T E CONTADORES MECÂNICOS DE EVENTOS ASSOCIADOS

(51) Int.Cl.: G01D 5/04; G01B 5/30; G01D 5/245; G01P 15/03.

(30) Prioridade Unionista: 10/09/2014 FR 1402022.

(73) Titular(es): ETAT FRANCAIS REPRESENTE PAR LE DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT; SILMACH.

(72) Inventor(es): LOUVIGNÉ, PIERRE-FRANÇOIS; MINOTTI, PATRICE; SADOULET, VIANNEY; GIRARDIN, PASCAL; HAYE, CHARLES.

(86) Pedido PCT: PCT FR2015000181 de 10/09/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/038256 de 17/03/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/02/2017

(57) Resumo: ?MÉTODO DE CONTAGEM DE EVENTOS OCORRIDOS DURANTE UMA DURAÇÃO T E CONTADORES MECÂNICOS DE EVENTOS ASSOCIADOS?, por tratar-se a presente invenção de um método de contagem de eventos ocorridos durante um período T, realizado por um contador mecânico que compreende duas rodas dentadas de mesmo passo, a ocorrência de um evento que provoca a rotação de cada roda a um ângulo correspondente ao passo dos dentes das referidas rodas, sendo que o referido método compreende: uma primeira etapa que consiste em contar ou calcular, para cada roda no término do período T, a diferença no número de dentes entre suas posições inicial e final, sendo que a referida etapa é realizada pelo menos parcialmente ou por meios ópticos, o que requer a presença em cada roda de pelo menos um marcador, ou por meio de medição do deslocamento angular de cada roda e meios de cálculo associados; e uma segunda etapa que consiste em calcular o número de eventos ocorridos N, em função da diferença entre os valores contados ou medidos e em função do número de dentes das rodas.

“MÉTODO DE CONTAGEM DE EVENTOS OCORRIDOS DURANTE UMA DURAÇÃO T E CONTADORES MECÂNICOS DE EVENTOS ASSOCIADOS”

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se ao campo de contadores mecânicos e, de forma mais específica, refere-se, por um lado, a um método de contagem de eventos que ocorrem durante uma duração T, adaptado para ser implementado por um contador mecânico de eventos, que compreende pelo menos duas rodas dentadas e, por outro lado, refere-se a contadores mecânicos associados.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] A Patente DE19821467 descreve um contador que compreende pelo menos uma primeira roda dentada e uma segunda roda dentada, que engrenam uma na outra e contêm um número diferente de dentes, e um Método de contagem do número de rotações efetuadas pela primeira roda dentada entre um tempo t_i e um tempo t_f , a partir da diferença no número de dentes que estas rodas rodaram entre o tempo t_i e o tempo t_f .

[003] No campo dos sistemas microeletromecânicos (MEMs), o Pedido de Patente Internacional No. WO2012/143627 descreve um microssensor passivo e reversível para a contagem de eventos e, especialmente, do número de ciclos de tensões aos quais uma estrutura é submetida, que pode, por exemplo, corresponder ao número de ciclos de temperatura, tensões mecânicas em tração, compressão e/ou flexão gerada, por exemplo, pela passagem de elementos móveis sobre esta estrutura.

[004] O referido microssensor compreende meios de detecção e contagem dos ciclos de variações de distância entre dois pontos ou áreas de uma estrutura, sendo que estes meios compreendem um suporte contendo uma primeira e uma segunda parte, sendo que cada uma destas partes tem uma área de ancoragem, e estas áreas de ancoragem são adaptadas para

serem fixadas, respectivamente, a qualquer um dos dois pontos ou áreas da estrutura, e os meios de contagem são associados a cada uma das referidas primeira e segunda partes do suporte.

[005] Mais precisamente, conforme ilustração na Figura 1a, o referido microssensor compreende um suporte (101), principalmente em forma de U, constituindo, assim, uma primeira parte (102) e uma segunda parte (103) conectadas entre si por uma terceira parte (104), que constitui a base do U, e meios de contagem (105) dispostos sobre o suporte e que compreendem pelo menos uma primeira roda dentada (106) disposta sobre a referida primeira parte (102) do suporte (101) e, por um lado, uma viga de acionamento (107) da referida primeira roda dentada (106) fixada a uma (108) das suas extremidades (108, 109), à referida segunda parte (103) e, que compreende, em sua outra extremidade (109), um dente adaptado para constituir uma engrenagem (111) com os dentes da primeira roda dentada (106) e, por outro lado, um dispositivo antirretorno (113) da primeira roda dentada (106), de tal maneira que quando a primeira e a segunda partes (102, 103) do suporte (101) estão se aproximando uma da outra, é gerado o acionamento da roda dentada (106) pelo dente de acionamento da viga de acionamento (107), enquanto que, o afastamento das referidas partes faz com que a primeira roda dentada (106) seja mantida pelo dispositivo antirretorno (113) e ocorra uma retração do dente da viga de acionamento sobre um dente da primeira roda dentada (106). As referidas primeira e segunda partes compreendem uma primeira e uma segunda áreas de ancoragem, respectivamente (224 e 225), constituídas por furos nos quais pode ser inserido um parafuso para fixar o microssensor sobre a estrutura a ser analisada, tal como, por exemplo, o parapeito de uma ponte.

[006] A primeira e a segunda área de ancoragem (224 e 225) ficam dispostas, respectivamente, ao longo de um primeiro eixo Y1 e um segundo eixo Y2 paralelos entre si e separados por uma distância L. De preferência, as referidas áreas de ancoragem permitem reduzir ao mínimo o tamanho do sensor, sendo que as referidas áreas de ancoragem são dispostas

de tal maneira que o comprimento L seja o maior possível e a deformação reversível da estrutura entre os eixos Y1 e Y2 seja pelo menos igual ao passo P dos dentes da roda de contagem. Na realidade, quando o microsensor está fixado sobre uma estrutura submetida a uma deformação reversível, a variação de distância entre as duas áreas de ancoragem (224 e 225), portanto, entre os eixos Y1 e Y2, é proporcional a este comprimento L. Consequentemente, para um determinado passo P dos dentes da roda de contagem, e quando se utiliza apenas uma viga de acionamento, a deformação da estrutura entre os eixos Y1 e Y2 deve ser pelo menos igual ao passo P e, de preferência, menor ou igual a $1,5 P$, para detectar um determinado evento.

[007] Neste tipo de microsensor, o eixo da roda de contagem fica disposto sobre o eixo Y1 da primeira parte (102) e a viga de acionamento (107) é integral com a segunda parte (103).

[008] Em outras palavras, os meios de contagem compreendem pelo menos uma roda dentada e meios de acionamento para a rotação desta roda dentada, a um ângulo correspondente ao passo dos dentes desta roda dentada, cada vez que ocorre um evento.

[009] Com uma única roda, é possível contar, em relação a uma posição inicial da roda, um número de deformações reversíveis sucessivas iguais ao número de dentes Z1 desta roda menos um, porque, além disso, o número de deformações pode ser: $N = k.Z1 + z1$

[010] Sendo que:

N: número de deformações reversíveis;

k: número de rotações realizadas pela roda;

Z1: número de dentes da roda;

z1: posição da roda em relação à sua posição inicial correspondente ao número de dentes entre a posição inicial e a posição final.

[011] Assim sendo, com uma única roda, k não pode ser

determinada e N também não pode ser determinado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[012] Para superar pelo menos parcialmente os inconvenientes acima mencionadas, o presente pedido de patente descreve uma modalidade mostrada na Figura 1b, na qual os meios de contagem compreendem uma primeira roda dentada (54i) com $Z_1 = 1000$ dentes e uma segunda roda dentada (150i) com um único dente e rotativamente integral com a primeira roda dentada, sendo que a referida segunda roda (150i) é adaptada, através do seu único dente, para a rotação de uma terceira roda dentada (130i), a um ângulo correspondente ao passo dos dentes na referida terceira roda (130i), cada vez que a primeira roda realiza uma rotação completa, sendo que a referida terceira roda dentada (130i) compreende $Z_2 = 20$ dentes.

[013] Assim sendo, é possível contar, sem ambiguidade, em relação a uma posição inicial das referidas três rodas, uma série de deformações sucessivas igual ao produto $Z_1 * Z_2 = 20.000$.

[014] Entretanto, um dos objetivos dos sistemas microeletromecânicos (MEMS) é ser o mais compacto possível, portanto, menos volumosos. A presente invenção pretende oferecer um contador mais compacto do que aquele ilustrada na referida Figura 1b, para a contagem do mesmo número de eventos, ou oferecer um contador com o mesmo volume, mas que permita contar mais eventos, tipicamente, de 10 a 1.000 vezes mais.

[015] A solução consiste em um Método de contagem de eventos ocorridos entre um tempo t_i e um tempo t_f correspondente a uma duração T, adaptado para ser implementado por um contador mecânico de eventos microeletromecânicos (MEMS), que compreende pelo menos duas rodas dentadas, cujo passo dos dentes é o mesmo, sendo que uma primeira dentada roda D_i compreende Z_i dentes e uma segunda roda dentada D_j compreende Z_j dentes, sendo que Z_i é diferente de Z_j e o máximo divisor comum (mdc) de Z_i e Z_j é diferente de Z_i ou Z_j e, de preferência, igual a 1, a ocorrência

de um evento provoca a rotação de cada uma destas duas rodas a um ângulo correspondente, em seu perímetro, a uma corda igual ao passo de seus dentes e à posição inicial das rodas em relação a uma marca externa que foi marcada, sendo que o método é caracterizado pelo fato de compreender:

- uma primeira etapa que consiste em contar ou calcular ou estimar, tanto para cada uma das rodas D_1 , D_2 , no término da duração T , a diferença no número de dentes z_i , respectivamente, z_j , entre a sua posição inicial no tempo t_i e a sua posição final no término da duração T , sendo que essa diferença fica dentro do intervalo $[0, Z_i[$, respectivamente $[0, Z_j[$, seja diretamente a diferença $(z_i - z_j)$ entre estas diferenças; esta etapa é realizada, pelo menos parcialmente, por meios ópticos, que requerem a presença, em cada uma destas rodas dentadas, de pelo menos uma marca adaptada, para que se possa atribuir, a cada dente da roda, um número de ordem em relação a esta marca, ou pelos meios de medição do deslocamento angular de cada uma destas duas rodas dentadas, entre o tempo t_i e o tempo t_f , e pelos meios de cálculo de z_i e z_j , respectivamente, para cada uma das duas rodas, a partir do valor medido no seu deslocamento angular entre os tempos t_i e t_f e o número dos seus dentes, respectivamente Z_i e Z_j ;

- uma segunda etapa, que consiste em calcular, de preferência, com meios de cálculos, como, por exemplo, um computador, e se Z_i for diferente de Z_j , o número de eventos que ocorreram N , em função da diferença entre os valores de z_i e z_j e em função de Z_i e/ou Z_j .

[016] De acordo com uma característica especial, que pode ser implementada quando o número de eventos que ocorreram for menor do que o valor de $Z_i * Z_j / \text{MDC}(Z_i, Z_j)$:

- a primeira etapa compreende uma contagem a partir do respectivo posicionamento das referidas marcas nos tempos t_i e t_f , respectivamente, ou um cálculo numérico a partir dos valores medidos de deslocamento angular, respectivamente, nos tempos t_i e t_f , em pelo menos uma

primeira roda D_i e uma segunda roda D_j no término da duração T , da diferença no número de dentes z_i , respectivamente z_j entre a sua posição inicial e a posição final no término da duração T , sendo que esta diferença dentro do intervalo $[0, Z_i[$ para a primeira, e, respectivamente $[0, Z_j[$, para a segunda,

– uma segunda etapa constituída de pelo menos um valor inteiro p entre 0 e P_{max} com:

$$P_{Max} = \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_j} - \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_i}$$

[017] MMC é o mínimo múltiplo comum;

– seja no cálculo do número de rotações k_i da primeira roda D_i , em função da diferença $(Z_j - Z_i)$ entre os valores do número de dentes da primeira e da segunda roda D_i, D_j e da diferença $(z_i - z_j)$ entre as diferenças contadas, para cada uma das rodas entre a posição inicial e a sua posição final, e, então, calcular o número de eventos que ocorreram durante a duração T a partir da seguinte fórmula:

$$N = k_i \cdot Z_i + z_i$$

– ou no cálculo do número de eventos ocorridos durante a duração T , a partir de uma das seguintes fórmulas:

$$N = \left(\frac{z_i - z_j - p \cdot Z_j}{Z_j - Z_i} \right) \cdot Z_i + z_i \text{ ou } N = \left(\frac{z_i - z_j - p \cdot Z_j}{Z_j - Z_i} \right) \cdot Z_j + z_j$$

[018] De acordo com uma característica particular, um

método, de acordo com a presente invenção, compreende uma etapa intermediária que consiste em calcular, especialmente quando Z_i for diferente de Z_j , o número de rotações k_i , k_j realizada por cada uma das rodas dentadas a partir dos valores z_i e z_j e a diferença entre os valores Z_i e Z_j .

[019] De acordo com uma característica particular implementada por um contador mecânico que tem apenas duas rodas dentadas, um método, de acordo com a presente invenção, compreende uma etapa que consiste em calcular o número de eventos que ocorreram a partir de uma das seguintes fórmulas:

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_1 + z_1$$

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_2 + z_2$$

[020] Quando o número de elementos a serem contados for superior a $Z_i * Z_j / \text{MDC}(Z_i, Z_j)$, é necessário calcular o número de eventos que ocorreram com pelo menos três rodas dentadas, aplicando, por exemplo, o seguinte método:

– uma primeira etapa que consiste em calcular, para cada uma das n rodas dentadas de D_1 a D_n , no término da duração T , a diferença no número de dentes Z_i entre a sua posição inicial e a posição final no término da duração T , sendo que essa diferença está dentro do intervalo $[0, Z_i - 1]$;

– uma segunda etapa, que consiste em calcular um valor P_{max} , tal como:

$$P_{Max} = \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_2} - \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_1}$$

– uma terceira etapa que consiste, para $p = 0$ a P_{\max} , em:

- em uma primeira fase, calcular o número de rotações da primeira roda dentada D_1 a partir da fórmula:

$$k_1 = \frac{z_1 - z_2 - p \cdot Z_2}{Z_2 - Z_1}$$

- em uma segunda fase, para $i = 2$ a n :

- Calcular K_i a partir da seguinte fórmula:

$$k_i = \frac{(k_1 + p) \cdot Z_2 + z_2 - z_i}{Z_i} \quad (5)$$

- Determinar se o valor k_i é um valor possível, mediante o cumprimento das seguintes condições:

$$\begin{cases} 0 \leq k_i \leq \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_i} - 1 \\ E(k_i) - k_i = 0 \end{cases} \quad (6)$$

[021] Sendo que $E(k_i)$ é a parte inteira de k_i

– se o valor k_i for um valor possível mediante o cumprimento destas condições (6), então, repetir a segunda fase para um novo valor "i" igual a $i + 1$:

– se o valor k_i não atender a estas condições (6), saia então do circuito "i" e reinicie a terceira etapa com um novo valor "p" igual a $p + 1$.

– se todos os valores k_i forem possíveis, saia do circuito "p"

e calcule o número de tensões a partir da seguinte fórmula:

$$N = k_1 \cdot Z_1 + z_1 = \left(\frac{z_1 - z_2 - p \cdot Z_2}{Z_2 - Z_1} \right) \cdot Z_1 + z_1$$

– P é o valor para o qual todos os K_i atendem às condições (6).

[022] A presente invenção também se refere a contadores mecânicos configurados para a implementação, pelo menos parcialmente, da primeira etapa do método, de acordo com a presente invenção.

[023] De acordo com uma primeira característica da presente invenção, um contador mecânico de eventos compreende:

– pelo menos duas rodas dentadas, sendo que uma primeira roda dentada D_i compreende Z_i dentes uniformemente espaçados, com um passo p_i e adaptada para a rotação em torno de um primeiro eixo, e uma segunda roda dentada D_j , que compreende Z_j dentes uniformemente espaçados, com um passo p_j e adaptada para a rotação em torno de um segundo eixo, sendo que cada uma das referidas rodas dentadas compreende pelo menos uma marca radial adaptada, para que se possa atribuir, a cada dente da roda, um número de ordem em relação a esta marca;

– meios de acionamento de ambas as rodas dentadas a um ângulo igual aos passos p_i e p_j dos dentes, mediante a ocorrência de um evento a ser contado;

– e é caracterizado pelo fato de os passos p_i e p_j serem iguais e o número de dentes Z_i da primeira roda dentada D_i ser diferente do número de dentes Z_j da segunda roda dentada D_j e o máximo divisor comum (mdc) de Z_i e Z_j ser diferente de 1 ou Z_j , e, de preferência, ser igual a 1.

[024] De acordo com uma modalidade particular, um

contador mecânico de eventos, de acordo com a presente invenção, compreende meios ópticos, como, por exemplo, uma lente de aumento, uma câmara fotográfica ou uma câmara de vídeo e, quando apropriado, meios para o processamento dos sinais emitidos pelos meios ópticos, por exemplo, constituídos por um computador.

[025] De acordo com outra modalidade particular, um contador mecânico de eventos configurado para implementar, pelo menos parcialmente, a primeira etapa do método, de acordo com a presente invenção compreende:

- pelo menos duas rodas dentadas, sendo que uma primeira roda dentada D_i compreende Z_i dentes uniformemente espaçados, com um passo p_i e adaptada para a rotação em torno de um primeiro eixo, e uma segunda roda dentada D_j , que compreende Z_j dentes uniformemente espaçados, com um passo p_j e adaptada para a rotação em torno de um segundo eixo;

- meios de acionamento de ambas as rodas dentadas a um ângulo igual aos passos p_i e p_j dos dentes, mediante a ocorrência de um evento a ser contado;

- e é caracterizado pelo fato de os passos p_i e p_j serem iguais e o número de dentes Z_i da primeira roda dentada D_i ser diferente do número de dentes Z_j da segunda roda dentada D_j e o máximo divisor comum (mdc) de Z_i e Z_j ser diferente de Z_i ou Z_j e, de preferência, ser igual a 1, e pelo fato de compreender meios (598,599,709,710) para medir o deslocamento angular de cada uma das pelo menos duas rodas dentadas.

[026] De acordo com outra característica da presente invenção, os meios para medir o deslocamento angular de cada roda dentada são do tipo resistivo, capacitivo ou magnético.

[027] De acordo com uma característica particular da presente invenção, os meios de rotação acionam a primeira roda dentada D_i por

meio de uma primeira ligação do tipo engrenagem e a primeira roda dentada aciona a segunda roda dentada por meio de uma segunda ligação do tipo engrenagem.

[028] De acordo com outra característica, um contador mecânico de eventos, de acordo com a presente invenção, compreende:

- Primeiros meios de acionamento da primeira roda dentada D_i e primeiros meios antirretorno da referida primeira roda D_i ;
- Segundos meios de acionamento da segunda roda dentada D_j e segundos meios antirretorno da referida segunda roda D_j .

[029] De acordo com outra característica da presente invenção, o primeiro e o segundo eixos das rodas dentadas D_i e D_j são colineares ou coincidentes e, de um modo preferido, as pelo menos duas rodas são sobrepostas e dispostas no mesmo lado do suporte.

[030] De acordo com outra característica da presente invenção, ou a primeira roda dentada D_i ou a segunda roda dentada D_j compreende indicações numéricas ou coloridas ou qualquer outro meio que permita determinar a sua posição angular, enquanto a outra roda dentada compreende uma abertura em uma parte de um setor, sendo que esta abertura torna visível uma parte das referidas indicações numéricas ou coloridas.

[031] Estes contadores podem ser inteiramente passivos, ou seja, não necessitam de energia para operar.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[032] Outras vantagens e características ficarão mais evidentes na descrição de várias modalidades da presente invenção, em referência aos desenhos em anexo, nos quais:

- as Figuras 2a e 2b mostram uma primeira modalidade exemplificativa de um contador mecânico, que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção, respectivamente, em uma posição inicial e

no término de uma duração T;

– as Figuras 3a e 3b mostram uma segunda modalidade exemplificativa de um contador mecânico, que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção, respectivamente, em uma posição inicial e no término de uma duração T;

– a Figura 3c ilustra uma terceira modalidade exemplificativa de um contador mecânico, que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção;

– a Figura 4 ilustra uma quarta modalidade exemplificativa de um contador mecânico, que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção;

– as Figuras 5a a 5e mostram modalidades exemplificativas das rodas dentadas que podem ser implementadas no contexto da Figura 4;

– a Figura 6 ilustra uma quinta modalidade exemplificativa de um contador mecânico, que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção;

– as Figuras 7a e 7b mostram uma sexta modalidade exemplificativa de um dispositivo MEMS (sistemas microeletromecânicos), que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção, com meios de medição angular do tipo resistivo;

– a Figura 8 ilustra uma sétima modalidade exemplificativa de um dispositivo MEMS (sistemas microeletromecânicos), que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção, com meios de medição angular do tipo resistivo.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[033] As Figuras 2a e 2b mostram uma primeira modalidade exemplificativa de um dispositivo, que permite implementar um

método, de acordo com a presente invenção, respectivamente, em uma posição inicial e no término de uma duração T.

[034] Este dispositivo possui um primeiro suporte (200) adaptado para deslocar-se ciclicamente ao longo de uma direção longitudinal X, em relação a um segundo suporte supostamente estacionário (201), sendo que o referido primeiro suporte retorna à sua posição inicial após cada deslocamento. O referido primeiro suporte também possui um meio de contagem, para a contagem do número de deslocamentos durante uma determinada duração T.

[035] O referido meio de contagem compreende:

– uma primeira roda dentada D_1 compreendendo $Z_1 = 1000$ dentes e uma primeira marca retilínea radial (198) disposta paralelamente a uma das faces principais (209) do segundo suporte (201) e adaptada para rodar, através de um furo axial (203), em torno de um eixo (204) fixado ao segundo suporte (201);

– uma segunda roda dentada D_2 compreendendo $Z_2 = 999$ dentes e uma segunda marca retilínea radial (199) disposta paralelamente a uma das faces principais (209) do segundo suporte (201) e adaptada para rodar, através de um furo axial (205), em torno de um eixo (206) fixado ao segundo suporte (201), sendo que a primeira roda dentada e a segunda roda dentada ficam dispostas de modo a formarem uma engrenagem, na qual a primeira roda dentada roda a segunda roda dentada;

– meios (207) para a rotação da primeira roda dentada D_1 , sendo que estes meios compreendem uma base (208) fixada a uma das faces principais (202) do primeiro suporte (200) e sobre a qual está fixada uma viga de acionamento (210) disposta longitudinalmente e que compreende um dente (211) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D_1 ;

– meios antirretorno (217) da primeira roda dentada D_1 , que

compreendem uma base (212) fixada à face principal (202) do segundo suporte voltado para a roda dentada D, sendo que, sobre a base, é fixada uma viga (213) disposta longitudinalmente e que compreende um dente (214) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D₁.

[036] Portanto, quando o primeiro suporte (200) se move ao longo da direção X, em relação ao segundo suporte (201), o dente (211) dos meios de rotação roda a primeira roda dentada D₁ no sentido horário indicado pela seta, sendo que, a referida primeira roda dentada D₁ roda, por sua vez, a segunda roda dentada no sentido anti-horário indicado pela seta, enquanto o dente (124) do meio antirretorno desliza sobre os dentes da primeira roda dentada devido ao formato do dente e à elasticidade da viga associada, conforme explicado, por exemplo, pelo Pedido de Patente Internacional No. WO 2012/143627 em referência à Figura 5.

[037] Quando o primeiro suporte (200) retorna à sua posição inicial em relação ao segundo suporte (201), o dente (214) do meio antirretorno bloqueia a primeira roda dentada e impede-a de rodar no sentido anti-horário oposto ao indicado pela seta, enquanto que, devido ao formato do dente e à elasticidade da viga associada, o dente (211) dos meios de rotação desliza sobre os dentes da primeira roda dentada, conforme explicado, por exemplo, pelo Pedido de Patente Internacional No. WO 2012/143627 em referência à Figura 5.

[038] Nesta modalidade exemplificativa da presente invenção, o primeiro suporte (200) tem a terceira e a quarta marcas retilíneas (215, 216), para permitir o posicionamento inicial das rodas dentadas em uma posição conhecida. Para esta finalidade, por um lado, é necessário alinhar a primeira marca radial (198) da primeira roda dentada D₁ com a terceira marca retilínea (215) e, por outro lado, alinhar a segunda marca radial (199) da segunda roda dentada D₂ com a quarta marca retilínea (216).

[039] A Figura 2a mostra o meio de contagem em sua posição inicial no tempo t_i , enquanto a Figura 2b mostra o mesmo meio de contagem em uma segunda posição no término de uma duração T , como, por exemplo, um ano.

[040] Pode-se observar que, em relação às suas respectivas posições iniciais, a primeira roda dentada rodou a um ângulo α correspondente a $Z_1 = 417$ dentes, enquanto a segunda roda dentada D_2 rodou a um ângulo β correspondente a $Z_2 = 454$ dentes.

[041] Para calcular o número N de ciclos de deslocamento do primeiro suporte (200) em relação ao segundo suporte (201), é preciso apenas aplicar um método, de acordo com a presente invenção, especificamente:

- Contar, para cada roda dentada D_i, D_j , no término da duração T , a diferença no número de dentes z_i , respectivamente z_j entre a sua posição inicial e a posição final, no término da duração T , sendo que essa diferença está dentro do intervalo $[0, Z_i[$, respectivamente $[0, Z_j[$.

- Calcular o número de eventos que ocorreram N em função da diferença entre os valores de z_1 e z_2 e Z_1 e/ou Z_2 , ou a sua diferença quando $Z_2 - Z_1 > 1$, por exemplo, a partir de uma das seguintes fórmulas:

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_1 + z_1 \quad (1)$$

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_2 + z_2 \quad (2)$$

[042] Como $Z_1 = 1000$ e $Z_2 = 999$ ($Z_1 - Z_2$) é igual a 1, as fórmulas (1) e (2) são simplificadas em:

$$N = (z_2 - z_1) * Z_1 + z_1 \quad (3)$$

$$N=(z_2-z_1)*Z_2+z_2 \quad (4)$$

[043] Portanto, de acordo com (3),

$$N = (454-417)*1000+417 = 37417 \text{ eventos.}$$

[044] Com duas rodas dentadas, o número máximo N_m de eventos que pode ser contado sem qualquer ambiguidade, isto é, sem retornar à posição inicial, é igual a:

$$N_m = \text{LCM}(Z_1, Z_2) - 1$$

[045] MMC é o mínimo múltiplo comum.

$$[046] \text{ Nesse caso, } N_m = (1000*999(-1)) = 998999.$$

[047] De um modo preferido, para maximizar o número de eventos que pode ser contado, os números Z_1 e Z_2 são selecionados de tal maneira que o seu máximo divisor comum é igual a 1. O máximo divisor comum (mdc) não deve ser igual a Z_1 ou Z_2 , porque, neste caso, a roda dentada que compreende o menor número de dentes seria desnecessária.

[048] Se o número máximo N_m de eventos a serem contados sem qualquer ambiguidade deve ser superior a 998.999, é necessário adicionar pelo menos uma terceira roda dentada acionada pela primeira ou pela segunda roda dentada, sendo que a referida terceira roda dentada compreende um número de dentes diferente de Z_1 e Z_2 .

[049] De um ponto de vista prático, para determinar os números Z_1 e Z_2 , que correspondem, respectivamente, ao número de dentes de cada roda dentada D_1 e D_2 que rodou, em relação à sua posição inicial, uma

possibilidade consiste em utilizar meios ópticos e, quando apropriado, utilizar meios para o processamento de dados emitidos pelos referidos meios ópticos.

[050] O meio óptico mais simples pode ser uma lente de aumento, principalmente quando se utiliza o contador dentro de um dispositivo do tipo MEMS (sistemas microeletromecânicos), e, então, o operador conta os números de z_1 e z_2 .

[051] Os meios ópticos também podem, por exemplo, ser compostos por aqueles descritos no Pedido de Patente dos Estados Unidos No. US2002/0011840, mas depois requerem a presença de uma fonte de energia. Para evitar isto, os meios ópticos podem consistir em uma câmara preferencialmente digital, ou em uma câmara de vídeo, que produza uma imagem das referidas rodas dentadas D_1 e D_2 e da terceira e da quarta marcas retilíneas (215, 216) e depois amplie a imagem, ou amplie de modo a permitir que um operador conte o número de dentes dispostos entre a marca do suporte e a da roda correspondente, portanto, os números z_1 e z_2 .

[052] As imagens obtidas por uma câmara ou por uma câmara de vídeo também podem ser automaticamente processadas por meio de processamento, constituído, por exemplo, por um computador e um produto programa de computador. Como um exemplo, após a ampliação da imagem, o operador pode inserir o número de rodas implementadas, sendo duas rodas dentadas nesta modalidade e, para cada uma, o respectivo número total de dentes. Em seguida, apenas é necessário delimitar, por uma primeira linha, uma primeira posição correspondente à marca incluída no suporte e correspondente ao posicionamento da roda no início e, por uma segunda linha correspondente à posição final da marca da roda, o meio de processamento calcula o ângulo formado entre a referida primeira linha e a referida segunda linha e depois o número de dentes correspondentes ao referido ângulo, sendo este último número armazenado.

[053] No final destes cálculos para as duas rodas dentadas,

os meios de processamento calculam e exibem, no monitor, o número de eventos que ocorreu a partir das fórmulas 1) e 2).

[054] Um método ainda mais automático consiste em implementar um software para processar uma imagem por reconhecimento de padrões, ou até mesmo por reconhecimento de cor, adaptado para determinar a posição das diferentes marcas (198, 199, 215 e 216) e, então, a partir desta informação e, se necessário, da entrada por um operador do número total de dentes de cada roda dentada, os meios de processamento calculam então o ângulo formado entre a referida primeira linha e a referida segunda linha e depois o número de dentes correspondente ao referido ângulo, sendo este último número armazenado. No final destes cálculos para as duas rodas dentadas, os meios de processamento calculam e exibem, no monitor, o número de eventos que ocorreram a partir das fórmulas 1) e 2).

[055] A leitura da diferença angular entre as duas rodas dentadas também pode ser realizada por meio da medição de um valor físico do tipo elétrico (resistência, capacidade, variação magnética, etc.).

[056] Portanto, a determinação dos números de z_1 e z_2 , que correspondem, respectivamente, ao número de dentes de cada roda dentada D_1 e D_2 que rodou, em relação à sua posição inicial, pode ser realizada a partir da medição de um valor elétrico do tipo resistência variável, de acordo com o ângulo de rotação das rodas. Este tipo de dispositivo está associado a um potenciômetro, e uma modalidade do mesmo é dada em referência às Figuras 7a e 7b.

[057] As Figuras 3a e 3b mostram uma segunda modalidade exemplificativa de um dispositivo que permite implementar um método, de acordo com a presente invenção, respectivamente, em uma posição inicial e no término de uma duração T .

[058] Este dispositivo possui um primeiro suporte (300) adaptado para deslocar-se ciclicamente ao longo de uma direção longitudinal X ,

em relação a um segundo suporte supostamente estático (301), sendo que o referido primeiro suporte retorna à sua posição inicial após cada deslocamento. O referido primeiro suporte também possui um primeiro e um segundo meio para a contagem do número de deslocamentos durante uma determinada duração T.

[059] O primeiro meio de contagem (296) compreende:

– uma primeira roda dentada D_1 compreendendo $Z_1 = 1000$ dentes e uma primeira marca retilínea radial (298) disposta paralelamente a uma das faces principais (309) do segundo suporte (301) e adaptada para rodar, através de um furo axial (303), em torno de um eixo (304) fixado ao segundo suporte (301);

– primeiros meios (307₁) para a rotação da primeira roda dentada (D_1), sendo que os referidos primeiros meios compreendem uma base (308₁) fixada a uma das faces principais (302) do primeiro suporte (300) e sobre a qual está fixada uma viga de acionamento (310₁) disposta longitudinalmente e que compreende um dente (311₁) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D_1 ;

– um primeiro meio antirretorno (317₁) da primeira roda dentada D_1 , que compreende uma base (312₁) fixada à face principal (309) do segundo suporte voltado para a roda dentada D_1 , sendo que, sobre a base, é fixada uma viga (313₁) transversal à direção X e compreende um dente (314₁) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D_1 .

[060] O segundo meio de contagem (297) compreende:

– uma segunda roda dentada D_2 compreendendo $Z_2 = 999$ dentes e uma segunda marca retilínea radial (299) disposta paralelamente a uma das faces principais (309) do segundo suporte (301) e adaptada para rodar, através de um furo axial (305), em torno de um eixo (306) fixado ao segundo suporte (301), sendo que a primeira roda dentada e a segunda roda dentada são

dispostas de modo a não formarem uma engrenagem,

– segundos meios (307₂) para a rotação da segunda roda dentada D₂, sendo que os referidos segundos meios compreendem uma base (308₂) fixada a uma das faces principais (302) do primeiro suporte e sobre a qual é fixada uma viga de acionamento (310₂) disposta longitudinalmente e compreende, em sua extremidade livre, um dente (311₂), e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a segunda roda dentada D₂. Estes segundos meios de rotação (307₂) são idênticos aos primeiros meios de rotação e são submetidos ao mesmo deslocamento, como o primeiro suporte. Portanto, o primeiro e o segundo contadores contam os mesmos eventos.

– um segundo meio antirretorno (317₂) da segunda roda dentada D₂, que compreende uma base (312₂) fixada à face principal (309) do segundo suporte voltado para a roda dentada D₂, sendo que, sobre a base, é fixada uma viga (313₂) transversal à direção X e compreende um dente (314₂) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a segunda roda dentada D₂.

[061] Portanto, quando o primeiro suporte (300) se move ao longo da direção X, em relação ao segundo suporte (301), por um lado, o dente (311₁) do primeiro meio de rotação (296) roda a primeira roda dentada D₁ no sentido horário indicado pela seta, enquanto o dente (314₁) do meio antirretorno (317₂) desliza sobre os dentes da primeira roda dentada, devido ao formato do dente e à elasticidade da viga associada e, por outro lado, o dente (311₂) do segundo meio de rotação (297) roda, simultaneamente, a segunda roda dentada D₂ no sentido horário indicado pela seta, enquanto o dente (314₂) do meio antirretorno (317₂) desliza sobre os dentes da primeira roda dentada, devido ao formato do dente e à elasticidade da viga associada.

[062] Quando o primeiro suporte (300) retorna à sua posição inicial em relação ao segundo suporte (301), o dente (314₁) do primeiro meio antirretorno (317₁) bloqueia a primeira roda dentada e a impede de rodar

no sentido anti-horário oposto àquele indicado pela seta, enquanto que, devido ao seu formato e à elasticidade dos dentes da viga associada, o dente (311₁) do primeiro meio de rotação (296) desliza sobre aqueles da primeira roda dentada D₁. De forma semelhante, o dente (314₂) do segundo meio antirretorno (317₂) bloqueia a segunda roda dentada D₂ e impede-a de rodar no sentido anti-horário oposto ao indicado pela seta, enquanto que, devido ao seu formato e à elasticidade da viga associada, o dente (311₂) do segundo meio de rotação (297) desliza sobre aqueles da segunda roda dentada D₂.

[063] Nesta modalidade exemplificativa da presente invenção, o primeiro suporte (300) tem a terceira e a quarta marcas retilíneas (320, 321), para permitir o posicionamento inicial das rodas dentadas D₁ e D₂ em uma posição conhecida. Para esta finalidade, por um lado, é necessário apenas alinhar a primeira marca radial (298) da primeira roda dentada D₁ com a terceira marca retilínea (320) e, por outro lado, alinhar a segunda marca radial (199) da segunda roda dentada D₂ com a quarta marca retilínea (321).

[064] A Figura 3a mostra o meio de contagem em sua posição inicial no tempo t_i, enquanto a Figura 3B mostra o mesmo meio de contagem em uma segunda posição no término de uma duração T, como, por exemplo, um ano.

[065] Pode-se observar que, em relação às suas respectivas posições iniciais, a primeira roda dentada rodou a um ângulo α correspondente a Z₁ = 420 dentes, enquanto a segunda roda dentada D₂ rodou a um ângulo β correspondente a Z₂ = 450 dentes.

[066] Ao aplicar o método, de acordo com a presente invenção descrito acima, o número de eventos contados pode ser deduzido, a saber:

$$N=(450-420)*1000+420 = 30.420 \text{ eventos.}$$

[067] A terceira modalidade exemplificativa da Figura 3c difere daquela ilustrada na Figura 3a, pois o primeiro e o segundo meio de rotação são substituídos por um terceiro meio de rotação (323), que compreende uma base (324) fixada a uma das faces principais (302) do primeiro suporte (300) e sobre a qual é fixada uma viga de acionamento (325) disposta longitudinalmente e compreende, por um lado, um primeiro dente (326) em sua extremidade livre, sendo que o referido dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D_1 e, por outro lado, um segundo dente (327) disposto de modo a formar uma engrenagem com a segunda roda dentada D_2 .

[068] Em funcionamento, qualquer deslocamento do primeiro suporte (300) em relação ao segundo suporte (301), ao longo da direção X, gera o mesmo deslocamento aos terceiros meios de rotação, que rodam a primeira roda dentada e a segunda roda dentada D_1 e D_2 no sentido horário, produzindo um aumento do número de eventos contados desde que este deslocamento seja maior ou igual ao passo dos dentes nas rodas dentadas D_1 e D_2 .

[069] A Figura 4 mostra uma quarta modalidade exemplificativa de um dispositivo, que permite a implementação de um método, de acordo com a presente invenção.

[070] Este dispositivo tem um primeiro suporte (400) adaptado para deslocar-se ciclicamente ao longo de uma direção longitudinal X, em relação a um segundo suporte supostamente estacionário (401), sendo que o referido primeiro suporte retorna à sua posição inicial após cada deslocamento. O referido primeiro suporte também tem um meio de contagem, para a contagem do número de deslocamentos durante uma determinada duração T.

[071] Estes meios de contagem compreendem:

– uma terceira roda dentada D_3 compreendendo $Z_3 = 999$ dentes e uma primeira marca retilínea radial, e fica disposta paralelamente a uma

das faces principais (409) do segundo suporte (401) e é adaptada para rodar, através de um furo axial, em torno de um eixo (404) fixado ao segundo suporte (401);

– uma quarta roda dentada D_4 compreendendo $Z_4 = 997$ dentes e uma segunda marca retilínea radial, e fica disposta paralelamente à terceira roda dentada D_3 e é adaptada para rodar, através de um furo axial, em torno do referido eixo (404);

– meios (407) para a rotação da terceira roda dentada e a quarta roda dentada D_3 e D_4 , sendo que os referidos meios (407) compreendem uma base (408) fixada a uma das faces principais (402) do primeiro suporte (400) e sobre a qual está fixada, por um lado, uma primeira viga de acionamento (410) disposta longitudinalmente e que compreende um dente (411) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a terceira roda dentada D_3 e, por outro lado, uma segunda viga de acionamento (412) disposta longitudinalmente e que compreende um dente (413) em sua extremidade livre, e este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a terceira roda dentada D_4 .

[072] Em funcionamento, qualquer deslocamento do primeiro suporte (400) em relação ao segundo suporte (401), ao longo da direção X, gera o mesmo deslocamento aos meios de rotação (407), que rodam a terceira roda dentada e a quarta roda dentada D_3 e D_4 no sentido horário, produzindo um aumento do número de eventos contados, desde que este deslocamento seja maior ou igual ao passo dos dentes nas rodas dentadas D_3 e D_4 .

[073] Com uma configuração, de acordo com a Figura 4, é possível, em alguns casos, simplificar significativamente a primeira e a segunda etapas do método, de acordo com a presente invenção.

[074] As equações (1) e (2), a saber:

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_1 + z_1 \quad (1)$$

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_2 + z_2 \quad (2)$$

mostram que, para calcular N, é necessário saber, além do número de dentes Z_1 e Z_2 de cada uma das rodas, a diferença $(z_2 - z_1)$ e z_1 ou z_2 .

[075] Além disso, pode-se observar que quanto mais a diferença $(z_2 - z_1)$ aumenta, mais insignificante fica o valor z_1 ou z_2 em relação aos produtos $(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2) * Z_1$ ou $(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2) * Z_2$.

[076] Como um exemplo, a influência máxima de z_2 , considerada neste caso igual a $Z_2 - 1$, na computação de N_{\max} a partir da equação (2) indicada, para diferentes valores de $(z_2 - z_1)$, na Tabela 1, para um primeiro caso, no qual $Z_1 = 1000$ e $Z_2 = 999$, na Tabela 2, para um segundo caso, no qual $Z_1 = 1000$ e $Z_2 = 999$, e na Tabela 3, para um terceiro caso no qual $Z_1 = 10$ e $Z_2 = 9$.

Tabela 1

z2-z1	Nmax	z2/N
1	1997	50,0%
9	9989	10,0%
99	99899	1,0%
999	998999	0,1%

Tabela 2

z2-z1	Nmax	z2/Nmax
1	197	50,0%
9	989	9,1%

99	9899	1,0%
----	------	------

Tabela 3

z2-z1	Nmax	z2/Nmax
1	17	50,0%
9	89	9,1%

[077] Pode-se observar, por exemplo, que, no primeiro e no segundo caso, é gerado um erro máximo de 1% para o cálculo de N, se o termo z_2 for negligenciado em relação ao produto $(z_2-z_1)/(Z_1-Z_2)]*Z_2$, quando o número de eventos contados for respectivamente superior a 99.899 e 9.899.

[078] Nestes exemplos, cada vez que a roda dentada D_1 executa uma rotação, a roda dentada D_2 executa uma rotação a mais, a um ângulo correspondente ao ângulo de um dente. Por conseguinte, entre os tempos t_i e t_f correspondentes a uma duração T , a diferença entre as duas rodas corresponderá diretamente e fisicamente à diferença z_2-z_1 e indiretamente ao número de eventos que ocorreram.

[079] Além disso, na configuração da Figura 4, é possível determinar diretamente a diferença (z_2-z_1) e, opcionalmente, o produto $(z_2-z_1)/(Z_1-Z_2)]*Z_1$ ou o produto $(z_2-z_1)/(Z_1-Z_2)]*Z_2$.

[080] As Figuras de 5a a 5e mostram modalidades exemplificativas das rodas dentadas que podem ser implementadas na configuração da Figura 4 e que permitem determinar diretamente a diferença (z_2-z_1) e, opcionalmente, o produto $(z_2-z_1)/(Z_1-Z_2)]*Z_1$ ou o produto $(z_2-z_1)/(Z_1-Z_2)]*Z_2$.

[081] A Figura 5a mostra uma modalidade de uma sexta roda dentada D_6 contendo 999 dentes. Esta última tem uma abertura (455) na parte de um setor correspondente, por exemplo, a aproximadamente 10% do seu

perímetro, bem como, no interior da parte média do setor (455), as partes salientes (456 e 457) da roda com um formato de triângulo equilátero e mutuamente voltadas entre si e destinadas para servirem como uma marca de leitura e como uma marca de posicionamento inicial. As Figuras 5b e 5c mostram uma primeira modalidade exemplificativa da quinta roda dentada D_5 contendo 1000 dentes, respectivamente, sozinha e em associação com a sexta roda dentada D_6 .

[082] Na modalidade exemplificativa da Figura 5b, a quinta roda dentada D_5 compreende marcas radiais constituídas por indicativos numéricos (450) distribuídos uniformemente, por exemplo, a cada 5% da capacidade total de 998.999 eventos correspondendo a um deslocamento de 999 dentes entre as duas rodas dentadas, de 0% a 95%. Obviamente, as indicações podem corresponder diretamente a um dos produtos $(z_2 - z_1)/(Z_1 - Z_2)] * Z_1$ ou $(z_2 - z_1)/(Z_1 - Z_2)] * Z_2$. No tempo t_i , a marca "0" da quinta roda dentada D_5 fica voltada para a marca constituída pelas partes salientes (456,457) da sexta roda dentada D_6 .

[083] Para simplificar no máximo a implementação destas rodas, em operação, a sexta roda dentada D_6 , que tem um dente a menos que a quinta roda dentada, rodará de forma ligeiramente mais rápida do que a quinta roda dentada, e esta diferença de velocidades gera um deslocamento das rodas dentadas em cada rotação da quinta roda dentada, fazendo com que este deslocamento cause um deslocamento correspondente das indicações numéricas em relação à marca constituída pelo raio da sexta roda D_6 , que passa através das partes salientes (456 e 457).

[084] Na Figura 5c, o raio da roda dentada que passa através das pontas das referidas partes salientes (456 e 457) está compreendido entre as indicações numéricas (15 e 20%) e, mais especificamente, por interpolação, é igual ao valor de aproximadamente 18%. Isto significa que o número de eventos contados é aproximadamente igual ao produto:

$$N=18\% * Nm=18\% *(1000*999-1) = 179819 \text{ eventos.}$$

[085] Na modalidade da Figura 5d, a quinta roda dentada D_5 tem marcas radiais constituídas por indicações coloridas e por uma marca "0" a ser posicionada no tempo t_i , na frente da marca constituída pelas partes salientes (456 e 457) da sexta roda dentada D_6 . A leitura é assim realizada, por meio do uso de três setores coloridos, que permitem conhecer a posição do sistema em relação à capacidade total de armazenamento:

– um primeiro setor (451) com uma cor verde para posições, por exemplo, entre 0% e 80% da capacidade total e correspondendo a 80% do perímetro da roda;

– um segundo setor (452) com uma cor laranja para posições, por exemplo, entre 80% e 90% da capacidade total e correspondendo a 10% do perímetro da roda;

– um terceiro setor (453) com uma cor vermelha para as posições, por exemplo, entre 90% e 100% da capacidade total e correspondendo a 10% do perímetro da roda.

[086] Em operação, a sexta roda dentada D_6 que tem dois dentes a menos do que a terceira roda dentada D_3 , rodará de forma ligeiramente mais rápida do que a terceira roda dentada D_3 , e esta diferença de velocidades gera um deslocamento das rodas dentadas em cada rotação da terceira roda dentada D_3 , fazendo com que este deslocamento cause um deslocamento correspondente dos setores coloridos, em relação à marca constituída pelo raio da sexta roda D_6 , que passa através das partes salientes (456 e 457).

[087] Até 80% da capacidade máxima de contagem, sem qualquer ambiguidade, o raio da quarta roda dentada que passa através das pontas das referidas partes salientes (456 e 457) fica dentro do primeiro setor verde (451) e não é possível determinar o número de eventos que ocorreu

diretamente a partir das cores, se pelo menos a transição (459) entre o setor verde (451) e o setor laranja (452) não aparecer na abertura (455).

[088] De 80% a 90% da capacidade máxima de contagem, sem qualquer ambiguidade, o raio da sexta roda dentada que passa através das pontas das referidas partes salientes (456 e 457) fica dentro do segundo setor laranja.

[089] De 90% a 100% da capacidade máxima de contagem, sem qualquer ambiguidade, o raio da sexta roda dentada que passa através das pontas das referidas partes salientes (456 e 457) fica dentro do terceiro setor vermelho (453).

[090] Quando o setor vermelho aparece no interior da abertura, é possível:

– ou calcular, aproximadamente, o número de eventos contados, isto é, aproximadamente $88\% \cdot N_m$ na Figura 5e, a transição (454) entre o segundo setor e o terceiro setor (452 e 453), permitindo determinar esta percentagem com uma boa precisão;

– ou, para uma contagem total exata, determinar para cada roda o número de dentes z_1, z_2 rodados, em relação à sua posição inicial, e, em seguida, aplicar o método, de acordo com a presente invenção, tal como descrito, por exemplo, em referência às Figuras 2a e 2b, sabendo que, neste caso, a diferença $(Z_1 - Z_2)$ é igual a 1.

[091] Em seguida, as rodas podem ser novamente posicionadas em suas posições iniciais, ou seja, a indicação numérica de 0% ou o limite (458) entre o primeiro setor verde e o terceiro setor vermelho é posicionado sobre o raio da sexta roda dentada, que passa através das pontas das referidas partes salientes (456 e 457), sendo que este raio também iguala com uma marca presente no primeiro suporte (400).

[092] De um ponto de vista prático, para determinar a

diferença ($z_1 - z_2$), é possível implementar meios ópticos e, quando apropriado, meios para o processamento dos dados emitidos pelos referidos meios ópticos, como, por exemplo, uma calculadora.

[093] Os meios ópticos mais simples podem ser uma lente de aumento, sendo que o operador ou tem diretamente uma indicação numérica em porcentagem do número total de eventos que pode ser contado, sem qualquer ambiguidade, ou até mesmo o número de eventos que ocorreu, na frente da marca constituída pelas referidas partes salientes (456 e 457), e então a contagem dos números z_1 e z_2 , ou uma indicação colorida, que permite indicar, por exemplo, a ocorrência de um limiar ou apenas estimar a diferença ($z_2 - z_1$) ou o número de eventos.

[094] Obviamente, quando a quinta roda tem indicações numéricas do número de eventos, o uso da lente de aumento para ler as referidas indicações implementa automaticamente a primeira e a segunda etapa do método. Quando a quinta roda dentada tem uma indicação em porcentagem ou no valor de $z_2 - z_1$, então, é necessário prosseguir para a segunda etapa do método, de acordo com a presente invenção.

[095] Além disso, podem ser implementados outros meios ópticos diferentes da lente de aumento, como, por exemplo, aqueles descritos nas Figuras 2a e 2b.

[096] A Figura 6 mostra uma quinta modalidade exemplificativa de um dispositivo que permite a implementação de um método, de acordo com a presente invenção.

[097] Este dispositivo tem um primeiro suporte (500) adaptado para deslocar-se ciclicamente ao longo de uma direção longitudinal X, em relação a um segundo suporte supostamente estacionário (501), sendo que o referido primeiro suporte retorna à sua posição inicial após cada deslocamento. O referido primeiro suporte também tem um meio de contagem, para a contagem do número de deslocamentos durante uma determinada duração T.

[098] Estes meios de contagem compreendem n rodas dentadas (de D_1 a D_n), bem como n meios de rotação (de E_1 a E_n) e n meios antirretorno associados semelhantes àqueles mostrados na Figura 3a. As n rodas dentadas (de D_1 a D_n) tem, respectivamente, Z_i dentes, para maximizar a capacidade total de contagem, sendo que cada roda dentada tem um número de dentes diferente de todos os outros e o passo dos dentes é o mesmo para todas as rodas dentadas. Além disso, o segundo suporte compreende meios (502) adaptados para limitar o deslocamento dos meios de rotação até um valor substancialmente igual a 1,5 vezes o passo dos dentes das rodas dentadas, tal como explicado no Pedido de Patente Internacional No. WO2012/143627, em referência à Figura 4c.

[099] Em funcionamento, qualquer deslocamento do primeiro suporte (500) em relação ao segundo suporte (501), ao longo da direção X, gera o mesmo deslocamento aos n meios de rotação (de E_1 a E_n), por vezes menos se estes últimos apoiarem-se contra o meios (502) para limitar o seu deslocamento, sendo que estes n meios de rotação (de E_1 a E_n) rodam, respectivamente, as n rodas dentadas (de D_1 a D_n) no sentido horário, produzindo um aumento no número de eventos contados, desde que este deslocamento seja maior ou igual ao passo dos dentes das rodas dentadas e os meios antirretorno AR prendam as rodas quando o primeiro suporte volta à sua posição inicial em relação ao segundo suporte.

[0100] Um método para a determinação, a partir de uma posição inicial conhecida das diferentes rodas dentadas, do número de eventos contados durante uma duração T pode ser da seguinte maneira:

– uma primeira etapa que consiste em calcular, para pelo menos uma primeira roda dentada D_i e uma segunda roda dentada D_j no término da duração T, da diferença no número de dentes z_i e z_j , respectivamente, entre a sua posição inicial e a posição final no término da duração T, sendo que essa diferença está entre 0 e (Z_i-1) para a primeira roda dentada e 0 e (Z_j-1) para a

segunda roda dentada;

– uma segunda etapa que consiste, para pelo menos um número inteiro entre 0 e P_{max} com:

$$P_{Max} = \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_2} - \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_1}$$

– ou calcular o número de rotações k_i da primeira roda dentada D_i , em função da diferença $(Z_j - Z_i)$ entre os valores do número de dentes da primeira roda e da segunda roda D_i , D_j e para a diferença $(z_i - z_j)$ entre as diferenças contadas, para cada uma das rodas entre a posição inicial e a sua posição final, e, em seguida, calcular o número de eventos que ocorreram durante a duração T a partir da seguinte fórmula:

$$N = k_i \cdot Z_i + z_i$$

– ou calcular o número de eventos que ocorreram durante a duração T , com base em uma das seguintes fórmulas:

$$N = \left(\frac{z_i - z_j - p \cdot Z_j}{Z_j - Z_i} \right) \cdot Z_i + z_i$$

[0101] Quando o número de elementos a serem contados é maior do que $Z_i \cdot Z_j / \text{MDC}(Z_i, Z_j)$, é necessário calcular o número de eventos que ocorreram com pelo menos três rodas dentadas, aplicando, por exemplo, o seguinte método:

– uma primeira etapa que consiste em calcular, para cada uma das rodas dentadas de D_i a D_n no término da duração T , da diferença no número de dentes z_i , entre a sua posição inicial e a sua posição final no término

da duração T, sendo que essa diferença está dentro do intervalo $[0, Z_i - 1]$;

– uma segunda etapa que consiste no cálculo de um valor P_{max} , como, por exemplo:

$$P_{Max} = \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_2} - \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_1}$$

– uma terceira etapa que consiste em:

○ Durante uma primeira fase, calcular o número de rotações da primeira roda dentada D_1 transformado a partir da fórmula:

$$k_1 = \frac{z_1 - z_2 - p \cdot Z_2}{Z_2 - Z_1}$$

- Durante uma segunda fase, para $i = 2$ a n :
- calcular K_i a partir da seguinte fórmula:

$$k_i = \frac{(k_1 + p) \cdot Z_2 + z_2 - z_i}{Z_i} \quad (5)$$

• determinar se o valor k_i é um valor possível, mediante o cumprimento das seguintes condições:

$$\begin{cases} 0 \leq k_i \leq \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_i} - 1 \\ E(k_i) - k_i = 0 \end{cases} \quad (6)$$

– Se o valor de k_i for um valor possível por atender a estas condições (6), então, repetir a segunda fase para um novo valor de "i" igual a $i + 1$.

– Se o valor de k_i não atender a estas condições (6), então, saia do circuito "i", novo valor de "p" igual a $p + 1$.

– Se todos os valores de K_i forem possíveis: saia do circuito "p" e calcular o número de tensões a partir da seguinte fórmula:

$$N = k_1 \cdot Z_1 + z_1 = \left(\frac{z_1 - z_2 - p \cdot Z_2}{Z_2 - Z_1} \right) \cdot Z_1 + z_1$$

[0102] P é o valor para o qual todos os K_i atendem às condições (6).

[0103] Em cada modalidade exemplificativa, no caso em que o número de eventos a serem contados é menor do que o número de dentes de uma das rodas dentadas, a determinação deste número de eventos pode ser determinada diretamente pela contagem da diferença do número de dentes z_i entre a posição inicial e a posição final desta roda no término da duração T, sendo que esta diferença fica dentro do intervalo $[0, z_i - 1]$.

[0104] As Figuras 7a e 7b mostram uma sexta modalidade exemplificativa de um dispositivo MEMS (sistemas microeletromecânicos), que permite a implementação de um método, de acordo com a presente invenção, com meios de medição angular do tipo resistivo. Este dispositivo contém um primeiro suporte (600) adaptado para deslocar-se ciclicamente ao longo de uma direção longitudinal X, em relação a um segundo suporte supostamente estacionário (601), sendo que o referido primeiro suporte retorna à sua posição inicial após cada deslocamento. O referido primeiro suporte também tem um primeiro e um segundo meio de contagem, para contar o número de

deslocamentos durante uma determinada duração T.

[0105] Os primeiros meios de contagem (596) compreendem:

– uma primeira roda dentada D_1 contendo $Z_1=1000$ dentes, na qual é afixado um cubo de eixo inteiriço (560) constituído por quatro cilindros coaxiais (561, 562, 563 e 564), sendo este último adaptado para ser encaixado dentro de um furo cilíndrico disposto no interior do segundo suporte (601) e de tal modo que o plano da roda dentada fica paralelo ao do segundo suporte;

– primeiros meios (607₁) para a rotação da primeira roda dentada D_1 , sendo que estes meios compreendem uma base fixada a uma das faces principais (602) do primeiro suporte (600) e sobre a qual está fixada uma viga de acionamento (610) disposta longitudinalmente e que compreende um dente em sua extremidade livre, sendo que este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D_1 ;

– um primeiro meio antirretorno não mostrado na Figura 7a por motivos de clareza da Figura, sendo que este meio é semelhante àquele ilustrado na Figura 3a.

[0106] Os segundos meios de contagem (597) compreendem:

– uma segunda roda dentada D_2 contendo $Z_2=999$ dentes, na qual é afixado um cubo de eixo inteiriço (560) constituído por quatro cilindros coaxiais (561, 562, 563 e 564), sendo este último adaptado para ser encaixado dentro de um furo cilíndrico disposto no interior do segundo suporte (601) e de tal modo que o plano da roda dentada fica paralelo ao do segundo suporte;

– segundos meios (607₂) para a rotação da primeira roda dentada D_1 , sendo que estes meios compreendem uma base fixada a uma das faces principais (603) do primeiro suporte (600) e sobre a qual está fixada uma viga de acionamento (610) disposta longitudinalmente e que compreende um

dente em sua extremidade livre, sendo que este dente fica disposto de modo a formar uma engrenagem com a primeira roda dentada D_1 ;

[0107] Portanto, quando o primeiro suporte (600) se move ao longo da direção X, em relação ao segundo suporte (601), por um lado, o dente do primeiro meio de rotação (596) roda a primeira roda dentada D_1 no sentido horário indicado pela seta, enquanto o dente do meio antirretorno desliza sobre os dentes da primeira roda dentada, devido ao formato do dente e à elasticidade da viga associada e, por outro lado, o dente do segundo meio de rotação (597) roda, simultaneamente, a segunda roda dentada D_2 no sentido horário indicado pela seta, enquanto o dente do meio antirretorno desliza sobre os dentes da primeira roda dentada, devido ao formato do dente e à elasticidade da viga associada.

[0108] Cada um dos meios de contagem (596, 597) compreende também meios (598, 599) para medir o deslocamento angular das referidas rodas dentadas.

[0109] Estes meios para medir o deslocamento angular das referidas rodas incluem, em associação com cada roda:

– um cursor não-simétrico em forma de S (565), que compreende um anel central (566) integral com o cubo do eixo (560) ao longo de um plano substancialmente paralelo ao da roda, sendo que o anel central (566) encosta-se contra o segundo e o terceiro cilindros coaxiais (562 e 563), o cursor (565) compreende um primeiro micro-contator (567) em sua primeira extremidade e um segundo micro-contator (568) em sua segunda extremidade, sendo que os referidos micro-contatores ficam a diâmetros diferentes em relação ao eixo (619) do cubo (560).

– uma primeira trilha externa anular resistiva contínua (620), como a Patente Europeia No. EP546907, disposta sobre o suporte (601), com um eixo no cubo (560) e cujo diâmetro médio é tal que entra em contato com o primeiro contator (567).

– uma segunda trilha interna anular condutora contínua (621) com um diâmetro menor do que o da trilha anular resistiva que está disposta sobre o suporte (601), com um eixo sobre o eixo de cubo (560) e cujo diâmetro médio é tal que entra em contato com o segundo contator (568).

– três pontos de acesso elétrico para aplicar tensões de referência, que são uniformemente distribuídos sobre a trilha resistiva 1 e a pista condutora 2 constitui um ponto de acesso para o cursor (565), para a leitura das medições. Os diferentes pontos de acesso estão conectados a um soquete (569) para os primeiros meios de contagem (596 e 570) e para os segundos meios de contagem (597). De preferência, os três pontos A, B e C são equidistantes.

[0110] Portanto, a configuração em conformidade com o mostrado na Figura 1 da Patente Europeia No. EP546907 e com o método associado para o cálculo do deslocamento angular da roda dentada também pode ser implementada em referência à Figura 7a. Deste modo, é possível determinar o ângulo de rotação das rodas entre duas medições sucessivas. A partir do conhecimento deste ângulo de deslocamento entre duas medições sucessivas, por exemplo, em tempos t_i e t_f corresponde a uma duração T , e o número de dentes de cada roda dentada, é possível calcular, opcionalmente, por meio de cálculo, os números z_1 e z_2 correspondentes, respectivamente, para o número de dentes rodados por cada um dos dentes D_1 e D_2 rodados em relação à sua posição inicial, e, então, o número correspondente de eventos que ocorreram entre as fórmulas 1) e 2).

[0111] A Figura 8 mostra uma sétima modalidade exemplificativa de um dispositivo MEMS (sistemas microeletromecânicos), que permite a implementação de um método, de acordo com a presente invenção, com meios de medição angular do tipo resistivo.

[0112] Nesta modalidade exemplificativa da presente invenção, as duas rodas dentadas (701 e 702) ficam dispostas de acordo com a Figura 4 em um mesmo eixo (704), sendo que as referidas rodas dentadas são

sobrepostas, ou seja, uma roda inferior (702) e uma roda superior (701) em relação ao suporte (708). Os meios de contagem compreendem os primeiros meios de contagem (709) para medir o deslocamento angular da roda inferior (702) e os segundos meios (710) para medir a diferença angular entre a posição angular da roda superior e a da roda inferior. Os primeiros meios de contagem (709) são semelhantes aos descritos em referência às Figuras 7a e 7b. Os segundos meios de contagem (710) compreendem, por um lado, um cursor, de acordo com a Figura 7b, integral com a roda dentada superior (701) e interposto entre as duas rodas dentadas (701 e 702) e, por outro lado, uma trilha anular resistiva e uma trilha anular condutora com um diâmetro menor disposta na face superior (703) da segunda roda dentada (702) e de tal maneira que o primeiro micro-contator do cursor entra em contato com a trilha resistiva e o segundo micro-contator do cursor entra em contato com a trilha condutora. Os diferentes pontos de contato são conectados a uma tomada externa por meio de contatos deslizantes.

[0113] Portanto, a partir do conhecimento do ângulo de deslocamento α da roda inferior (702) medido pelo segundo meios (710) entre os tempos t_i e t_f correspondente a uma duração T e o número de dentes destas rodas dentadas, é possível calcular, opcionalmente, através dos meios de cálculo, o número z_2 que corresponde ao número de dentes desta roda inferior (702) rodado, em relação à sua posição inicial no tempo t_i .

[0114] Então, a partir do valor α e da variação β da diferença angular entre as rodas (701 e 702) medida pelo primeiro meio de contagem (709) entre os tempos t_i e t_f , é possível simplesmente calcular, opcionalmente, por meio de cálculos, o ângulo de deslocamento δ da roda superior (701) e, a partir de δ e o valor do número de dentes da roda superior (701), é possível calcular z_1 . Então, é necessário apenas calcular o número de eventos que ocorreram a partir de uma ou mais das fórmulas 1) e 2).

[0115] Obviamente, muitas modificações poderão ser

feitas às modalidades exemplificativas descritas sem que se desvie do âmbito da presente invenção. Portanto, a marca que permite atribuir a cada um dos dentes da roda dentada um número de ordem em relação a esta marca pode ser constituída não só por uma linha radial, mas também, por exemplo, por uma linha não radial, um ponto, uma figura geométrica, uma gravura, uma ranhura, um material em excesso ou pela adição de um elemento adicional com um tamanho menor do que o da roda dentada.

[0116] Além disso, os meios antirretorno também podem ser constituídos por meios de frenagem da roda dentada, como, por exemplo, uma pastilha adaptada para friccionar a roda.

[0117] Em referência à Figura 5, as rodas podem ser rodadas por respectivos meios de rotação ou uma roda intermediária pode ser utilizada, sendo que a referida primeira roda é rodada por meios de rotação e, por sua vez, roda a roda intermediária que, por sua vez, roda a segunda roda.

REININDICAÇÕES

1. MÉTODO DE CONTAGEM DE EVENTOS

OCORRIDOS entre um tempo t_i e um tempo t_f correspondente a uma duração T , implementado por um contador mecânico de eventos microeletromecânicos (MEMS), que compreende pelo menos duas rodas dentadas, cujo passo dos dentes é o mesmo, sendo que uma primeira dentada roda D_i compreende Z_i dentes e uma segunda roda dentada D_j compreende Z_j dentes, sendo que Z_i é diferente de Z_j e o máximo divisor comum de Z_i e Z_j é diferente de Z_i ou Z_j e, de preferência, igual a 1, a ocorrência de um evento provoca a rotação de cada uma destas duas rodas a um ângulo correspondente, em seu perímetro, a uma corda igual ao passo de seus dentes e à posição inicial das rodas em relação a uma marca externa que foi marcada, sendo que o método é **caracterizado pelo fato de** compreender:

– uma primeira etapa que consiste em contar ou calcular ou estimar, tanto para cada uma das rodas D_1 , D_2 , no término da duração T , a diferença no número de dentes z_i , respectivamente, z_j , entre a sua posição inicial no tempo t_i e a sua posição final no término da duração T , sendo que essa diferença fica dentro do intervalo $[0, Z_i[$, respectivamente $[0, Z_j[$, seja diretamente a diferença $(z_i - z_j)$ entre estas diferenças; esta etapa é realizada, pelo menos parcialmente, por meios ópticos, que requerem a presença, em cada uma destas rodas dentadas, de pelo menos uma marca adaptada, para que se possa atribuir, a cada dente da roda, um número de ordem em relação a esta marca, ou pelos meios de medição do deslocamento angular de cada uma destas duas rodas dentadas, entre o tempo t_i e o tempo t_f , e pelos meios de cálculo de z_i e z_j , respectivamente, para cada uma das duas rodas, a partir do valor medido no seu deslocamento angular entre os tempos t_i e t_f e o número dos seus dentes, respectivamente Z_i e Z_j ;

– uma segunda etapa, que consiste em calcular com meios de cálculos, e se Z_i for diferente de Z_j , o número de eventos que ocorreram N , em função da diferença entre os valores de z_i e z_j e em função de Z_i e/ou Z_j .

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de:**

– a primeira etapa compreender a contagem, a partir do respectivo posicionamento das referidas marcas nos tempos t_i e t_f , respectivamente, ou um cálculo numérico a partir dos valores medidos de deslocamento angular, respectivamente, nos tempos t_i e t_f , em pelo menos uma primeira roda D_i e uma segunda roda D_j no término da duração T , da diferença no número de dentes z_i , respectivamente z_j entre a sua posição inicial e a posição final no término da duração T , sendo que esta diferença dentro do intervalo $[0, Z_i - 1]$ para a primeira, e, respectivamente $[0, Z_j - 1]$, para a segunda,

– uma segunda etapa constituída de pelo menos um valor inteiro p entre 0 e P_{max} com:

$$P_{Max} = \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_j} - \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_i}$$

– seja no cálculo do número de rotações k_i da primeira roda D_i , em função da diferença $(Z_j - Z_i)$ entre os valores do número de dentes da primeira e da segunda roda D_i , D_j e da diferença $(z_i - z_j)$ entre as diferenças contadas, para cada uma das rodas entre a posição inicial e a sua posição final, e, então, calcular o número de eventos que ocorreram durante a duração T a partir da seguinte fórmula: $N = k_i \cdot Z_i + z_i$

– ou no cálculo do número de eventos ocorridos durante a duração T , a partir de uma das seguintes fórmulas:

$$N = \left(\frac{z_i - z_j - p \cdot Z_j}{Z_j - Z_i} \right) \cdot Z_i + z_i$$

3. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, **caracterizado pelo fato de** compreender uma etapa intermediária que consiste em calcular o número de rotações realizadas por cada uma das rodas a partir dos valores z_i e z_j e a diferença entre os valores Z_i e Z_j .

4. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, implementado por um contador mecânico que tem apenas duas rodas dentadas D_1 e D_2 , **caracterizado pelo fato de** compreender uma etapa que consiste em calcular o número de eventos que ocorreram a partir de uma das seguintes fórmulas:

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_1 + z_1$$

$$N = [(z_2 - z_1) / (Z_1 - Z_2)] * Z_2 + z_2$$

5. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo fato de** compreender as seguintes etapas:

– uma primeira etapa que consiste em calcular, para cada uma das n rodas dentadas de D_1 a D_n , no término da duração T , a diferença no número de dentes Z_i entre a sua posição inicial e a posição final no término da duração T , sendo que essa diferença está dentro do intervalo $[0, Z_i - 1]$;

– uma segunda etapa, que consiste em calcular um valor P_{max} , tal como:

$$P_{Max} = \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_2} - \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_1}$$

– uma terceira etapa que consiste, para $p = 0$ a P_{max} , em:

- em uma primeira fase, calcular o número de rotações da primeira roda dentada D_1 a partir da fórmula:

$$k_1 = \frac{z_1 - z_2 - p \cdot Z_2}{Z_2 - Z_1}$$

- em uma segunda fase, para $i = 2$ a n :
- Calcular K_i a partir da seguinte fórmula:

$$k_i = \frac{(k_1 + p) \cdot Z_2 + z_2 - z_i}{Z_i} \quad (5)$$

- Determinar se o valor k_i é um valor possível, mediante o cumprimento das seguintes condições:

$$\begin{cases} 0 \leq k_i \leq \frac{MMC(Z_i, i \in \{1, 2, \dots, n\})}{Z_i} - 1 \\ E(k_i) - k_i = 0 \end{cases} \quad (6)$$

$E(k_i)$ sendo a parte inteira de k_i

– se o valor k_i for um valor possível mediante o cumprimento destas condições (6), então, repetir a segunda fase para um novo valor "i" igual a $i + 1$:

– se o valor k_i não atender a estas condições (6), saia então do circuito "i" e reinicie a terceira etapa com um novo valor "p" igual a $p + 1$.

– se todos os valores k_i forem possíveis, saia do circuito "p" e calcule o número de tensões a partir da seguinte fórmula:

$$N = k_1 \cdot Z_1 + z_1 = \left(\frac{z_1 - z_2 - p \cdot Z_2}{Z_2 - Z_1} \right) \cdot Z_1 + z_1$$

– P é o valor para o qual todos os K_i atendem às condições (6).

6. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS MEMS

configurado para implementar, pelo menos parcialmente, a primeira etapa do processo, de acordo com a reivindicação 1, que compreende:

– pelo menos duas rodas dentadas, sendo que uma primeira roda dentada D_i compreende Z_i dentes uniformemente espaçados, com um passo p_i e adaptada para a rotação em torno de um primeiro eixo (204, 304), e uma segunda roda dentada D_j , que compreende Z_j dentes uniformemente espaçados, com um passo p_j e adaptada para a rotação em torno de um segundo eixo (206, 306), sendo que cada uma das referidas rodas dentadas compreende pelo menos uma marca radial adaptada, para que se possa atribuir, a cada dente da roda, um número de ordem em relação a esta marca;

– meios de acionamento (207, 307, E_1) de duas rodas dentadas a um ângulo igual aos passos p_i e p_j dos dentes, mediante a ocorrência de um evento a ser contado;

sendo o contador **caracterizado pelo fato de** os passos p_i e p_j serem iguais e o número de dentes Z_i da primeira roda dentada D_i ser diferente do número de dentes Z_j da segunda roda dentada D_j e o máximo divisor comum (mdc) de Z_i e Z_j ser diferente de Z_i ou Z_j , e, de preferência, ser igual a 1.

7. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS

, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** compreender meios ópticos, por exemplo, uma lente de aumento, uma câmara fotográfica ou uma câmara de vídeo e, quando apropriado, meios para o processamento dos sinais emitidos pelos meios ópticos, por exemplo, constituídos por um computador.

8. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS MEMS

configurado para implementar, pelo menos parcialmente, a primeira etapa do

processo, de acordo com a reivindicação 1, que compreende:

– pelo menos duas rodas dentadas, sendo que uma primeira roda dentada D_i compreende Z_i dentes uniformemente espaçados, com um passo p_i e adaptada para a rotação em torno de um primeiro eixo (204, 304), e uma segunda roda dentada D_j , que compreende Z_j dentes uniformemente espaçados, com um passo p_j e adaptada para a rotação em torno de um segundo eixo

– meios de acionamento de ambas as rodas dentadas a um ângulo igual aos passos p_i e p_j dos dentes, mediante a ocorrência de um evento a ser contado;

sendo o contador **caracterizado pelo fato de** os passos p_i e p_j serem iguais e o número de dentes Z_i da primeira roda dentada D_i ser diferente do número de dentes Z_j da segunda roda dentada D_j e o máximo divisor comum (mdc) de Z_i e Z_j ser diferente de Z_i ou Z_j e, de preferência, ser igual a 1, e pelo fato de compreender meios (598,599,709,710) para a medição do deslocamento angular de cada uma das pelo menos duas rodas dentadas.

9. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de** os meios (598,599,709,710) para medir o deslocamento angular de cada uma das pelo menos duas rodas dentadas serem do tipo resistivo, capacitivo ou magnético.

10. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS, de acordo com qualquer das reivindicações de 6 a 9, **caracterizado pelo fato de** os meios de rotação (207) acionarem a primeira roda dentada D_i por meio de uma primeira ligação (210, 211) do tipo engrenagem e a primeira roda dentada acionar a segunda roda dentada por meio de uma segunda ligação do tipo engrenagem.

11. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de** compreender:

– primeiros meios de acionamento (307₁,307₂) da primeira

roda dentada D_i e primeiros meios antirretorno (317₁) da referida primeira roda D_i ;

– segundos meios de acionamento (307₂) da segunda roda dentada D_j e segundos meios antirretorno (317₂) da referida segunda roda D_j .

12. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 e 8, **caracterizado pelo fato de** o primeiro e o segundo eixos (404) das rodas dentadas D_i e D_j serem colineares ou coincidentes, então, o contador compreende pelo menos duas rodas sobrepostas.

13. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de** compreender primeiros meios de contagem (709) para a medição do deslocamento angular da roda inferior (702) e os segundos meios (710) para a medição da diferença angular entre a posição angular da roda superior e a da roda inferior.

14. CONTADOR MECÂNICO DE EVENTOS, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de** uma primeira e uma segunda rodas dentadas D_i , D_j compreenderem indicações numéricas ou coloridas ou qualquer outro meio que permita determinar a sua posição angular, enquanto a outra compreende uma abertura em uma parte de um setor, sendo que esta abertura torna visível uma parte das referidas indicações numéricas ou coloridas.

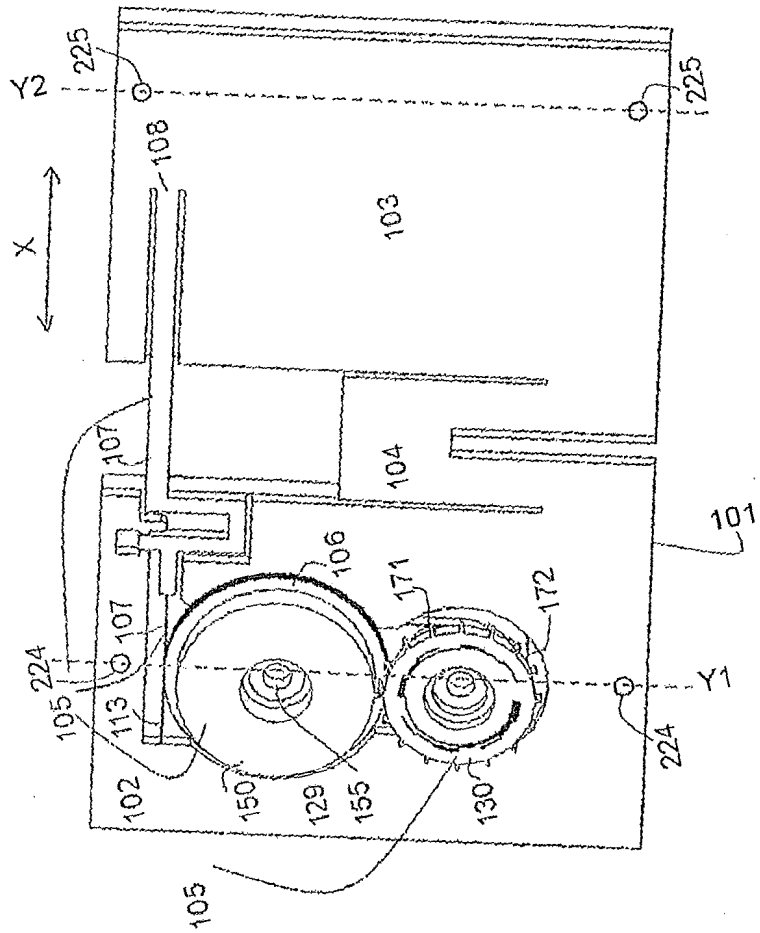


FIGURA 1a

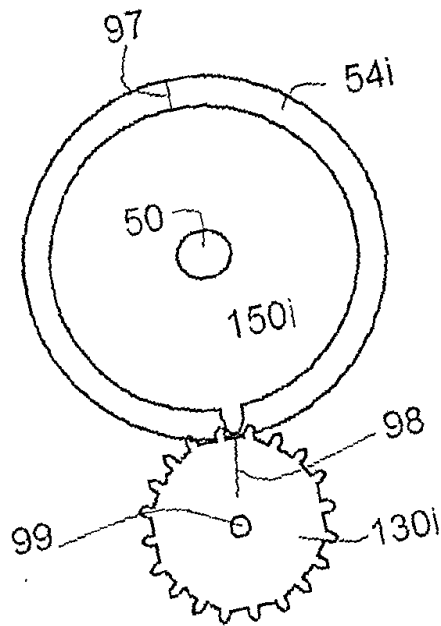


FIGURA 1b

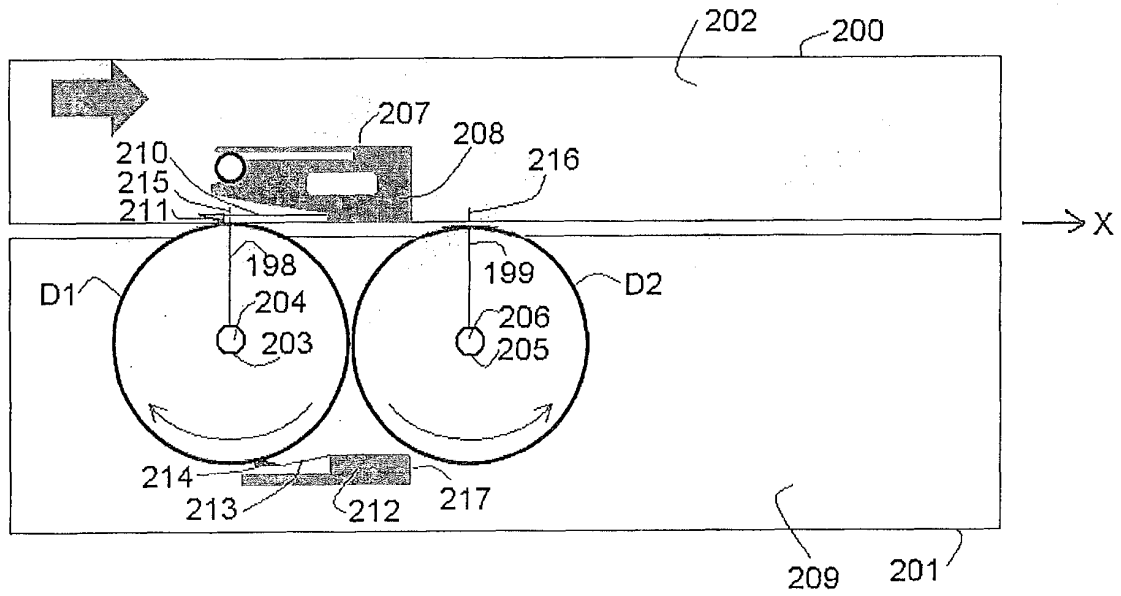


FIGURA 2a

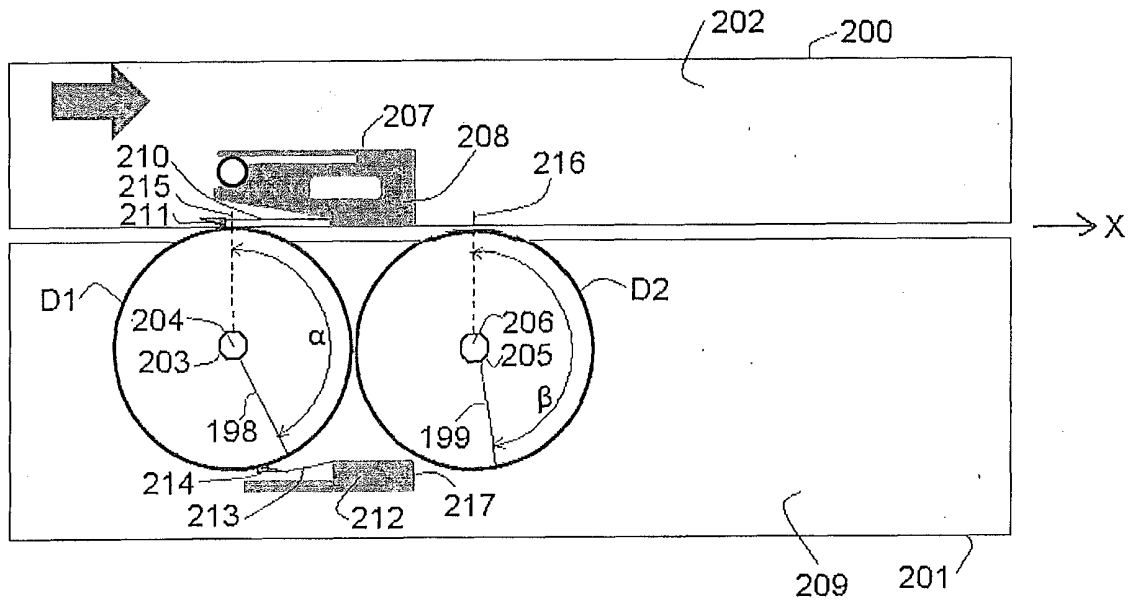


FIGURA 2b

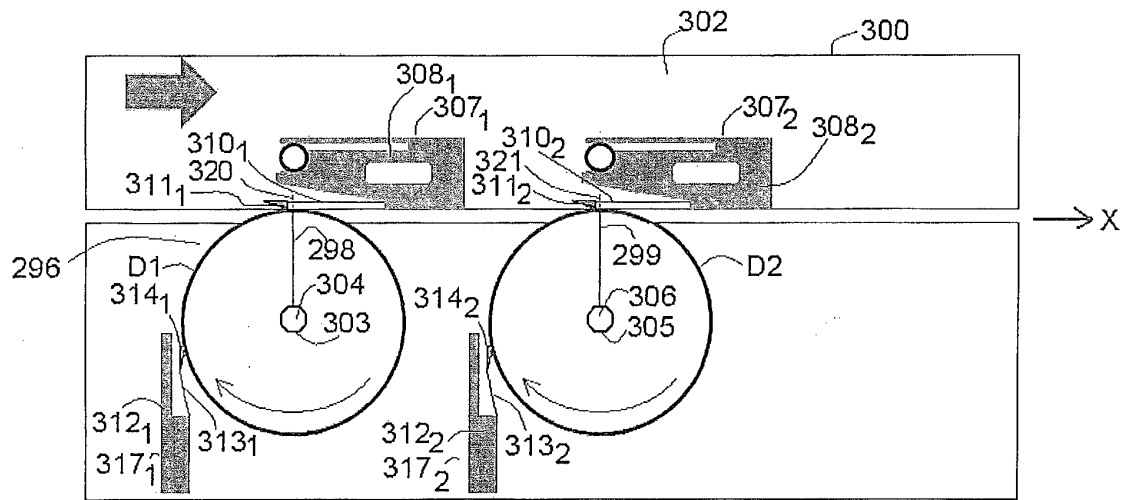


FIGURA 3a

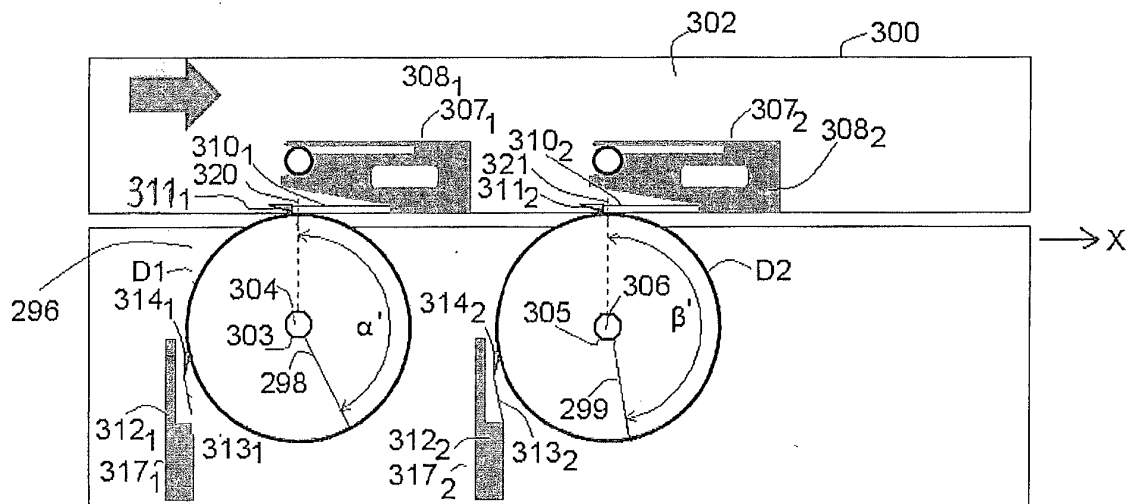


FIGURA 3b

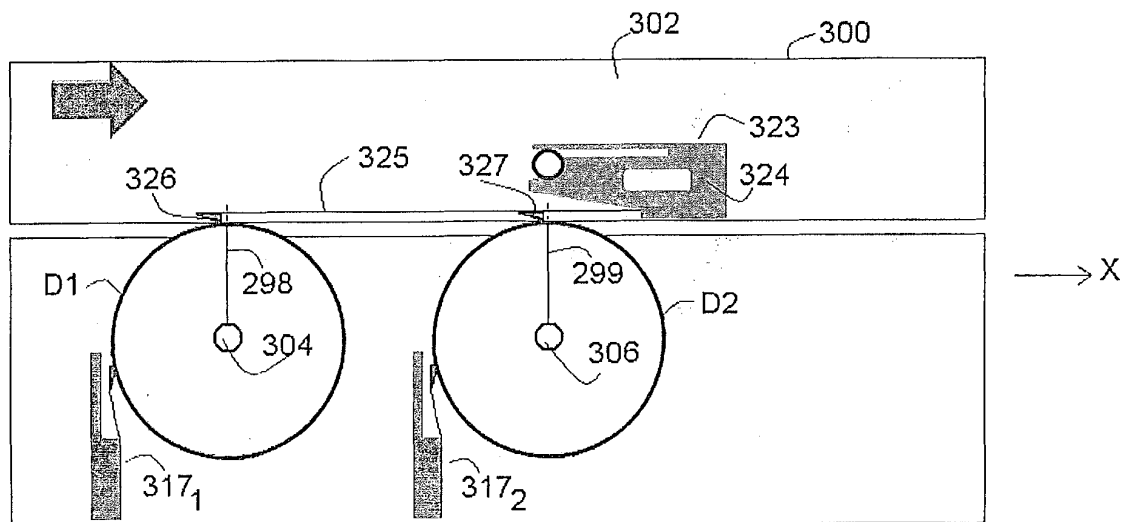


FIGURA 3c

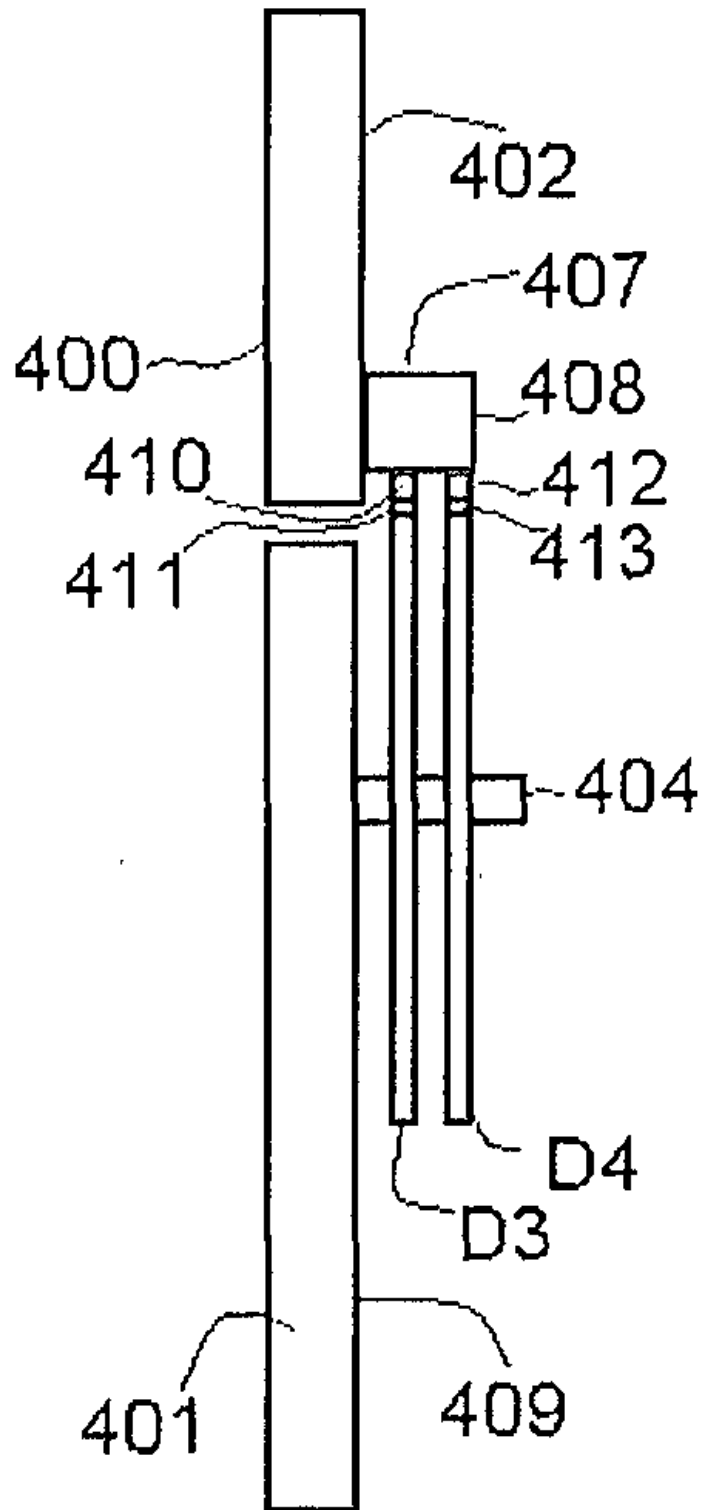


FIGURA 4

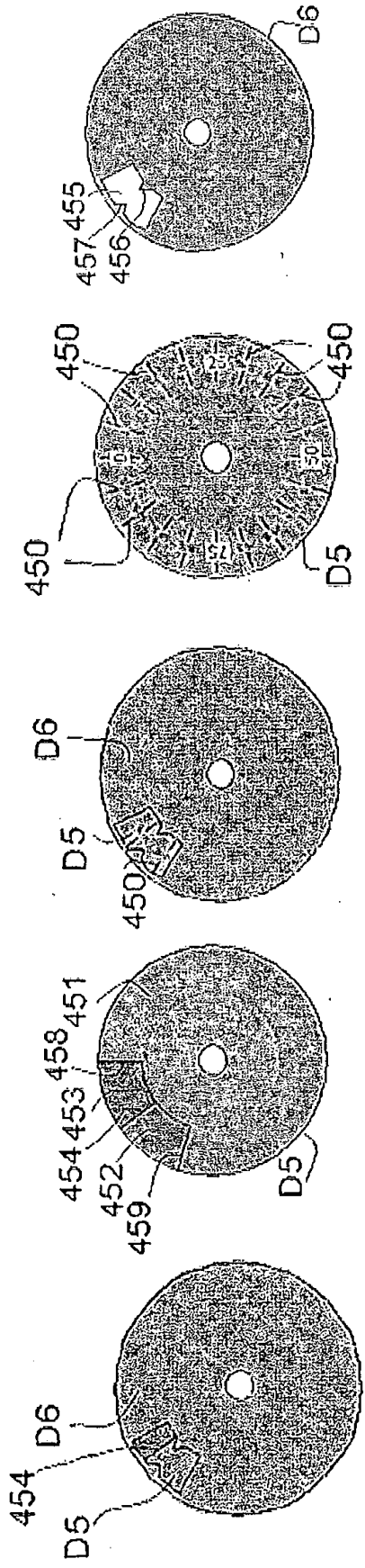


FIGURA 5a

FIGURA 5b

FIGURA 5c

FIGURA 5d

FIGURA 5e

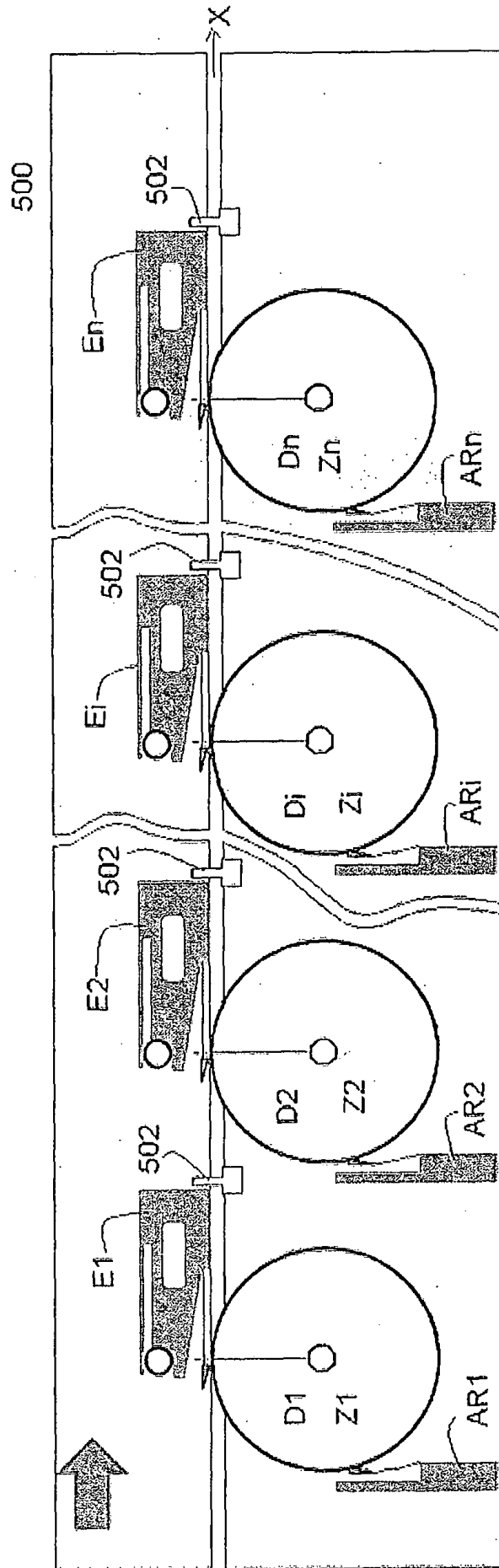


FIGURA 6

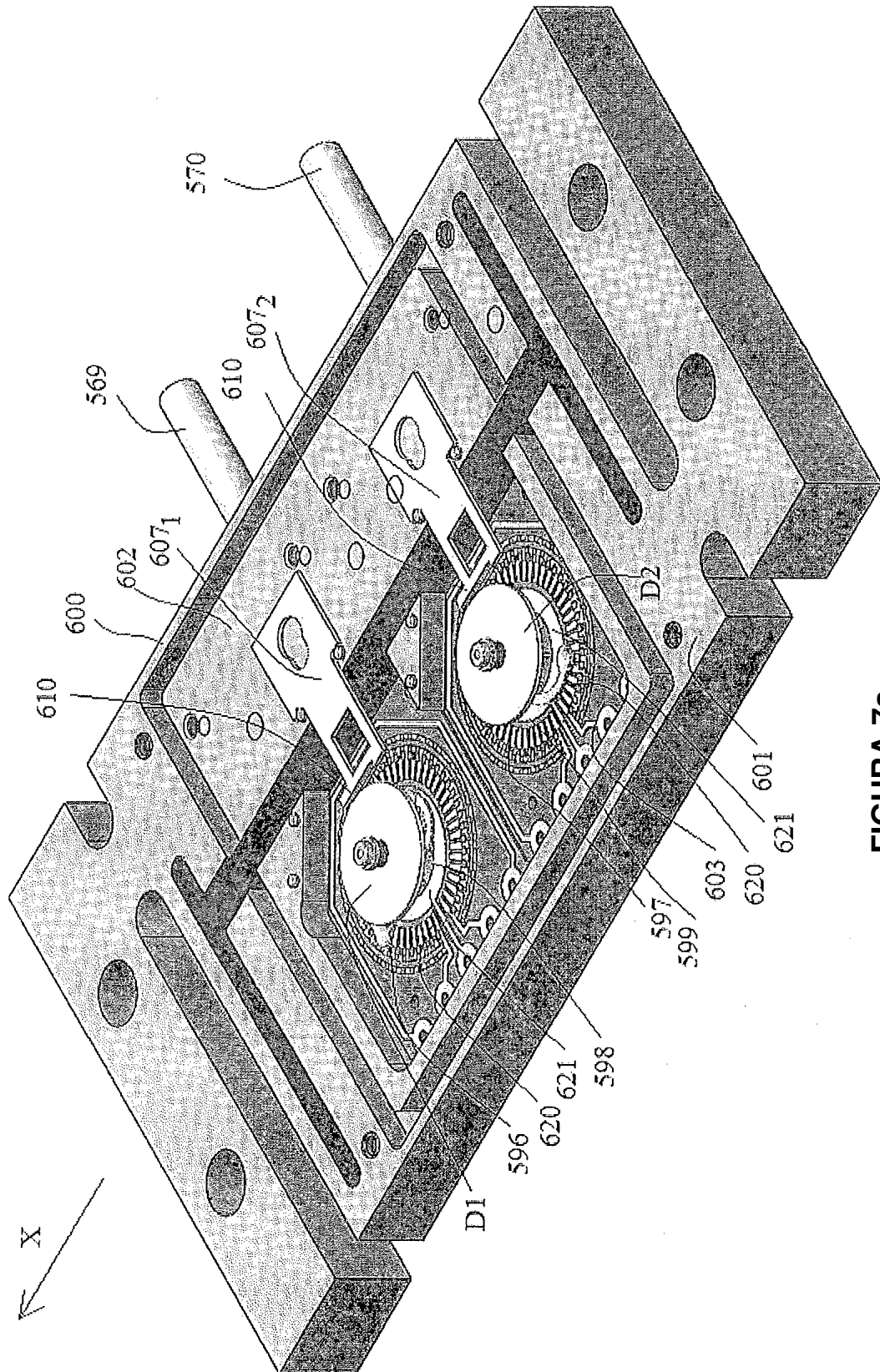


FIGURA 7a

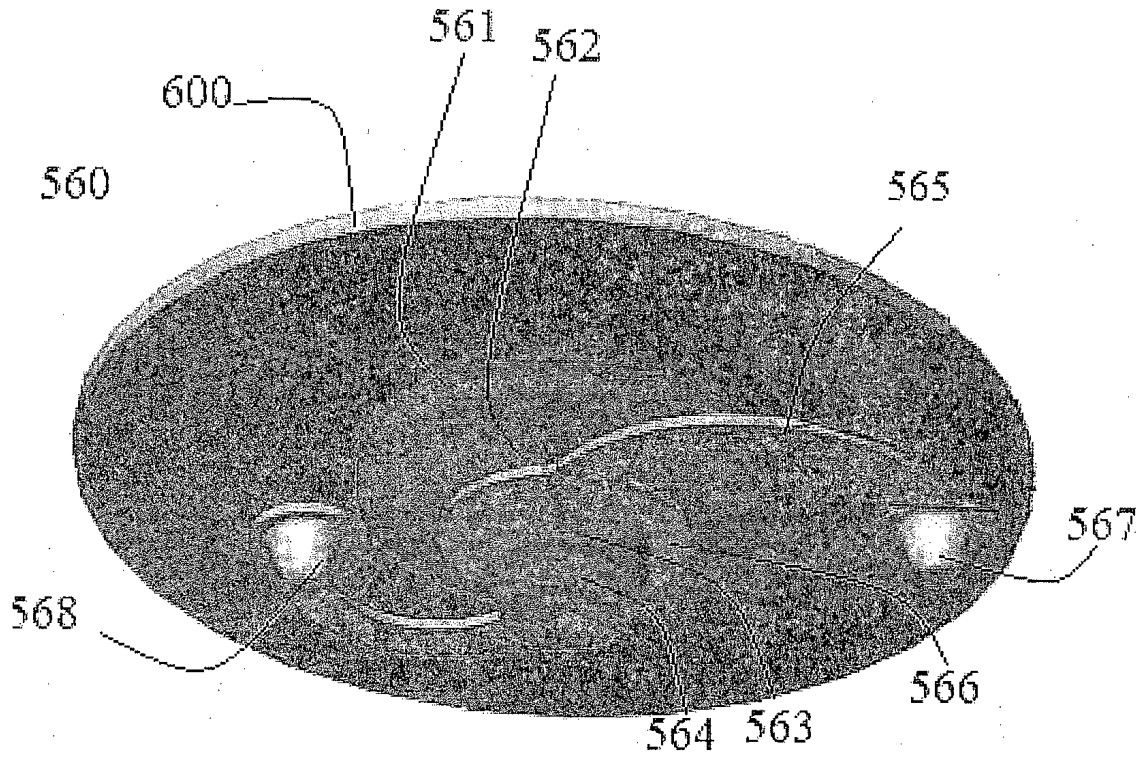


FIGURA 7b

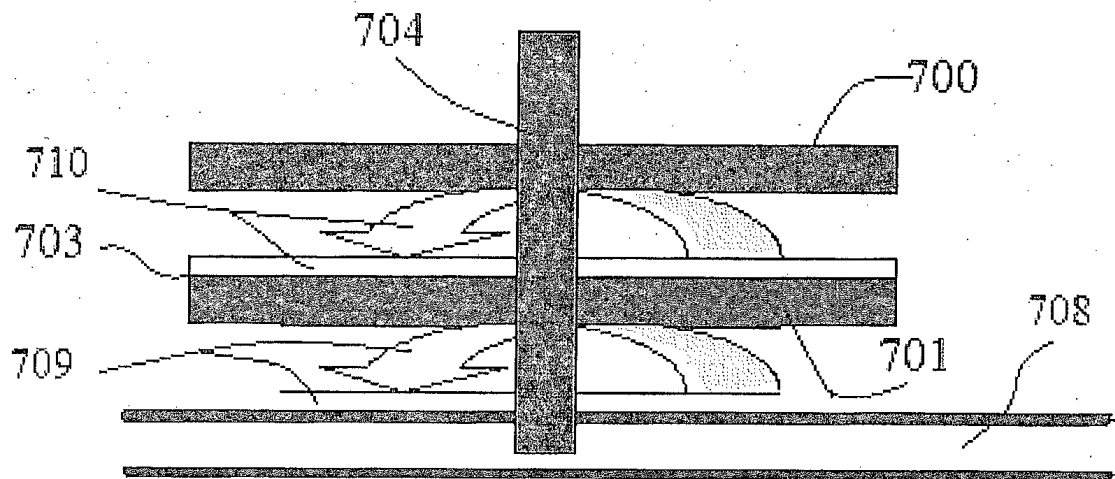


FIGURA 8