

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0802879-6 A2**



* B R P I 0 8 0 2 8 7 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 22/07/2008
(43) Data da Publicação: 30/03/2010
(RPI 2047)

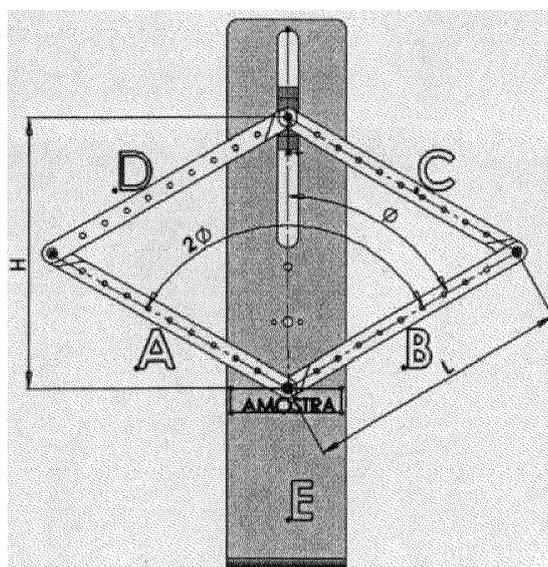
(51) *Int.Cl.:*
G01B 5/24 (2010.01)

(54) Título: **DISPOSITIVO E MÉTODO PARA AFERIÇÃO DE ÂNGULOS**

(73) Titular(es): Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(72) Inventor(es): Alexandre Fassini Michels, Flávio Horowitz,
Roberto Spinato Ribeiro, Ronaldo André Ferreira Dau

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA AFERIÇÃO DE ÂNGULOS. A presente invenção pertence ao campo dos dispositivos utilizados para a aferição de ângulos. Especificamente, o goniômetro da presente invenção apresenta 4 hastes de igual comprimento que formam um quadrilátero. O método de aferição do ângulo compreende uma etapa de transferência do ângulo a ser medido para o quadrilátero e posterior conversão das distâncias em ângulo através de uma fórmula matemática.



**PI0802879-6****Relatório Descritivo de Patente de Invenção****DISPOSITIVO E MÉTODO PARA AFERIÇÃO DE ÂNGULOS****Campo da Invenção**

5 A presente invenção pertence ao campo dos dispositivos utilizados para a aferição de ângulos. Especificamente, o goniômetro da presente invenção apresenta 4 hastes de igual comprimento que formam um quadrilátero.

O método de aferição do ângulo compreende uma etapa de transferência do ângulo a ser medido para o quadrilátero e posterior conversão
10 das distâncias em ângulo através de uma fórmula matemática.

Antecedentes da Invenção

Os goniômetros são dispositivos utilizados para se medir uma abertura angular. Particularmente, na aplicação médica, dispositivos para aferição de
15 ângulos, como os goniômetros, têm a função de mensurar a integridade de uma articulação, através da leitura do seu ângulo, sendo este de movimento definido para cada articulação. Por meio desses aparelhos, pode-se detectar alterações do ângulo de movimento de uma articulação, em relação ao seu grau pré-definido.

20 Comercialmente, existem diversos tipos de goniômetros que atendem a distintas exigências quanto à precisão, custo e montagem, em função das aplicações a que se destinam, podendo apresentar alta complexidade construtiva. Os dispositivos comerciais de configuração rudimentar e baixo custo, construídos em plástico ou metal, permitem precisão típica de um grau.
25 Normalmente estes goniômetros são destinados a aplicações em medicina, na avaliação de limitações articulares, no acompanhamento fisioterápico ou outras com baixa exigência de precisão. A exemplo da aplicação destes dispositivos na área médica pode-se citar o goniômetro da empresa Mie Medical Research Ltd, constituído de uma escala graduada em intervalos de um grau, sendo
30 usado para indicar o nível de um fluido que se mantém estabilizado, dentro de um tubo transparente por meio da ação gravitacional.

Por outro lado, existem modelos de maior precisão, normalmente
construídos em metal e destinados a aplicações científicas ou tecnológicas.
Dentre estes instrumentos, destacam-se os goniômetros de 2 ou 3 eixos
destinados, por exemplo, à determinação da orientação cristalográfica de
5 cristais, ao alinhamento de instrumentação científica, ou à avaliação de
propriedades ópticas de sólidos ou líquidos. Estes equipamentos usualmente
permitem rotação de 360 graus no eixo vertical e de ± 25 graus nos demais, e
apresentam precisão de alguns décimos de grau. O custo destes goniômetros
é tipicamente cem vezes maior que os de baixo custo com configuração
10 rudimentar.

Precisão ainda mais alta é alcançada pela família dos goniômetros
conhecidos como "de berço". Estes são constituídos por duas ou mais seções
de cilindros concêntricos, montadas sobre rolamentos do tipo esfera com alta
precisão mecânica. O deslocamento angular pode ser efetuado por um motor
15 elétrico e a precisão angular típica destes goniômetros é de alguns milésimos
de grau. Além disto, permitem a montagem de conjuntos sobrepostos para
configurações de dois ou três eixos. Possuem versão compatível com alto
vácuo. Entretanto, estes equipamentos, apresentam um custo mais que
quatrocentas vezes maior que os de baixo custo com configuração rudimentar.

Todos os modelos de alta precisão citados acima apresentam um disco
20 graduado ou um berço que gira em relação a outro componente. A precisão
destes goniômetros está correlacionada com a precisão mecânica de seus
componentes (folgas nas montagens, engrenagens, etc), além da precisão da
escala graduada, que requer processos litográficos para marcações com
25 intervalos inferiores a um micrômetro. O conseqüente aumento de precisão
aumenta substancialmente os custos destes equipamentos.

Neste contexto, a presente invenção visa proporcionar um inovador
dispositivo para aferição de ângulos que possibilita a construção de um
goniômetro com custo da ordem de 50% menor do que os goniômetros
30 tradicionais e com alta precisão equivalente.

A presente invenção, distintamente dos demais goniômetros, não apresenta disco graduado ou berço que gira em relação a outro componente. A presente invenção é constituída por uma montagem articulada que permite giro relativo entre seus componentes, induzido apenas por um simples deslocamento linear controlado, com resultado equivalente ao obtido pelo deslocamento angular controlado nos goniômetros tradicionais.

Através da indução de deslocamentos angulares por deslocamentos lineares, que permitem medição precisa e acurada através de uma elaboração mais simples que a dos angulares, o resultado da presente invenção é um goniômetro com custo muito competitivo em relação aos tradicionais com a mesma precisão elevada.

Além da precisão elevada para medir ângulos, com boa relação custo/benefício, a presente invenção utiliza na sua configuração um instrumento de medida linear, cujo custo é menos oneroso em relação aos instrumentos de medida angular tradicionais com precisão de medida final equivalente. Adicionalmente, o custo do instrumento de medida linear é beneficiado pela grande escala de produção e simplicidade construtiva dos paquímetros comercialmente disponíveis no mercado.

Outra grande vantagem consiste no uso do deslocamento linear, que pode ser medido com grande precisão, para obter uma aferição de ângulo que pode chegar a alguns centésimos ou milésimos de grau, dependendo da folga mecânica entre os componentes e da precisão do instrumento de medição linear.

Na literatura patentária foram encontrados alguns documentos que circunscrevem o tema.

O pedido internacional de patente WO 2006/056647 refere-se a um goniômetro e um método para medir stress e caracterizar microestruturas de partículas. O referido goniômetro compreende uma estrutura com uma "cabeça" de medição móvel adaptada na estrutura. Este conjunto permite o movimento linear em duas direções, que viabiliza a aferição em um determinado ponto.

A presente invenção difere deste documento por não apresentar uma "cabeça" de medição móvel adaptada na estrutura.

O pedido europeu de patente EP 0 617 258 refere-se a um goniômetro a laser portátil de dois "braços" que giram sobre um eixo. A estrutura se resume a
5 um laser que emite luz visível sendo montado em um braço que gira sobre um pivô provido de outro braço, o qual suporta o referido goniômetro. Este conjunto possibilita a aferição de um ângulo ente o laser e um plano de referência.

A presente invenção difere deste documento por não compreender o uso de laser.

10 O pedido de patente britânico GB 2149108, refere-se a um goniômetro portátil para aplicação médica, utilizado para aferição da escala de movimento de uma articulação. Particularmente, este dispositivo compreende um canal interno preenchido por um líquido colorido. Este canal interno é fechado por uma cobertura transparente formando um espaço incluso. A medida é feita
15 considerando-se a inclinação do líquido em relação à linha horizontal.

A presente invenção difere deste documento por compreender um canal interno preenchido com um líquido colorido.

O pedido de patente PI 9605232-5, refere-se a um goniômetro gravitacional para aplicação médica, particularmente utilizado para exames
20 físicos, médicos e fisioterápicos de indivíduos portadores de deficiências físicas em processo de reabilitação, ou para se obter informações que auxiliem o clínico na elaboração de diagnósticos. O referido goniômetro gravitacional é um dispositivo que possui um sistema pendular, constituindo a base de todo o seu funcionamento. É composto de um monobloco circular com um pêndulo
25 giratório acoplado a um rolamento especial, montado no eixo do monobloco, tendo ao fundo um mostrador dividido em dois semi-círculos com escala graduada de 0° a 180°. Duas agulhas montadas em um eixo fixo individual funcionam como indicadores do ângulo da articulação medida. O dispositivo, ao ser adaptado ao segmento corporal para aferir o grau de movimento,
30 acompanha esse movimento e suas agulhas são arrastadas pelo pêndulo no

plano do movimento uma em cada direção, mantendo-se nessa posição, e indicando o ângulo do movimento realizado.

A presente invenção difere deste documento por não compreender um pêndulo e um monobloco.

5 O pedido de patente PI 9103413-2 refere-se a um goniômetro para avaliação da amplitude do quadril, utilizado para avaliações biométricas, antropométricas, médicas, fisioterapêuticas, esportivas, artísticas, etc. O referido goniômetro compreende uma base semi-circular graduada de 0 a 180°, dotada no seu vértice de uma luva com quatro braços, sobre a qual é disposto
10 um assento redondo e giratório com encosto, possuindo a dita base semi-circular. Adicionalmente, um braço faceando o grau zero no plano horizontal, projeta-se além do limite da base semi-circular, dotado de uma placa interna vertical.

A presente invenção difere deste documento por não compreender um
15 assento.

O pedido de patente PI 8602259-8, refere-se a um goniômetro fixo de busca de ponto nulo para um localizador automático de direção. O referido goniômetro é direcionado ao uso em equipamentos de localização de direção automática. Um microprocessador é usado para gerar informações de seno e
20 coseno em resposta à fase detectada do sinal de orientação. Isto elimina a exigência de antena de movimento e é construído inteiramente destituído de qualquer mecanismo giratório. Um sinal de realimentação de quadro funcionalmente relacionado com o ângulo de ponto nulo detectado, provê um processo de localização de ponto nulo estável, sem distorção de áudio em
25 relações relativamente altas de sinal/realimentação.

Outras referências relacionadas à invenção, mas que tampouco a antecipam ou a sugerem:

- Suortti, P; On very accurate x-ray intensity measurements using a Bragg-Brentano goniometer, Annales Academiae Scientiarum Fennicae,
30 Suomalainen Tiedeakatemia, 1966.

- ABNT; INMETRO. Guia para a incerteza de medição. 2. ed. Rio de Janeiro: Serifa Editoração e Informática S/C Ltda, 1998.

Do que se depreende do estado da técnica encontrado, os goniômetros citados nas referências apresentam diversas diferenças em relação à presente invenção, que vão desde a geometria, modo de construção, custos até suas respectivas aplicações. A literatura patentária analisada não antecipa nem sugere, ainda que indiretamente, qualquer dos objetos da presente invenção.

Objetos da Invenção

10 É um objeto da presente invenção proporcionar um dispositivo para a aferição de ângulos que compreende quatro hastes de igual comprimento, articuladas entre si e unidas em suas extremidades de modo a formar um quadrilátero.

15 Em uma realização preferencial o dispositivo está fixo em um suporte. O suporte pode ainda compreender uma graduação para medição das distâncias entre os vértices.

É também objeto da presente invenção, um método de aferição de ângulos que compreende as etapas de:

- a) transferir para o dispositivo o ângulo a ser medido, de forma
20 que o ângulo entre duas hastes seja equivalente ao ângulo a ser medido;
- b) calcular o ângulo transferido conforme expressão (1) abaixo:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{H}{2L}\right) \quad (1)$$

onde:

- 25 - H é a distância entre o vértice do ângulo a ser medido e o vértice oposto no quadrilátero; e
- L é o comprimento das hastes.

O valor de H pode ser obtido por medição com instrumentos de medição linear adequados, como um paquímetro, ou mesmo com um suporte graduado.

30 Estes e outros objetos da presente invenção ficarão mais evidentes a partir da descrição detalhada da invenção e das Figuras.

Breve Descrição das Figuras

5 A Figura 1 mostra uma ilustração de uma configuração possível do goniômetro com quatro hastes denominadas A, B, C e D, um suporte E e uma base F.

A Figura 2 mostra detalhes sobre as distâncias das hastes utilizadas na Expressão (1) para o cálculo do ângulo.

Descrição Detalhada da Invenção

10 A presente invenção será exposta a seguir em detalhes. Os exemplos descritos a seguir são meras concretizações preferenciais da invenção, não devendo ser compreendidos como limitantes da invenção. Variações ou concretizações similares devem ser consideradas como dentro do escopo da invenção.

15

Dispositivo para a aferição de ângulos - Goniômetro

O goniômetro, aqui apresentado, é composto por quatro hastes de igual comprimento, articuladas entre si e unidas em suas extremidades de modo a formar um quadrilátero. Esta configuração é apenas uma das diversas
20 configurações possíveis que estão dentro do escopo da presente invenção. Nesta configuração, ilustrada na Figura 1, um dos eixos que fixa as hastes (A) e (B) é fixo em uma base (E), enquanto um segundo eixo, que fixa as hastes (C) e (D), desloca-se ortogonalmente à base (F), a qual está afixada na base (E). À medida que o segundo eixo é deslocado linearmente, ocorre a
25 correspondente variação no valor dos ângulos formados pelas hastes. Para esta configuração de quatro hastes articuladas, podemos descrever a abertura angular (θ) entre as hastes (A) e (B) pela expressão (1):

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{H}{2L}\right) \quad (1)$$

onde H é o deslocamento linear medido entre o centro de rotação do eixo que une as hastes (A) e (B) e o ponto de união entre as hastes (C) e (D), e L é o comprimento das hastes.

5 Hastes Articuladas (A), (B), (C), (D)

As 4 hastes articulam entre si e são unidas formando um quadrilátero regular. Os lados do quadrilátero possuem preferencialmente de 20 mm a 400 mm. As hastes podem ser utilizadas livres ou fixas à um suporte (E) (Fig.1 e 2).

Na presente invenção, o quadrilátero é formado com hastes de 300 mm.

10

Suporte (E)

O suporte (E) da presente invenção compreende um ponto de fixação de um dos vértices do quadrilátero e uma fenda por onde desliza o vértice oposto do quadrilátero (Fig.2). O deslizamento do vértice oposto deve coincidir com a bissetriz do ângulo formado.

15

Opcionalmente, o suporte pode conter uma escala graduada para facilitar a determinação de H.

Base Opcional (F)

20 A base opcional da presente invenção é uma base onde se fixa o suporte (E) de maneira ortogonal (Fig.1).

Método de Aferição de Ângulos

25 O método de aferição de ângulos da presente invenção compreende as etapas de:

- a) transferir para o dispositivo o ângulo a ser medido, de forma que o ângulo entre duas hastes seja equivalente ao ângulo a ser medido;
- b) calcular o ângulo transferido conforme expressão (1) abaixo:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{H}{2L}\right) \quad (1)$$

30

onde:

- H é a distância entre o vértice do ângulo a ser medido e o vértice oposto no quadrilátero; e
- L é o comprimento das hastes.

5 O instrumento de medição linear é qualquer instrumento de medição linear já descrito no estado da técnica tais como o paquímetro, a régua, dentre outros possíveis.

Em especial, a presente invenção utiliza como instrumento de medição linear o paquímetro.

10

Incerteza na medida de H (ΔH)

O valor da incerteza da medida de H, denominado ΔH , é obtido pela consideração das incertezas construtivas, causadas principalmente pela fixação do instrumento de medida linear e pela folga na articulação dos eixos, e da incerteza do instrumento de medida linear, assim como na leitura da escala quando realizada visualmente. É possível minimizar os dois últimos fatores através da escolha de instrumento de medida linear com visor digital e com baixa incerteza na determinação do deslocamento linear.

20

Incerteza na medida de L (ΔL) e incerteza angular ($d\theta$)

A incerteza no valor de L, denominado ΔL , é função das folgas do sistema de hastes articuladas e da incerteza dimensional entre os centros de rotação das mesmas. Adicionalmente, pode-se descrever a incerteza angular, denominada $d\theta$, através da expressão (2):

25

$$d\theta = \left(\frac{H}{2L} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{H}{2L}\right)^2}} \right) \sqrt{\left(\frac{\Delta H}{H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2} \quad (2)$$

Deste modo, a presente invenção revela um dispositivo de construção simples para medir ângulos através de um deslocamento linear controlado, automatizado ou não, o que permite leitura e construção mais simples do que a envolvendo deslocamento angular, e não exigindo gravação de escala de
 5 leitura com tecnologias sofisticadas como, por exemplo, litografia. Este dispositivo pode ser utilizado para medir ângulos permitindo a obtenção simultânea do deslocamento angular de duas ou mais hastes articuladas, em relação ao eixo de simetria do instrumento, e do deslocamento angular entre as hastes articuladas (medida $\theta-2\theta$).

10 O referido dispositivo para aferir ângulos, que permite a medida simultânea do deslocamento angular em geometrias $\theta-2\theta$, pode ser aplicado em diversas áreas tais como difratometria de raios-X, medidas ópticas como em reflexão de ângulo crítico, vibração e índice de refração, dentre outras. Adicionalmente este dispositivo para aferição de ângulos é de fácil manuseio e
 15 deslocamento, possibilitando medições de campo, e adaptável à monitoração de processos, permitindo também medição em tempo real, através da adição de software com processamento matemático simples.

Exemplo 1 – Obtenção do deslocamento angular ($\theta \pm d\theta$)

20 A partir das expressões (1) e (2), pode-se obter a expressão do deslocamento angular como:

$$\theta \pm d\theta = \arccos\left(\frac{H}{2L}\right) \pm \left(\frac{H}{2L} \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{H}{2L}\right)^2}} \right) \sqrt{\left(\frac{\Delta H}{H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2} \quad (3)$$

25 Por exemplo, para valores típicos $\Delta L = 0,01$ mm e $\Delta H = 0,1$ mm, e considerando o comprimento das hastes articuladas $L = 300$ mm, obtém-se uma incerteza angular $2\Delta\theta = 0,001$ graus para um ângulo $2\theta = 36$ graus.

Os versados na arte valorizarão imediatamente os importantes benefícios decorrentes do uso da presente invenção. Variações nas formas de concretizar o conceito inventivo aqui exemplificado devem ser compreendidas como dentro do espírito da invenção e das reivindicações anexas.

Reivindicações

DISPOSITIVO E MÉTODO PARA AFERIÇÃO DE ÂNGULOS

1. Dispositivo para a aferição de ângulos que compreende quatro hastes de
5 igual comprimento, articuladas entre si e unidas em suas extremidades de
modo a formar um quadrilátero.
2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelas hastes
apresentarem comprimento entre 20 mm e 400 mm.
3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelas hastes
10 apresentarem comprimento de 300 mm.
4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um dos
vértices do quadrilátero estar fixo a um suporte.
5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo suporte
opcionalmente compreender uma escala graduada.
- 15 6. Método de aferição de ângulos caracterizado por compreender as etapas
de:
- a) transferir para o dispositivo o ângulo a ser medido, de forma
que o ângulo entre duas hastes seja equivalente ao ângulo a ser medido;
 - b) calcular o ângulo transferido conforme expressão (1) abaixo:
- 20
$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{H}{2L}\right) \quad (1)$$
- onde:
- H é a distância entre o vértice do ângulo a ser medido e o vértice
oposto no quadrilátero; e
 - L é o comprimento das hastes.
- 25 7. Método de aferição de ângulos, de acordo com a reivindicação 6,
caracterizado pela medida de H ser obtida por medição direta com
instrumentos de medição linear adequados, como um paquímetro, uma régua,
um suporte graduado, dentre outros possíveis.

8. Método de aferição de ângulos, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo valor do ângulo compreender o cálculo da incerteza angular conforme expressão (2):

$$d\theta = \left(\frac{H}{2L} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{H}{2L}\right)^2}} \right) \sqrt{\left(\frac{\Delta H}{H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2} \quad (2)$$

Figuras

Figura 1

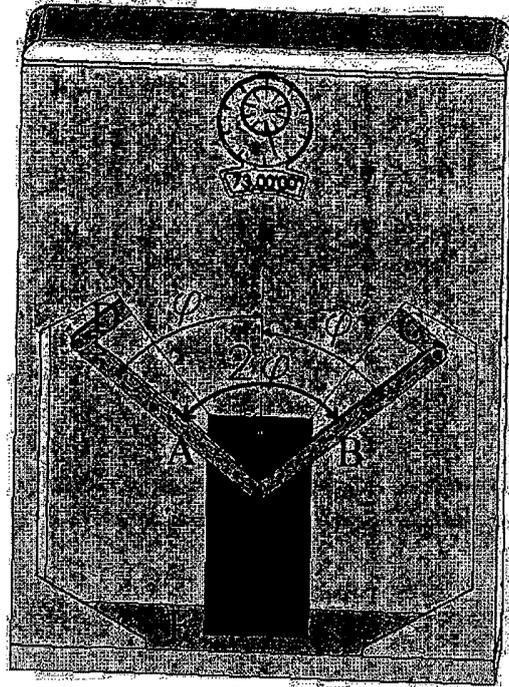
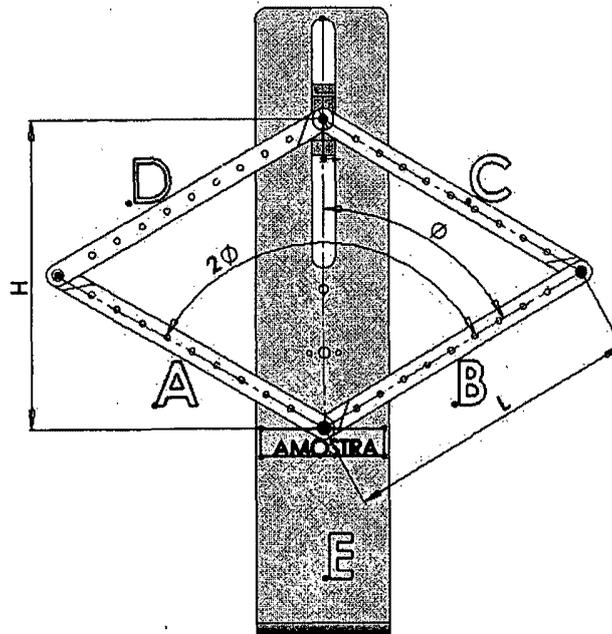


Figura 2



Resumo**DISPOSITIVO E MÉTODO PARA AFERIÇÃO DE ÂNGULOS**

5 A presente invenção pertence ao campo dos dispositivos utilizados para a aferição de ângulos. Especificamente, o goniômetro da presente invenção apresenta 4 hastes de igual comprimento que formam um quadrilátero.

O método de aferição do ângulo compreende uma etapa de transferência do ângulo a ser medido para o quadrilátero e posterior conversão das distâncias em ângulo através de uma fórmula matemática.