



### **Relatório Descritivo de Patente de Invenção**

## DISPOSITIVO DE ROTAÇÃO AUTOMÁTICA PARA FOTOGRAMETRIA E SISTEMA PARA CAPTAÇÃO DE IMAGENS EM MICROSCÓPIOS

### **Campo da Invenção**

**[0001]** A presente invenção descreve um dispositivo para auxílio na aquisição de imagens em microscópio eletrônico de varredura dotado de um conjunto redutor que faz com que a amostra rotacione automaticamente entre as posições em que o microscópio deve realizar as varreduras. A presente invenção se situa nos campos da engenharia mecânica, em dispositivos de rotação, fotogrametria e microscopia.

### **Antecedentes da Invenção**

**[0002]** Os modelos 3D gerados pelo processo de fotogrametria requerem uma sequência de imagens para serem formados. Um dos dispositivos usados para a aquisição das imagens são os microscópios eletrônicos de varredura (MEV).

**[0003]** Os microscópios eletrônicos de varredura compreendem uma câmara de vácuo onde ocorre a varredura da amostra e para que o modelo 3D gerado apresente alta precisão é necessária uma quantidade considerável de imagens. Sendo que para cada varredura é necessário realizar a rotação da amostra, atualmente a rotação da amostra deve ser realizada manualmente, demandando muito tempo para tal operação, pois é necessário desacionar o vácuo, abrir a gaveta, manusear a amostra, fechar a gaveta e acionar o vácuo. Este ciclo de acionamento do vácuo múltiplas vezes pode gerar um desgaste prematuro do equipamento.

**[0004]** Um ponto agravante é o tamanho reduzido da amostra que torna seu manuseio difícil e demorado. Uma vez que necessita cuidados especiais para realizar o manuseio da amostra. Esta etapa pode agravar problemas

desnecessários para o operador, como danificar a amostra, realizar contatos indevidos, derrubar a amostra, etc.

**[0005]** Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

**[0006]** O documento US 2004/0264764 A1 revela um dispositivo e um método que permite visualizar em 3D por meio de aquisição de duas imagens em inclinações diferentes, pelo processo conhecido como estéreo Fotogrametria. Ou seja, no caso do MEV são adquiridas duas imagens, e ao sobrepor às duas aquisições é possível visualizar em 3D a representação da amostra analisada. Consiste em uma invenção que se refere a um aparelho de medição da imagem e um método de medição da imagem de modo a fotografar imagens da direita e esquerda com uma câmera conectada a um microscópio eletrônico ou a um microscópio óptico (como um dispositivo de reprodução fotográfica). Da forma que ao inclinar a amostra ou dividir ou inclinar o feixe (feixe de elétrons ou um feixe de luz) possa analisar o objeto e realizar medições em 2D ou 3D da amostra fotografada. Porém o dispositivo permite apenas a medição da amostra e não gera um modelo 3D da mesma.

**[0007]** O acessório Deben Tilt & Rotate Sub-Stage, fabricado pela Hitachi para ser utilizado no MEV Hitachi 3000, trata de uma plataforma de rotação, com ajuste de inclinação de  $-15^{\circ}$  a  $+60^{\circ}$ , que consiste em uma gaveta específica que deve substituir a gaveta convencional de posicionamento XY. O acessório permite rotacionar e inclinar manualmente o porta amostra no interior do MEV. Porém a movimentação precisa ser realizada manualmente e o acessório só é compatível ao modelo MEV Hitachi 3000.

**[0008]** O documento CN102155909 revela um método de medição em nano-escala utilizando equipamentos com capacidade de grande magnificações (por ex. MEV). O método consiste em adquirir séries de imagens 2D em vários ângulos da superfície da amostra e posteriormente reconstruir o modelo 3D por meio de softwares, tendo como resultante uma malha 3D. Para realizar a

medição são adquiridas imagens em ângulos diferentes no MEV. O MEV combina características da fotografia e a partir disso utilizando recursos da Fotogrametria é possível reconstruir um modelo 3D a partir de uma série de imagens bidimensionais. A distorção das imagens é corrigida e reconstruídas usando o algoritmo de correlação de imagem digital. Dessa forma, a nuvem de pontos tridimensional da amostra é reconstruída a partir das imagens corrigidas e dos parâmetros pré-calibrados do sistema. Contudo, esta não determina como serão adquiridas as séries de imagem, bem como não é especificado nenhum tipo de acessório ou dispositivo para tal fim.

**[0009]** Deste modo, ainda existe a necessidade de um dispositivo que auxilie na tomada das diversas imagens necessárias para a realização da fotogrametria.

**[0010]** Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

### **Sumário da Invenção**

**[0011]** Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um dispositivo capaz de acomodar uma amostra e rotacionar automaticamente a dita amostra, sendo que a rotação ocorre de maneira intermitente e com angulação determinada a partir de um conjunto redutor.

**[0012]** Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um dispositivo de rotação automática para fotogrametria dotado de ao menos:

- a. uma primeira e uma segunda engrenagem;
- b. uma base (A);
- c. um porta amostra (G);
- d. um motor (M);

sendo que,

- a primeira engrenagem é do tipo roda de Genebra;
- os eixos da segunda engrenagem estão dispostos em ângulo  $\alpha$ ;
- o porta amostra (G) é associado à coroa (E) da segunda engrenagem;
- o motor (M) é associado à roda motora (B) da primeira engrenagem;
- as engrenagens e o motor (M) são associados à base (A).

**[0013]** Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta sistema para captação de imagens de amostra para fotogrametria que compreende um meio de captação de imagem dotado de câmara a vácuo e o dispositivo de rotação automática descrito neste documento, sendo que:

- a amostra é fixada ao dispositivo de rotação automática;
- o dispositivo de rotação automática é posicionado no interior da câmara a vácuo e alinhado ao meio de captação de imagem;
- o sistema é dotado de meio de controle.

**[0014]** Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados faz referência a um dispositivo para ser usado em microscópios eletrônicos de varredura para rotacionar uma amostra automaticamente, de forma intermitente permanecendo estático por um período para que seja realizado a varredura e aquisição da imagem.

**[0015]** Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

### **Breve Descrição das Figuras**

**[0016]** São apresentadas as seguintes figuras:

**[0017]** A figura 1 mostra uma perspectiva isométrica de uma concretização do dispositivo de rotação automática para fotogrametria.

**[0018]** A figura 2 mostra uma imagem da concretização preferencial.

**[0019]** A figura 3 mostra um motor (M) à corda associado à concretização preferencial.

**Descrição Detalhada da Invenção**

**[0020]** As descrições que seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

**[0021]** Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um dispositivo de rotação automática para fotogrametria dotado de ao menos:

- a. uma primeira e uma segunda engrenagem;
- b. uma base (A);
- c. um porta amostra (G);
- d. um motor (M);

sendo que,

- a primeira engrenagem é do tipo roda de Genebra;
- os eixos da segunda engrenagem estão dispostos em um ângulo  $\alpha$ ;
- o porta amostra (G) é associado à coroa (E) da segunda engrenagem;
- o motor (M) é associado à roda motora (B) da primeira engrenagem;
- as engrenagens e o motor (M) são associados à base (A).

**[0022]** As engrenagens possuem a função de transmitir a rotação do motor (M) para o porta amostra (G), sendo que a primeira engrenagem é do tipo roda de Genebra, que transforma uma rotação contínua para uma rotação intermitente. Deste modo, o porta amostra (G) permanece estático por um período para aquisição da imagem. As dimensões da roda de Genebra dependem da relação entre o tempo que o microscópio eletrônico de varredura leva para captar uma imagem e a rotação do motor (M). A segunda engrenagem foi instalada com um ângulo  $\alpha$  entre seus eixos para que o porta amostra (G) permaneça em uma posição correta para a aquisição das imagens, ademais a relação de transmissão da segunda engrenagem é escolhida de acordo com o valor do ângulo que o porta amostra (G) deve se movimentar a cada estágio da roda de Genebra.

**[0023]** O eixo do motor (M) é associado à roda motora (B) da roda de

Genebra, o eixo da roda movida (C) é fixado à base (A) de maneira não engastada, ou seja, que permita a sua rotação. O pinhão (D) da segunda engrenagem está associado ao mesmo eixo da roda movida (C) da roda de Genebra. A coroa (E) da segunda engrenagem e o porta amostra (G) estão associados ao mesmo eixo, sendo que o dito eixo é fixado, de forma não engastada, a uma haste (F) que por sua vez é associada à base (A).

**[0024]** O motor (M) deve ser puramente mecânico, pois desta não são geradas interferências eletromagnéticas que prejudicam a aquisição das imagens. Desta forma, o motor (M) deve ser capaz de armazenar energia, como por exemplo, em uma mola ou “corda”, dissipando-a aos poucos.

**[0025]** A base (A) é dotada de furos e ranhuras que permitem a fixação da mesma em diversos locais, podendo assim ser utilizada em qualquer tipo de microscópio eletrônico de varredura.

**[0026]** Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um sistema para obtenção de imagens de uma amostra para fotogrametria que compreende um meio de captação de imagem dotado de câmara a vácuo e o dispositivo de rotação automática descrito neste documento, sendo que:

- a amostra é fixada ao dispositivo de rotação automática;
- o dispositivo de rotação automática é posicionado no interior da câmara a vácuo e alinhado ao meio de captação de imagem;
- o sistema é dotado de meio de controle.

**[0027]** Ainda, o sistema da presente invenção é dotado da sincronização do meio de captação de imagens ao dispositivo de rotação, onde o meio de controle é configurado para permitir que o meio de captação de imagens realize as capturas de imagem conforme a rotação do dispositivo de rotação automática, implementando a dita sincronização. Assim, em uma concretização, o meio de captação de imagem realiza uma captura após o término da rotação do dispositivo de rotação automática.

**[0028]** Não obstante, o meio de controle é qualquer interface configurável e ajustável por um usuário, operador ou programador, seja de maneira eletrônica

ou manual, podendo ser um elemento externo conectado aos elementos do sistema, e.g. um microcontrolador, ou pode ser uma interface de programação contida no software do meio de captação de imagens.

**[0029]** Em uma concretização a amostra é posicionada no porta amostra (G) do dispositivo de rotação automática.

**[0030]** Em uma concretização, o meio de captação de imagem é um microscópio eletrônico de varredura.

**[0031]** A utilização deste dispositivo auxilia a geração de modelos 3D em microscópios eletrônicos de varredura, reduzindo o tempo e as etapas deste processo, pois com o dispositivo, basta posicionar a amostra desejada no porta amostra (G), fornecer energia ao motor e programar a aquisição das imagens pelo microscópio. O dispositivo rotaciona a amostra entre as posições permanecendo estático para a aquisição das imagens para que o modelo 3D seja gerado corretamente.

### **Exemplo 1. Realização Preferencial**

**[0032]** Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

**[0033]** Em uma concretização preferencial, a rotação do motor (M) é 1rpm, a roda de Genebra possui dez posições e a segunda engrenagem é redutora, sendo sua relação de transmissão igual a 4. O ângulo  $\alpha$  entre os eixos da segunda engrenagem é igual a  $30^\circ$ . Ainda, o porta amostra (G) possui um diâmetro de 10mm.

**[0034]** Nesta concretização, o dispositivo realiza a rotação do porta amostra (G) com uma diferença angular de  $9^\circ$  entre cada posição, onde a transição entre as posições leva 24s e cada posição permanece estática por 36s. Assim em uma volta completa da amostra são adquiridas 40 imagens para a formação do modelo 3D, de modo que este processo leva um tempo total de 40 minutos, sendo a uma taxa de 1 imagem capturada por minuto.

**[0035]** Este sistema foi testado utilizando um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Hitachi 3000, o qual demanda 32 segundos para realizar a varredura da amostra. Assim, o período estático de 36s do dispositivo de rotação automática é efetuado com intuito de garantir que o meio de captação de imagem realize a varredura da amostra e, assim, capturar a imagem desejada.

**[0036]** Em uma concretização preferencial, o meio de controle para realizar a sincronização foi implementado manualmente, ou de forma projetada, onde o motor do dispositivo de rotação automática foi ajustado (projetado) para operar conforme o período de varredura do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

**[0037]** Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

### Reivindicações

1. Dispositivo de rotação automática para fotogrametria **caracterizado** por ser dotado de ao menos:

- a. uma primeira e uma segunda engrenagem;
- b. uma base (A);
- c. um porta amostra (G);
- d. um motor (M);

sendo que,

- a primeira engrenagem é do tipo roda de Genebra;
- os eixos da segunda engrenagem estão dispostos em ângulo  $\alpha$ ;
- o porta amostra (G) é associado à coroa (E) da segunda engrenagem;
- o motor (M) é associado à roda motora (B) da primeira engrenagem;
- as engrenagens e o motor (M) são associados à base (A).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado** pela primeira engrenagem ser dotada de dez posições.

3. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2 **caracterizado** pela segunda engrenagem ser redutora e dotada de uma relação de transmissão igual a 4.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 **caracterizado** pela a rotação do motor (M) ser 1rpm.

5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4 **caracterizado** pelo ângulo  $\alpha$  ser 30°.

6. Sistema para captação de imagens de amostra para fotogrametria **caracterizado** por compreender um meio de captação de imagem, dotado de câmara a vácuo, e o dispositivo de rotação automática descrito nas reivindicações de 1 a 5, sendo que:

- a amostra é posicionada no dispositivo de rotação automática;
- o dispositivo de rotação automática é posicionado no interior da câmara a vácuo e alinhado ao meio de captação de imagem;

- o sistema é dotado de meio de controle.
- 7. Sistema de acordo com a reivindicação 6 **caracterizado** pelo fato de compreender sincronização do meio de captação de imagens ao dispositivo de rotação.
- 8. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 e 7 **caracterizado** pelo fato da amostra ser posicionada no o porta amostra (G) do dispositivo de rotação automática.
- 9. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8 **caracterizado** pelo fato do meio de captação de imagem compreender captação de imagem da amostra a cada 9° de rotação do porta amostra (G).

FIGURAS

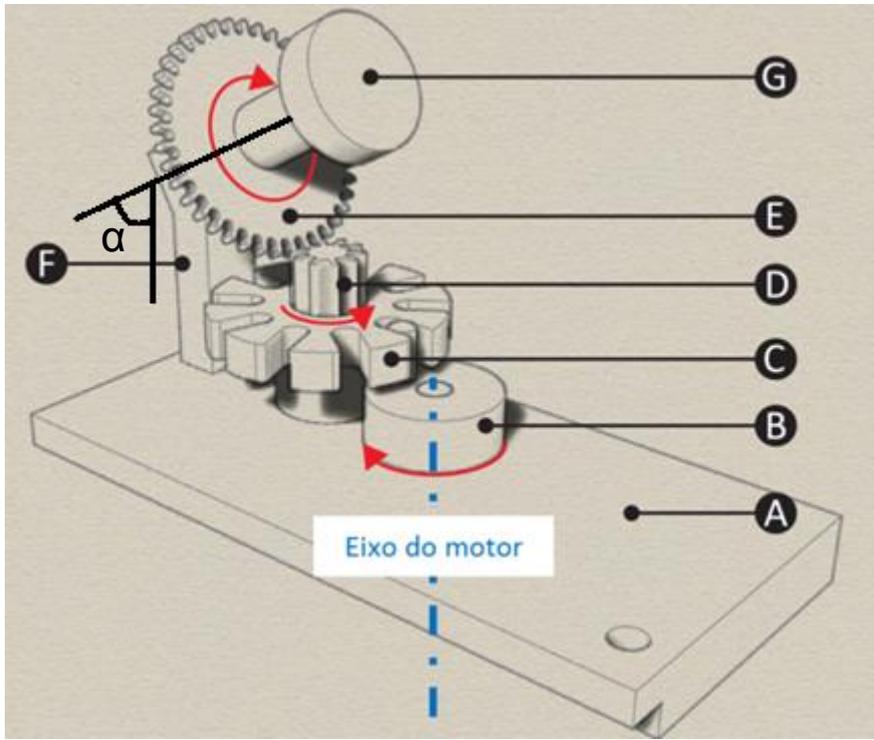


Figura 1

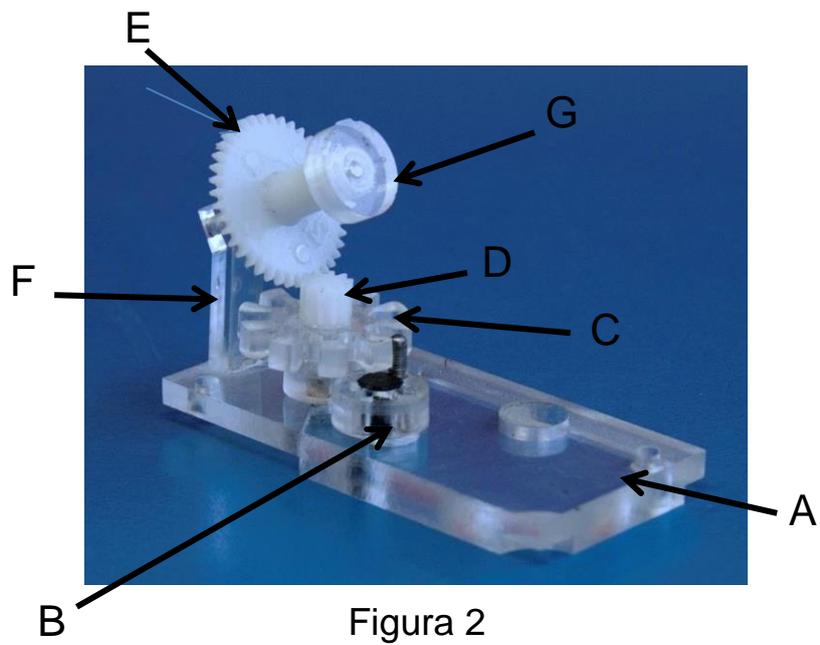


Figura 2

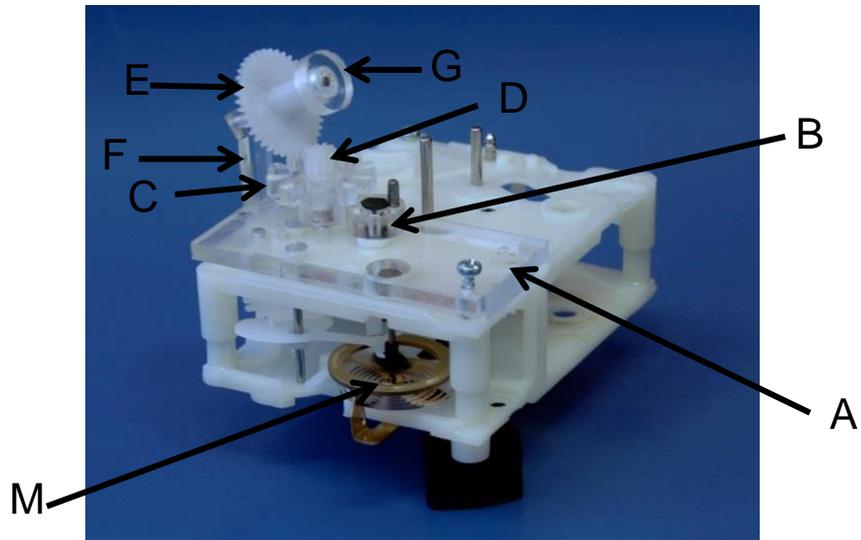


Figura 3

**Resumo****DISPOSITIVO DE ROTAÇÃO AUTOMÁTICA PARA FOTOGRAMETRIA E SISTEMA  
PARA CAPTAÇÃO DE IMAGENS EM MICROSCÓPIOS**

A presente invenção descreve um dispositivo de rotação automática para fotogrametria. Especificamente, a presente invenção compreende um conjunto redutor, dotado de uma engrenagem do tipo roda de Genebra, que faz com que o porta amostra permaneça estático por um período para que o microscópio seja capaz de realizar a varredura e adquirir a imagem e rotacione o porta amostra para a posição da próxima varredura. A presente invenção se situa nos campos da engenharia mecânica, em dispositivos de rotação, fotogrametria e microscopia.