



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº PI 1004143-5

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 1004143-5

**(22) Data do Depósito:** 20/10/2010

**(43) Data da Publicação Nacional:** 26/02/2013

**(51) Classificação Internacional:** G01N 19/02.

**(54) Título:** EQUIPAMENTO PARA ADAPTAÇÃO EM TRIBÔMETRO PARA EXECUÇÃO DE ENSAIOS DE DESGATE EM BIOMATERIAIS UTILIZADOS EM PRÓTESES ORTOPÉDICAS DE JOELHO

**(73) Titular:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. CGC/CPF: 75095679000149. Endereço: Rua João Negrão, 280 - 2º andar, Curitiba, PR, BRASIL(BR), 80020-310

**(72) Inventor:** JOSÉ NOGUEIRA ATHAYDE; BEATRIZ LUCI FERNANDES.

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 20/10/2010, observadas as condições legais

**Expedida em:** 28/07/2020

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



EQUIPAMENTO PARA ADAPTAÇÃO EM TRIBÔMETRO PARA EXECUÇÃO  
DE ENSAIOS DE DESGASTE EM BIOMATERIAIS UTILIZADOS EM  
PRÓTESES ORTOPÉDICAS DE JOELHO

A presente patente refere-se a um equipamento adaptador para  
5 utilização em tribômetro, ou outro equipamento de mesma função, para  
realização de ensaios de desgaste em biomateriais, ou qualquer outro  
material metálico, cerâmico, polimérico, ou outro qualquer material utilizado  
em próteses ortopédicas. Esse adaptador foi desenvolvido com base em  
conhecimentos específicos da área da bioengenharia para simular o desgaste  
10 de biomateriais em próteses ortopédicas nas condições verificadas quando  
implantadas em seres humanos.

Não existem adaptadores para tribômetros, adequados para  
este tipo de ensaio, nem mesmo as normas técnicas, incluindo as ASTM  
(Sociedade Americana para Ensaios de Materiais), possuem descrições  
15 desses equipamentos e metodologias pertinentes.

Para a análise adequada do comportamento de desgaste dos  
componentes protéticos, são necessários conhecimentos em relação aos  
materiais empregados na confecção dos mesmos, seu comportamento  
tribológico, assim como das configurações possíveis do sistema mecânico  
20 envolvido na articulação artificial.

No caso do joelho, em humanos, trata-se de uma articulação  
intermediária do membro inferior, situada entre a parte proximal do fêmur e  
distal da tíbia. A estrutura dessa articulação é formada pelos seus ligamentos,  
músculos, as extremidades distal do fêmur, proximal da tíbia e proximal da  
25 fíbula, além da patela.

A articulação do joelho possui um grau de liberdade, permitindo  
a flexão-extensão do membro inferior em torno do eixo coronal. Flexão é o  
movimento da perna na direção posterior aproximando-se da parte posterior

5 da coxa. A extensão é o movimento oposto, alinhando a coxa e a perna em 0° grau. Da posição de extensão em 0° até a flexão total, o ângulo de dobramento da articulação do joelho atinge aproximadamente 140°.

Quando em flexão, o joelho apresenta mais um grau de liberdade permitindo a rotação medial e lateral em torno do eixo longitudinal da perna. A rotação da superfície anterior da perna no sentido do plano médio sagital é denominada de rotação medial e a rotação em afastamento desse plano é denominada rotação lateral.

Sobre as articulações do joelho atuam, principalmente, forças de compressão, decorrentes da massa corpórea. Forças e momentos flexores também atuam, apresentando, segundo estudo utilizando simulação pelo método dos elementos finitos, um fator de multiplicação de 3,3 em relação à massa corpórea do indivíduo (WEHNER *et. al.*, 2009).

O conhecimento dos mecanismos de desgaste e das propriedades dos materiais utilizados nos implantes é fundamental para o sucesso dos mesmos quando em serviço. O desgaste é definido como “a perda progressiva de massa da superfície em operação de um corpo, devido ao movimento relativo desta (YAMAGUCHI Apud REIS 1999)”.

Diversos dispositivos para estudos tribológicos em biomateriais têm sido desenvolvidos. O desgaste não pode ser caracterizado de forma precisa, porém, é possível estabelecer a forma como ele ocorrerá e quais os mecanismos que prevalecerão (REIS *et. al.*, 1999).

O tribômetro no qual o adaptador é utilizado é mostrado com seus componentes principais, excluída a mesa de movimento linear recíproco, na figura1, sendo constituído principalmente de uma base 1, o rolamento excêntrico 2, o sensor de força 3 e as massas de ensaio 4 responsáveis pela aplicação da carga de ensaio sobre os corpos de prova. Na configuração mostrada, o tribômetro está pronto para receber o adaptador objeto deste

5 pedido de invenção. A figura 2 apresenta o tribômetro com o adaptador acoplado, caracterizando a situação de ensaio dos corpos de prova.

A figura 3 apresenta o adaptador, objeto desta reivindicação, o qual é constituído por uma estrutura de suporte e um sistema basculante que se acopla ao tribômetro. Todos os componentes são fabricados em aço  
10 inoxidável AISI-304 ou outro material metálico ou não, que suporte os esforços sobre o conjunto. O adaptador é caracterizado pelo fato de converter o movimento linear recíproco do tribômetro em um movimento oscilatório basculante. A haste 5 de suporte do corpo de prova superior 23, mostrado na figura 5, que pode ser de material cerâmico, metálico, polimérico ou outro  
15 material que deva ser ensaiado, é acoplada no sensor de força 3 da figura 1, o corpo de prova inferior 6 mostrado na figura 4, que representa o componente femoral, é uma peça fabricada em material biocompatível, usualmente polimérico, de acordo com o que se deseja ensaiar. Possui formado de um paralelogramo com apoio em uma das faces, comprimento,  
20 espessura e largura desejados, limitados à abertura e largura do dispositivo de fixação da figura 7. Uma das faces se constituirá na região de contato com o corpo de prova superior 23 mostrado na figura 5 o qual representa o componente tibial e constitui a superfície de desgaste desse par tribológico. Esse corpo de prova inferior 6 é fixado no dispositivo mostrado na figura 7,  
25 constituído pelo suporte 24, dois mordentes 7 que deslisam sobre as duas guias cilíndricas 25, acionados pelos dois parafusos e travados por contra porcas 27. Esse conjunto de fixação possui em seu entorno a peça 10 que é soldada na peça 28, constituindo-se em um conjunto que pode receber diversos líquidos lubrificantes para execução de ensaios por via úmida ou  
30 seca, sendo denominado de cuba de ensaio 10. O parafuso e contra porca 27 da figura 7 permitem a fixação do conjunto da cuba de ensaio no suporte da cuba 11 das figuras 3 e 7. Esse suporte 11 possui dois eixos 22 que

5 articulam nos dois mancais 8, que podem ser de rolamentos ou do tipo deslizantes. Na parte inferior do suporte da cuba de ensaio 11, conforme mostra a figura 6, estão fixados dois espaçadores 12 que por sua vez recebem as duas hastes de oscilação 20 as quais são montadas perpendicularmente ao eixo do rolamento excêntrico 2 do tribômetro. Através da translação desse rolamento excêntrico 2 do tribômetro, é gerado o movimento de oscilação basculante do suporte 11 da cuba de ensaio 10. A excentricidade do rolamento do tribômetro determina o ângulo de oscilação do sistema basculante que é de uma amplitude de  $18^\circ$ . Os dois eixos 22 permitem o movimento de basculante oscilatório do conjunto suporte da cuba 15 11 e da cuba 10 com o corpo de prova inferior 6. Os mancais 8 estão apoiados em duas travessas 9 que por sua vez são sustentadas por quatro colunas 15, duas hastes laterais de reforço 18 e uma haste de reforço dianteira 17. As quatro colunas 15 apoiam-se sobre duas longarinas fixas 14 interligadas pelos espaçadores 13 e 19. Toda estrutura é fixada na base 1 do tribômetro através da haste de bloqueio lateral 16 e da placa de fixação 21, ambas aparafusadas na base 1 do tribômetro. A regulagem do posicionamento do adaptador é permitida no sentido longitudinal e transversal em relação à base 1 do tribômetro, através de furos oblongos na placa de fixação 21 e na longarina fixa 14 que esta aparafusada na placa de fixação 25 21. Quando do acionamento do mecanismo do tribômetro, dar-se-á início ao movimento relativo oscilatório basculante entre os corpos de prova nas posições 6 e 23 da figura 3, também mostrados na figura 9, sob a carga determinada pelas massas colocadas na haste vertical 5, também representada na figura 8, em cuja extremidade inferior, fixado pelos parafusos 30 28, esta fixado o corpo de prova superior 23. A conversão do movimento de translação do rolamento 2 do tribômetro, para o movimento oscilatório basculante é realizada por através de duas hastes osciladoras 20

5 posicionadas perpendicularmente ao eixo do rolamento 2 do tribômetro e em contato com a pista desse rolamento. O movimento das hastes osciladoras 20 devido translação do rolamento excêntrico 2, proporciona a oscilação desejada, que pode ser obtida por outros meios mecânicos, elétricos e através de fluidos compressíveis ou não, em um ângulo, cuja amplitude será determinada pela excentricidade do rolamento em relação ao centro geométrico da polia e apresenta amplitude aproximada de  $18^\circ$ .

As leituras das variáveis e parâmetros do ensaio são obtidas através de um computador acoplado ao tribômetro.

10 Esse adaptador, quando acoplado ao tribômetro para o ensaio tribológico, simula os movimentos e amplitudes que ocorrem em próteses ortopédicas.

## REIVINDICAÇÕES

1- EQUIPAMENTO PARA ADAPTAÇÃO EM TRIBÔMETRO PARA EXECUÇÃO DE ENSAIOS DE DESGASTE EM BIOMATERIAIS UTILIZADOS EM PRÓTESES ORTOPÉDICAS DE JOELHO **caracterizado por** conter:

- a) Estrutura de suporte acoplada ao tribômetro (1);
- b) Conjunto oscilante (6) acoplado à polia motora do tribômetro;
- c) Corpos de prova dos biomateriais desejados no ensaio, sendo um inferior (4) e um superior (5);
- d) Suporte da cuba (7) e cuba de ensaio (7) para alojamento e fixação do corpo de prova inferior (4);
- e) Haste de fixação (8) do corpo de prova superior (7).

2- ESTRUTURA DE AÇO INOXIDÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** hastes horizontais e verticais (3), fixadas entre si por parafusos e que suportam o conjunto oscilante (6) em seu acoplamento ao tribômetro (1).

3- CONJUNTO OSCILANTE, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** guias e suporte de aço inoxidável (6), que se acoplam ao sistema de acionamento do tribômetro (1).

4- SUPORTE E CUBA DE ENSAIO, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** um suporte (7) de um recipiente de aço inoxidável (9) que permite fixar o corpo de prova inferior (4) em seu interior.

5- HASTE DE FIXAÇÃO DO CORPO DE PROVA SUPERIOR, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** permitir o seu encaixe no sensor de força do tribômetro e do corpo de prova superior (5) em sua extremidade inferior.

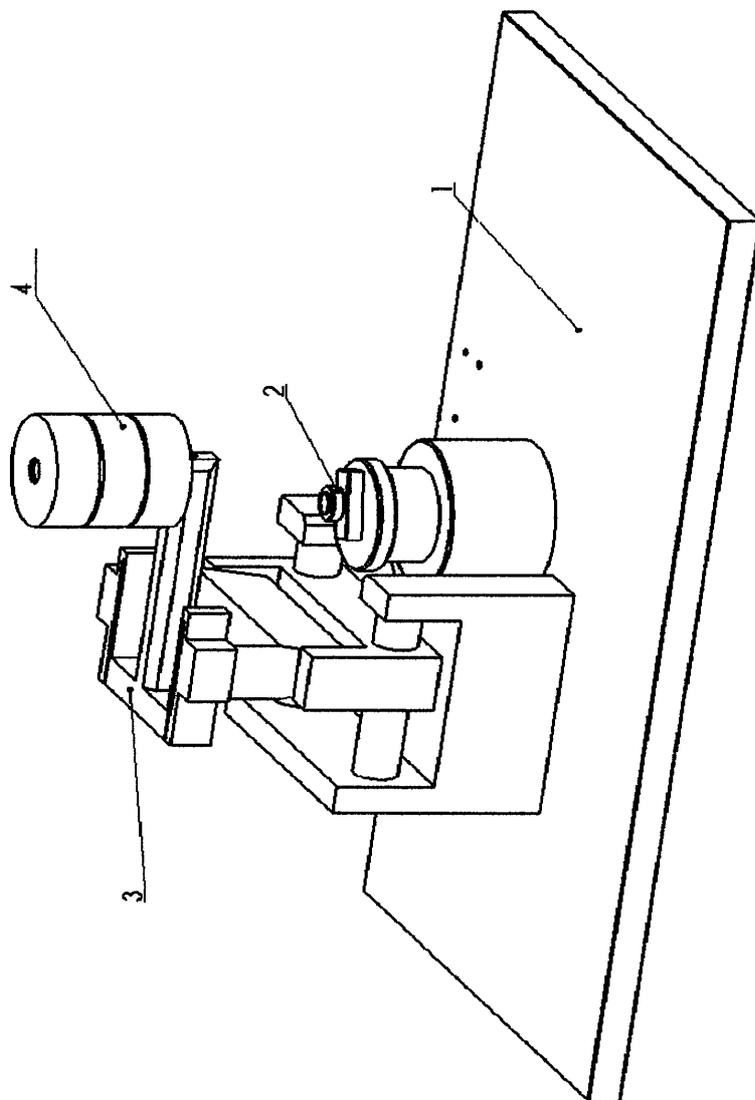


Fig. 1

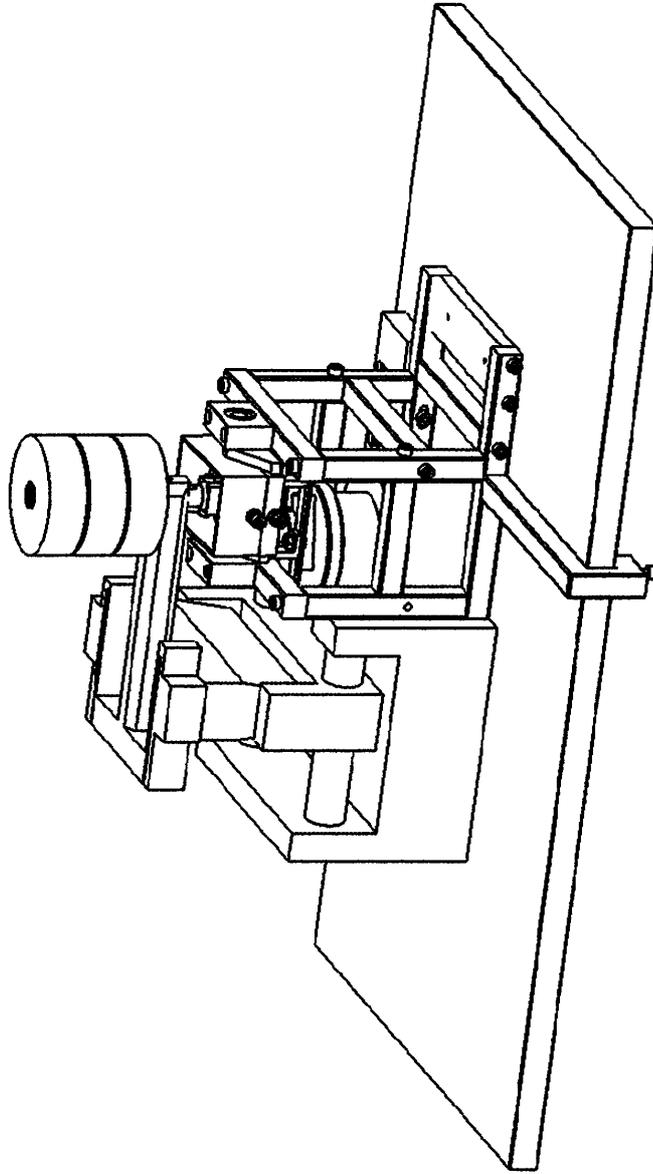


Fig. 2

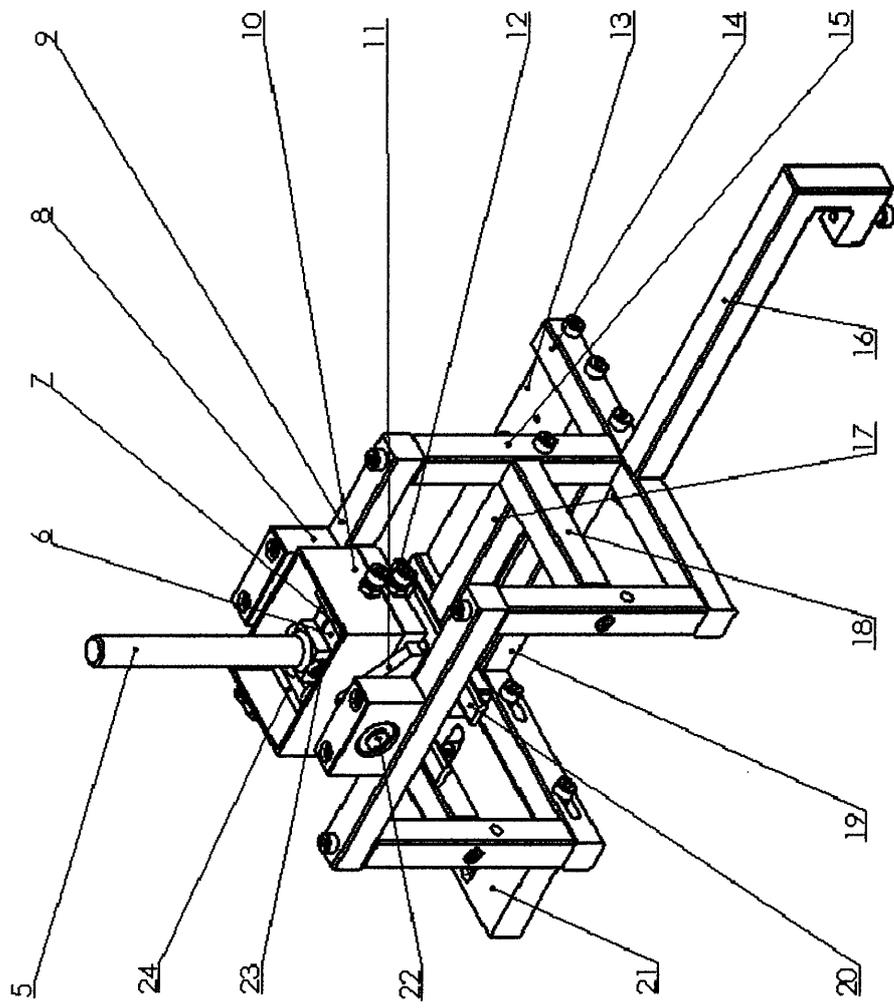


Fig. 3

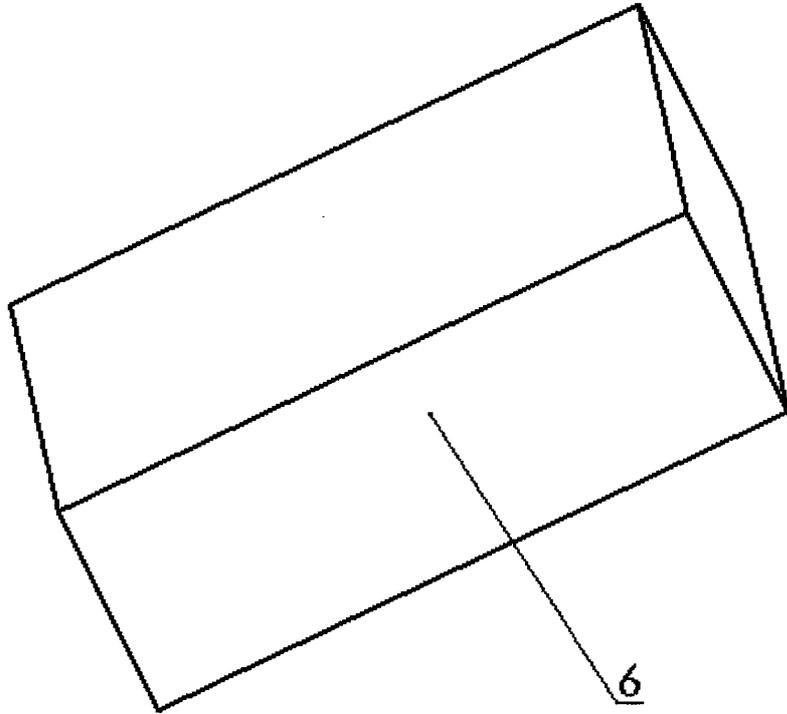


Fig. 4

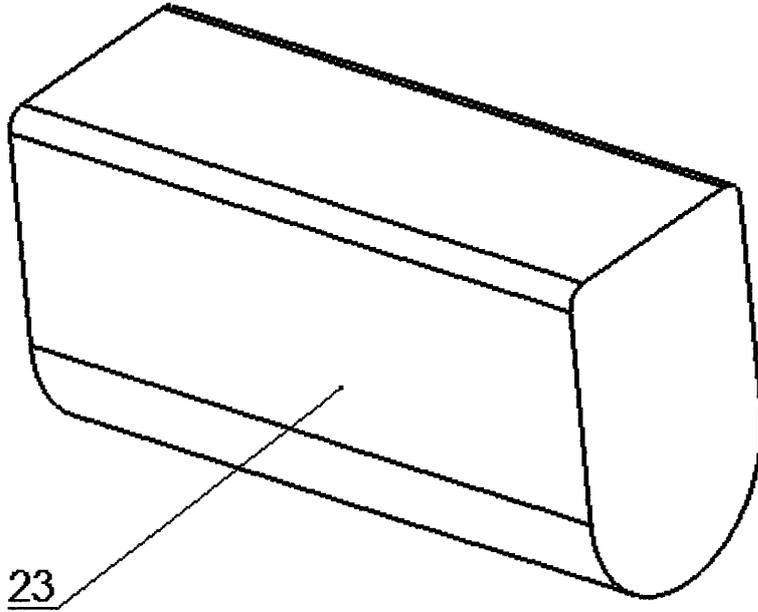


Fig. 5

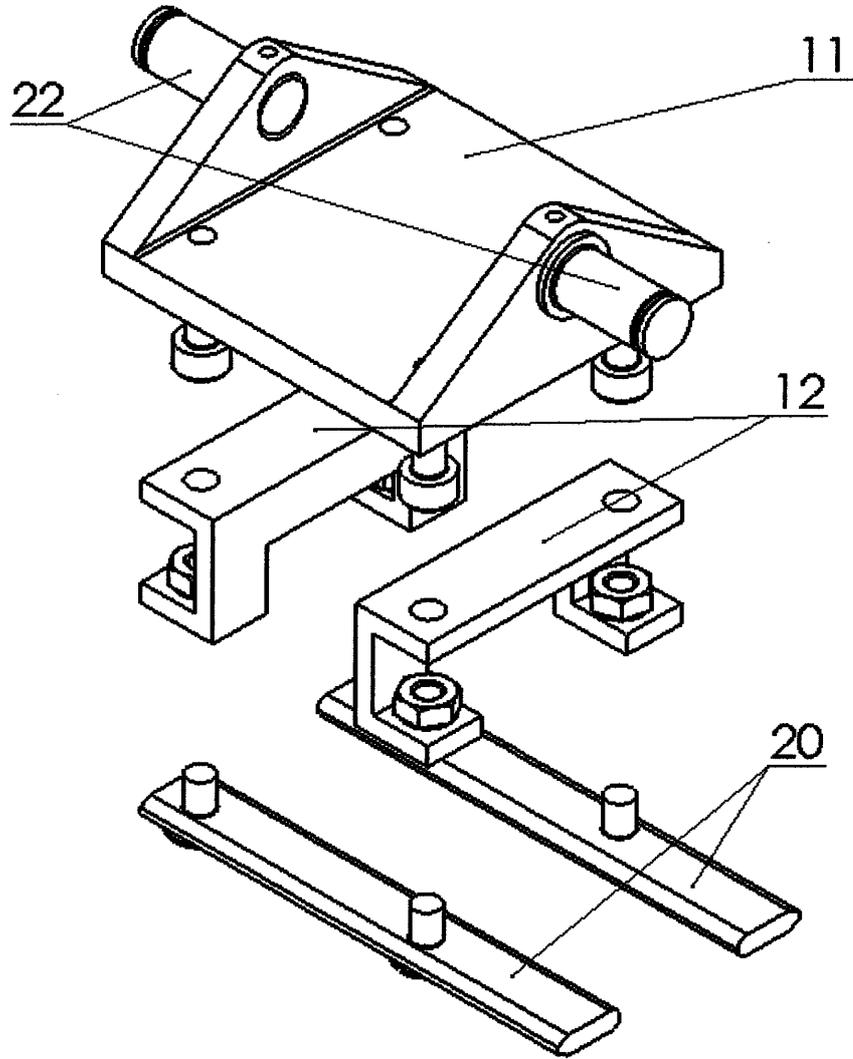


Fig. 6

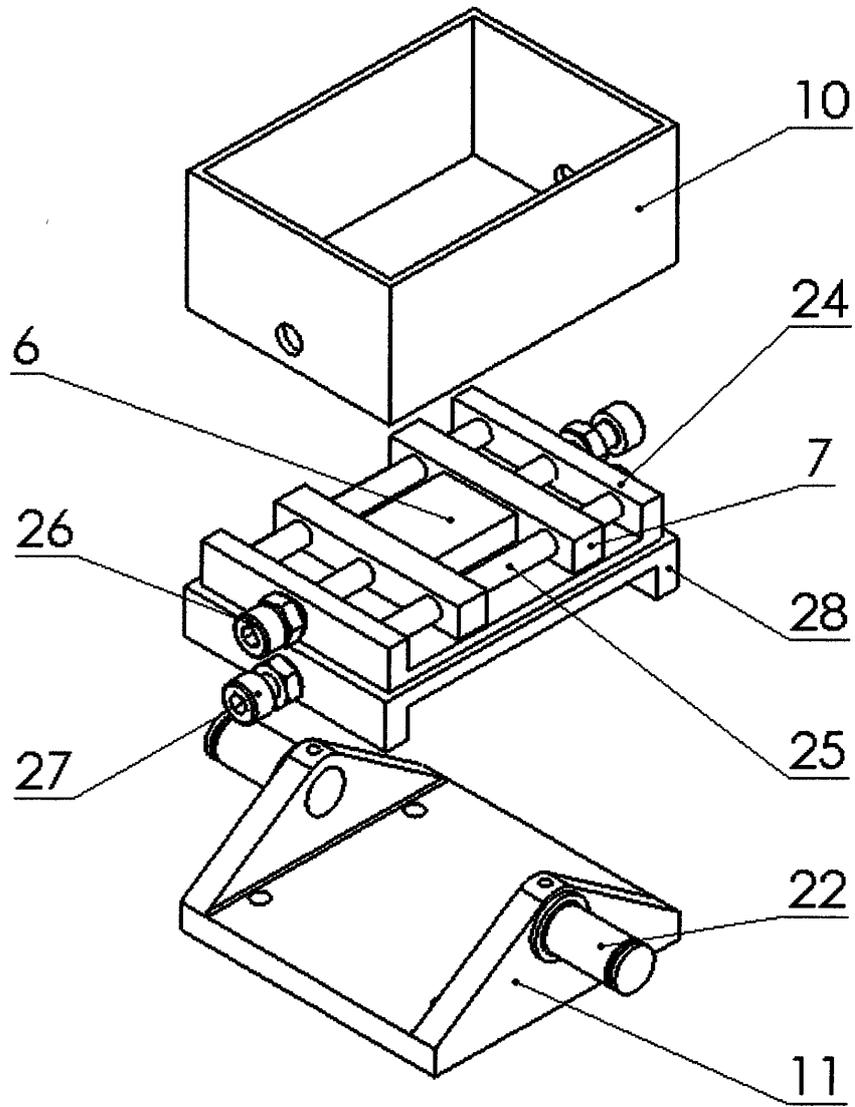


Fig. 7

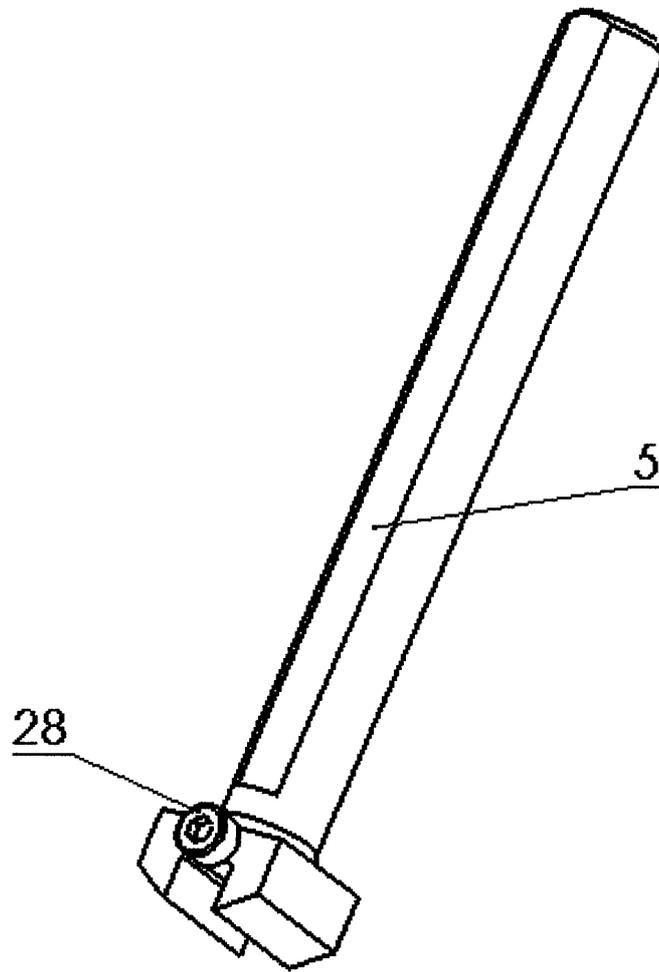


Fig.8

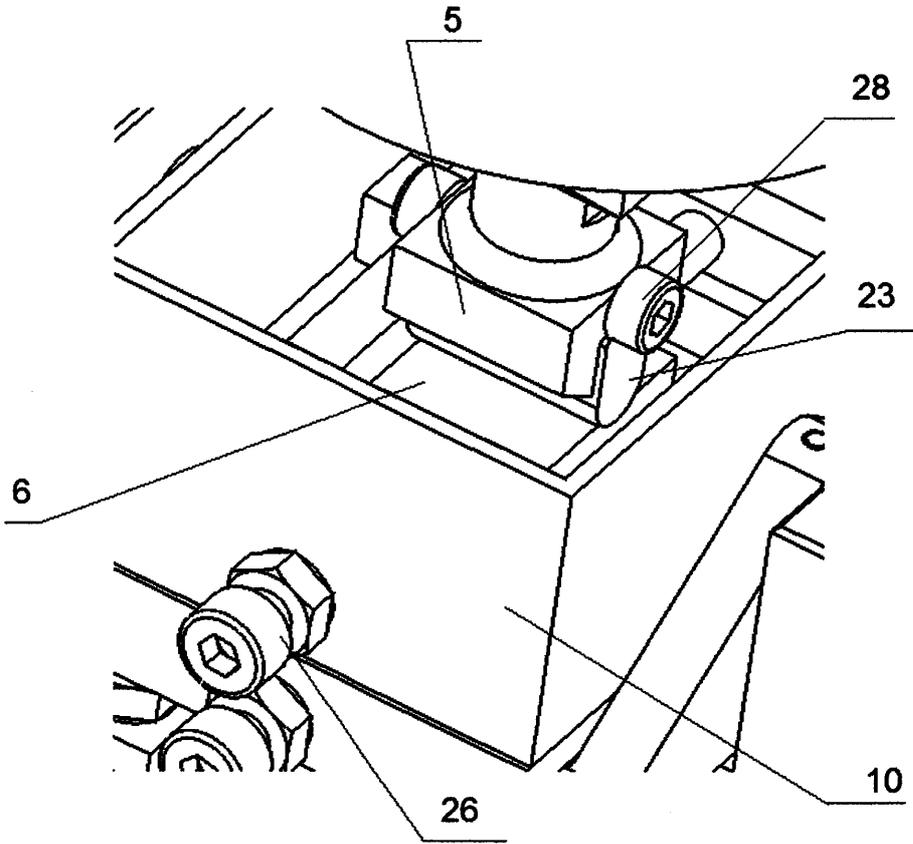


Fig. 9