

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 308 204

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*B23Q 1/50* (2006.01)  
*B23Q 1/48* (2006.01)  
*B23Q 1/32* (2006.01)  
*B23Q 16/00* (2006.01)  
*B25J 9/02* (2006.01)  
*F16C 11/06* (2006.01)  
*F16M 11/14* (2006.01)  
*G05D 3/00* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA

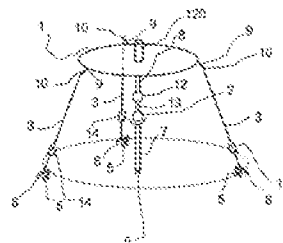


ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-705**  
(22) Přihlášeno: **17.12.2018**  
(40) Zveřejněno: **26.02.2020**  
**(Věstník č. 9/2020)**  
(47) Uděleno: **15.01.2020**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **26.02.2020**  
**(Věstník č. 9/2020)**

(56) Relevantní dokumenty:  
CZ 306965; CN 104175317; EP 2602068; DE 19840886; WO 9825193; WO 9910137.

(73) Majitel patentu:  
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,  
Dejvice, CZ  
(72) Původce:  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Praha 4, CZ  
(74) Zástupce:  
Ing. Karel Novotný, Žufanova 1099/2, 163 00  
Praha 6



(54) Název vynálezu:  
**Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa**

(57) Anotace:  
Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) spojeného s rámem (5) prostřednictvím sférického kloubu (2) uspořádaného na stopce spojující těleso (1) s rámem (5) a prostřednictvím ramen (3). Stopka je třídílná a sférický kloub (2) s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti je uspořádán mezi první částí (7) stopky, která je pevně uchycena k rámu (5), a druhou částí (8) stopky, která je pevně uchycena k tělesu (1). Druhá část (8) je spojena s první částí (7) prostřednictvím vložené části (13) sférickými klouby (2, 12). Části (7, 8, 13) stopek mají nemulovou délku. Počet ovládacích ramen (3) konstantní délky opatřených rotačními klouby (6) spojenými rotačním ramenem (16) se sférickým kloubem (10) a spojených s rámem (5) prostřednictvím rotačních pohonů (15), a/nebo proměnlivé délky opatřených posuvným pohonem (4) nebo teleskopickým výsuvným pohonem (14) a spojených s rámem (5) prostřednictvím rotačních kloubů (6), je tři, přičemž ramena (3) jsou spojena s tělesem (1) sférickými klouby (10).

## Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa

### Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení pro sférický pohyb tělesa spojeného s rámem prostřednictvím sférického kloubu uspořádaného na stopce spojující těleso s rámem, přičemž stopka je třídlínná a sférický kloub s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti je uspořádán mezi první částí stopky, která je pevně uchycena k rámu a druhou částí stopky, která je pevně uchycena k tělesu, a prostřednictvím ovládacích ramen spojených otočně s rámem a s tělesem.

10

### Dosavadní stav techniky

Řízený sférický pohyb tělesa je důležitý v řadě aplikací, například pro naklápěcí hlavy obráběcích strojů nebo nastavování polohy teleskopů a antén. Takovýto pohyb je dnes realizován buď mechanismy se sériovou kinematickou strukturou většinou na bázi Cardanova závěsu nebo mechanismy s paralelní kinematickou strukturou. Mechanismy se sériovou kinematickou strukturou mají velkou pohyblivost, tedy ve dvou rotacích rozsah 180 stupňů, ale jsou hmotné, jejich dynamické schopnosti jsou malé a ne ve všech polohách umožňují souvislý pohyb z jedné polohy do druhé. Naproti tomu mechanismy s paralelní kinematickou strukturou mají omezenou pohyblivost, tedy ve dvou rotacích rozsah obvykle menší než 90 stupňů, ale vykazují podstatně nižší hmotnost, mají větší dynamické schopnosti a ze všech poloh umožňují souvislý pohyb do následných poloh.

25

Naklápěcí hlavy obráběcích strojů byly pomocí paralelních kinematických struktur úspěšně řešeny ve spisu PCT WO 00/25976 a v EP 1123175 (B1) pro naklápěcí hlavu Sprint Z3 firmy DS Technologie (nazývané EcoSpeed), kde bylo dosaženo schopnosti souvislého přejezdu mezi všemi polohami se zvýšenou dynamikou. Singulární polohy nedovolují těmto mechanismům větší rozsah úhlů. Zlepšení tohoto stavu je možné dosáhnout použitím redundantního (nadbytečného) počtu ramen s pohony, jejichž počet je větší než počet stupňů volnosti. Takový mechanismus s paralelní kinematickou strukturou pro sférický pohyb je popsán v článku Kurtz, R., Hayward, V.: Multiple-Goal Kinematic Optimization of a Parallel Spherical Mechanism with Actuator Redundancy, IEEE Transactions on Robotics and Automation, 8(1992), 5, pp. 644-651, kde je užito 4 paralelních ramen pro pohyb platformy uchycené vůči rámu sférickým kloubem na stopce vycházející z rámu. Toto řešení umožní značně zvýšit rozsah dosažitelných poloh úhlů, ale neumožňuje dosáhnout rozsah 90 a více stupňů, navíc při zhoršení manipulovatelnosti v okolí krajních poloh. Toto omezení vzniká ze dvou důvodů. Jednak vznikají kolize mezi platformou a stopkou vycházející z rámu při krajních polohách blížících se 90 stupňům a jednak nadbytečný počet 4 paralelních ramen je svým uspořádáním nedostatečný pro dostatečný odstup od singulárních poloh v celém pracovním prostoru. Proto bylo navrženo řešení v patentu CZ 302911, které odstraňuje předchozí nedostatky a dosahuje rozsah pohybu přes 90 stupňů. Toto řešení (nazývané HexaSphere) však potřebuje čtyři a více pohonů, obvykle šest pohonů.

30

35

40

Jiný mechanismus s paralelní kinematickou strukturou, který umožňuje dosáhnout rozsahu úhlů naklopení platformy 90 stupňů je Octapod (Valášek, M., Šika, Z., Bauma, V., Vampola, T.: The Innovative Potential of Redundantly Actuated PKM, In: Neugebauer, R.: Proc. of Parallel Kinematic Seminar 2004, IWU FhG, Chemnitz 2004, pp. 365-384) a Metrom (Schwaar, M., Jaehnert, T., Ihlenfeldt, S.: Mechatronic Design, Experimental Property Analysis and Machining Strategie for a 5-Strut-PKM, In: Neugebauer, R.: Proc. of Parallel Kinematic Seminar 2002, IWU FhG, Chemnitz 2002, pp. 671-681). Nevýhodou Octapodu je, že ramena jsou umístěna kolem platformy ze všech stran. Nevýhodou Metromu je zhoršení manipulovatelnosti v okolí krajních poloh.

50

Jiný mechanismus je navržený v patentu CZ 305471, který odstraňuje předchozí nedostatky a

55

dosahuje rozsah pohybu přes 90 stupňů a má jen tři pohony. Toto řešení (nazývané EcoSphere) však nedosahuje tak dobré manipulovatelnosti jako HexaSphere.

5 Dále byl navržen v patentu CZ 306555 mechanismus (nazývaný TetraSphere), který dosahuje rozsah pohybu přes 90 stupňů a má jen čtyři pohony se zvláštním řízením, čímž dosahuje lepší manipulovatelnosti než EcoSphere, ale ne tak dobré jako HexaSphere.

Všechna tato řešení mají buď čtyři a více pohonů nebo nedosahují tak dobré manipulovatelnosti jako HexaSphere.

10 Konečně byl navržen v patentu CZ 306965 mechanismus (nazývaný DoubleSphere), který dosahuje rozsah pohybu přes 90 stupňů a má jen tři pohony, čímž dosahuje lepší manipulovatelnosti než EcoSphere, ale ne tak dobré jako HexaSphere. Jeho nevýhodou je, že konstrukční prostor tohoto mechanismu je v případě pohonu realizovaného posuvem na rámu  
15 větší.

Cílem tohoto vynálezu je zařízení pro řízený sférický pohyb těles na základě mechanismů s paralelní kinematickou strukturou, který by dosahoval pohyblivosti shodné s mechanismy se sériovou kinematickou strukturou, tedy ve dvou rotacích rozsah až 200 stupňů při zachování  
20 všech výhod mechanismů s paralelní kinematickou strukturou, přičemž by vyžadoval nižší počet pohonů oproti obdobným mechanismům a dosahoval obdobné manipulovatelnosti a potřeboval menší konstrukční prostor. Dalším cílem tohoto vynálezu je současné docílení vyšší přesnosti nastavení poloh tělesa.

25

#### Podstata vynálezu

Podstata zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa spojeného s rámem prostřednictvím sférického kloubu uspořádaného na stopce spojující těleso s rámem, přičemž stopka je třídílná a  
30 sférický kloub s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti je uspořádán mezi první částí stopky, která je pevně uchycena k rámu, a druhou částí stopky, která je pevně uchycena k tělesu, a druhá část stopky je spojena s první částí stopky prostřednictvím vložené části stopky sférickými klouby, a prostřednictvím ovládacích ramen spojených s rámem a s tělesem spočívá v tom, že části stopek mají nenulovou délku, počet ovládacích ramen konstantní délky opatřených  
35 rotačními klouby spojenými rotačním ramenem se sférickým kloubem a spojených s rámem prostřednictvím rotačních pohonů a/nebo proměnlivé délky opatřených posuvným pohonem nebo teleskopickým výsuvným pohonem a spojených s rámem prostřednictvím rotačních kloubů je tři, přičemž ovládací ramena jsou spojena s tělesem prostřednictvím sférických kloubů. Rotační klouby a/nebo rotační pohony, jejichž prostřednictvím jsou tři ovládací ramena spojena s rámem,  
40 svírají v průmětu úhel 120° kolem osy stopky. První část stopky má případně proměnnou délku prostřednictvím posuvného pohonu, kterým je první část stopky opatřena.

45

#### Objasnění výkresů

Na přiložených obrázcích je schematicky znázorněno zařízení pro sférický pohyb tělesa, kde

obr. 1 znázorňuje schematicky jedno z možných provedení

50

obr. 2 znázorňuje svislý průmět zařízení podle obr. 1

obr. 3 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 1

obr. 4 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 1

55

obr. 5 znázorňuje rameno zařízení opatřené rotačním kloubem

obr. 6 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 1 s proměnlivou délkou stopky

5

#### Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je schematicky znázorněna varianta řešení podle vynálezu. Jak je patrné na obr. 1, platforma-těleso 1 je připojeno k rámu 5 prostřednictvím tří částí 7, 8, 13 stopky, přičemž první část 7 stopky je jedním koncem pevně spojena s rámem 5 a druhým koncem je spojena sférickým kloubem 2 s vloženou částí 13 stopky, která je jedním koncem spojena s první částí 7 stopky a druhým koncem je spojena sférickým kloubem 12 s druhou částí 8 stopky, jež je pevně spojena s tělesem 1. Platforma-těleso 1 nese obráběcí nástroj 120, jehož osa je kolmá na platformu-těleso 1 a prochází jeho středem. Jeden konec první části 7 stopky může případně tvořit jeden díl s rámem 5 a jeden konec druhé části 8 stopky může tvořit jeden díl s tělesem 1. Obě části 7, 8 jsou spolu spojeny přes vloženou část 13 stopky sférickými klouby 2 a 12, což umožňuje pohyb tělesa 1 vzhledem k rámu 5. Všechny tři části 7, 8, 13 stopky mají nenulovou délku. Těleso 1 a rám 5 jsou spolu dále propojeny třemi různými způsoby. Tyto tři způsoby jsou znázorněny na obr. 1, 3 a 4. Varianta na obr. 1 užívá tři paralelní ovládací ramena 3, která jsou připojena k rámu 5 rotačními klouby 6, opatřena teleskopickými výsuvnými pohony 14 pro řízenou změnu délky ovládacích ramen 3 a připojena k platformě-tělesu 1 sférickými klouby 10 na krajních stopkách 9. Změnou délky ramen 3 pomocí pohonů 14 je docilován řízený sférický pohyb tělesa 1. Teleskopické výsuvné pohony 14 jsou například realizovány jako duté hřídele nebo teleskopické kuličkové šrouby poháněným rotačním nebo lineárním elektrickým pohonem nebo realizovány hydraulickými nebo pneumatickými válci. Sférické klouby 2, 12, 10 jsou tvořeny klouby s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti. Počet paralelních ramen 3 s pohony 4 je tři a je redundantní, což znamená, že počet pohonů paralelních ovládacích ramen 3 je tři a je větší než počet stupňů volnosti tělesa 1 dané dvěma natočeními pro nastavení směru tělesa 1 ve dvou stupních volnosti například směru osy nástroje 120. Tím jsou v pracovním prostoru sférického pohybu tělesa 1 vyloučeny singulární polohy.

Na obr. 2 je znázorněn svislý průmět zařízení podle obr. 1 ve směru osy stopky 7. Rotační klouby 6 leží obvykle na ploše válce nebo na kružnici kolem ose stopky 7. V daném příkladu provedení jsou rotační klouby 6 umístěny symetricky po 120 stupních. Je zde znázorněna poloha zařízení, kdy všechny části 7, 8, 13 stopky jsou v jedné ose. Je zde zřejmá podmínka uspořádání podle obr. 1, kdy rotační klouby 6 ramen 3 jsou uspořádány symetricky kolem sférického kloubu 2, což znamená, že průměty rotačních kloubů 6 a ramena 3 svírají vzájemně úhly 120 stupňů a že rotační klouby 6 na obr. 2 leží na kružnici kolem průmětu sférického kloubu 2. Ramena 3 jsou spojena s tělesem 1 sférickými klouby 10 na krajních stopkách 9, které jsou rozmístěny na platformě-tělesu 1 s kruhovým tvarem symetricky po 120 stupních.

Osa nástroje 120 prochází středem tohoto kruhu a je kolmá na rovinu tvořenou středy sférických kloubů 10. Krajní stopky 9 příznivě zabráňují kolizi mezi rameny 3 a tělesem 1 při pohybu, ale nejsou pro řešení nutné. Paralelní ovládací ramena 3 jsou spojena s posuvnými pohony 4 rotačními klouby 6. Změnou polohy posuvných pohonů 4 ve vedeních na rámu 5 a tím změnou polohy rotačních kloubů 6 ramen 3 je docilován řízený sférický pohyb tělesa 1 daný nastavením směru tělesa 1.

Sférický pohyb tělesa 1 je tvořen změnou tří natočení tělesa 1, které lze popsat azimutem, elevací a vlastní rotací, nebo nastavení směru tělesa 1 je tvořeno změnou jen dvou natočení tělesa 1 které lze popsat azimutem a elevací. Azimut je rotace tělesa 1 kolem osy nástroje 120, elevace je změna sklonu osy nástroje 120 (obvykle vůči ose první části 7 stopky) a vlastní rotace je otočení tělesa 1 kolem osy nástroje 120 ve výsledné poloze dané předchozím natočením azimutem a elevací. Všechna tato natočení jsou však provedena současně. Pro funkci tohoto zařízení stačí často jen natočení osy nástroje 120 do požadovaného směru, což je dáno použitím jen prvních

dvou natočení azimutem a elevací.

Obecně však ovládací ramena 3 mohou být uspořádána nesymetricky, což by znamenalo, že na obr. 2 průměty ramen 3 svírají rozdílné úhly od 120 stupňů nebo že rotační klouby 6 neleží na kružnici kolem průmětu sférického kloubu 2 nebo že sférické klouby 10 neleží na kružnici kolem průmětu sférického kloubu 2 nebo že rotační klouby 6 neleží na válcové ploše s osou tvořenou osou první části 7 stopky. Také obráběcí nástroj 120 je upevněn na platformě-tělesu 1 nesymetricky.

Velkou výhodou popisovaného uspořádání je, že je možný pohyb platformy-tělesa 1 ve dvou rotacích s rozsahem až 200 stupňů elevace při zachování všech výhod mechanismů s paralelní kinematickou strukturou pomocí pouhých tří pohonů. Dosažená pohyblivost je velká a je dosaženo dostatečného odstupu od singulárních poloh v celém pracovním prostoru, což vede také k příznivému přenosu sil mezi nástrojem 120 a pohony 4 a ke zvýšení přesnosti polohování nástroje 120. To je velký pokrok oproti předchozím řešením, kdy buď bylo třeba pět až šest pohonů nebo pohyb nebyl možný v takovém velkém rozsahu i při čtyřech pohonech nebo byl velmi omezený při třech pohonech.

Použití dělené stopky složené ze tří částí 7, 8, 13 umožňuje natočení tělesa 1 o více než 90°. Pro docílení takového natočení je délka první části 7 stopky připevněné k rámu 5 větší než vzdálenost okraje tělesa 1 od místa uchycení druhé části 8 stopky k tělesu 1. Délkou druhé části 8 stopky lze docílit různého rozsahu úhlu natočení tělesa 1 nad 90° a zabránit kolizím tělesa 1 s částmi 7, 13 stopky. Podobnou funkci pro zabránění kolizí při vzájemném pohybu platformy-tělesa 1 a ramen 3 mají krajní stopky 9. Výhoda nenulovosti délky částí stopky je omezení vychýlení tělesa 1 od osy části stopky 7.

Je možné přidávat pohony, tím zvyšovat redundanci pohonů a současně zlepšovat manipulovatelnost. Výhodou zde popisovaných řešení je, že oproti dřívějším řešením je pro docílení jisté úrovně manipulovatelnosti třeba menšího stupně redundance pohonů, tedy o kolik je více pohonů než stupňů volnosti.

Výhodou popisovaného zařízení oproti patentu CZ 306965 je, že konstrukční prostor je omezen rovinou tvořenou středy rotačních kloubů 6, pod kterou se pohony ramen 3 nepohybují jako v CZ 306965. Konstrukční prostor popisovaného zařízení je omezen jen na válec daný středy rotačních kloubů 6, osou části stopky 7, rovinou rotačních kloubů 6 a rovnoběžnou rovinou jdoucí sférickým kloubem 2.

Na obr. 3 je varianta z obr. 1 upravena tak, že teleskopické výsuvné pohony 14 jsou nahrazeny posuvnými pohony 4 ramen 3. Posuvné pohony 4 mohou být například realizovány jako průchozí pohony maticí s pohybovým šroubem nebo ozubeným hřebenem s rotačním elektrickým pohonem nebo vedením s lineárním elektrickým pohonem.

Ve variantě podle obr. 3 se sice konce ramen 3 budou pohybovat pod rovinou tvořenou rotačními klouby 6, ale vyžadovaný konstrukční prostor bude menší než u řešení podle patentu CZ 306965.

Na obr. 4 je varianta z obr. 1 upravena tak, že ramena 3 s proměnnou délkou realizovanou teleskopickými výsuvnými pohony 14 jsou nahrazena paralelními ovládacími rameny 3, která jsou opatřena rotačními pohony 15 pro rotační pohyb ovládacích ramen 3. Paralelní ovládací ramena 3 jsou přes rotační kloub 6 a rotační rameno 16 připevněna ke sférickým kloubům 10 pro spojení k platformě-tělesu 1. Tato paralelní ovládací ramena 3 mají konstantní délku a jsou tři a jsou poháněna otáčením rotačními pohony 15. Příkladem rotačních pohonů 15 jsou rotační elektrické pohony.

Možnou alternativou řešení varianty podle obr. 4 je vzájemná záměna rotačních kloubů s pohonem 15, a bez pohonu 6 na jednom nebo více ovládacích ramenech 3.

Toto řešení má oproti patentu CZ 306965 výhodu omezeného konstrukčního prostoru nad rovinou rotačních pohonů 15, při pouhých třech ovládacích ramenech s pohony. Užití jen tří ovládacích ramen je umožněno užitím rotačních kloubů 6 mezi ovládacím ramenem 3 a rotačním ramenem 16 a dvou sférických kloubů 2 a 12 v dělené stopce. Opět výhodou řešení s krajními stopkami 9 je zabránění kolizí při vzájemném pohybu platformy-tělesa 1 a rotačních ramen 16.

Na obr. 5 je znázorněn podrobněji rotační pohon 15 s ovládacím ramenem 3 a rotačním ramenem 16 z obr. 4. Rotační pohon 15 obvykle tvořený rotačním elektrickým motorem s odměřováním úhlové polohy a případně s převodovkou je upevněn na rámu 5. Pohybuje ovládacím ramenem 3, jež je na obr. 5 pevně připevněno ke hřídeli rotačního pohonu 15 a je spojeno s rotačním ramenem 16 rotačním kloubem 6. Rotační rameno 16 je pak podle obr. 4 připojeno sférickým kloubem 10 k platformě-tělesu 1 přes krajní stopku 9.

Na obr. 6 je znázorněna varianta podle obr. 1, kde první část 7 stopky má proměnnou délku prostřednictvím posuvného pohonu 17, kterým je první část 7 stopky opatřena. To umožňuje kromě naklápění i výsuv nástroje 120 s tělesem 1.

Základní výhodou popisovaného řešení je potřeba menšího konstrukčního prostoru pro realizaci zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa. Výhoda nenulovosti délky částí stopky je omezení vychýlení tělesa 1 od osy části stopky 7. Uváděné varianty řešení se mohou vzájemně kombinovat. Zvláště lze vzájemně zaměňovat druhy pohonů a druhy ovládacích ramen. Pokud je uvedena rovnoběžnost nebo kolmost nebo úhel os nebo rovin, pak tato podmínka se realizuje výrobou zařízení a tato výrobní realizace přesné podmínky rovnoběžnosti nebo kolmosti je vždy jen splněna v rámci výrobních tolerancí. Pokud je uvedena nenulovost délek, pak jde o nenulovost v rámci možného konstrukčního provedení. Popisované symetrie uspořádání nemusí být provedeny. Počet pohonů lze zvětšovat. Sférické klouby mohou být realizovány různým způsobem, například kulovým kloubem nebo více spojenými rotačními klouby. Mohou být přidány nebo odebrány krajní stopky 9. Poloha pohonů je řízena počítačem.

## PATENTOVÉ NÁROKY

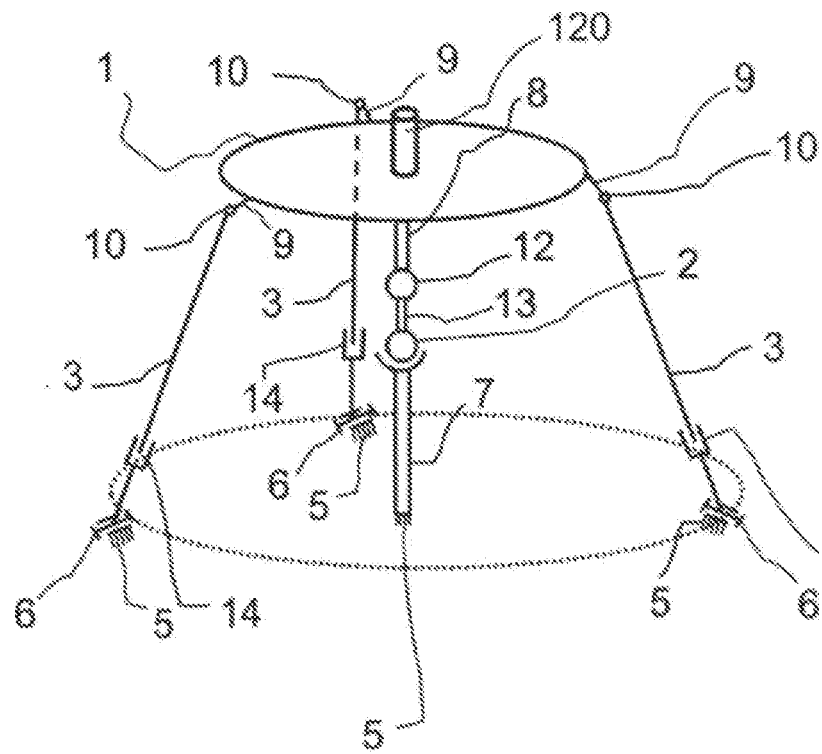
1. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) spojeného s rámem (5) prostřednictvím sférického kloubu (2) uspořádaného na stopce spojující těleso (1) s rámem (5), přičemž stopka je třídílná a sférický kloub (2) s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti je uspořádan mezi první částí (7) stopky, která je pevně uchycena k rámu (5), a druhou částí (8) stopky, která je pevně uchycena k tělesu (1), a druhá část (8) stopky je spojena s první částí (7) stopky prostřednictvím vložené části (13) stopky sférickými klouby (2) a (12), a prostřednictvím ovládacích ramen (3) spojených s rámem (5) a s tělesem (1), **vyznačené tím**, že části (7), (8), (13) stopek mají nenulovou délku, počet ovládacích ramen (3) konstantní délky opatřených rotačními klouby (6) spojenými rotačním ramenem (16) se sférickým kloubem (10) a spojených s rámem (5) prostřednictvím rotačních pohonů (15), a/nebo proměnlivé délky opatřených posuvným pohonem (4) nebo teleskopickým výsuvným pohonem (14) a spojených s rámem (5) prostřednictvím rotačních kloubů (6), je tři, přičemž ovládací ramena (3) jsou spojena s tělesem (1) prostřednictvím sférických kloubů (10).

2. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **vyznačené tím**, že rotační klouby (6) a/nebo rotační pohony (15), jejichž prostřednictvím jsou tři ovládací ramena (3) spojena s rámem (5), v průmětu svírají úhel 120° kolem osy stopky (7).

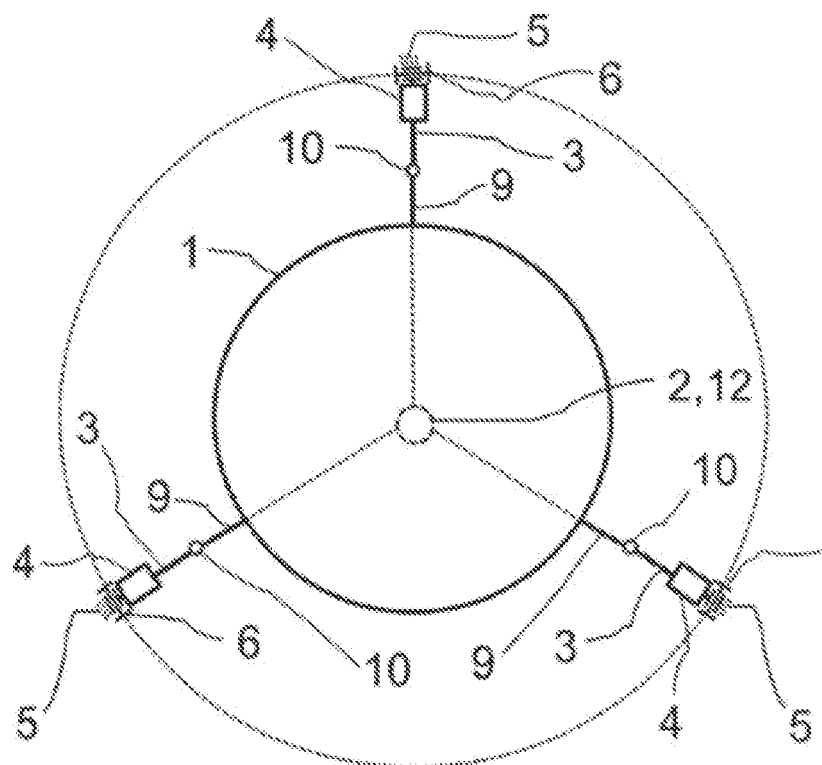
3. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1 a 2, **vyznačené tím**, že první část (7) stopky má proměnnou délku prostřednictvím posuvného pohonu (17), kterým je první část (7) stopky opatřena.

5

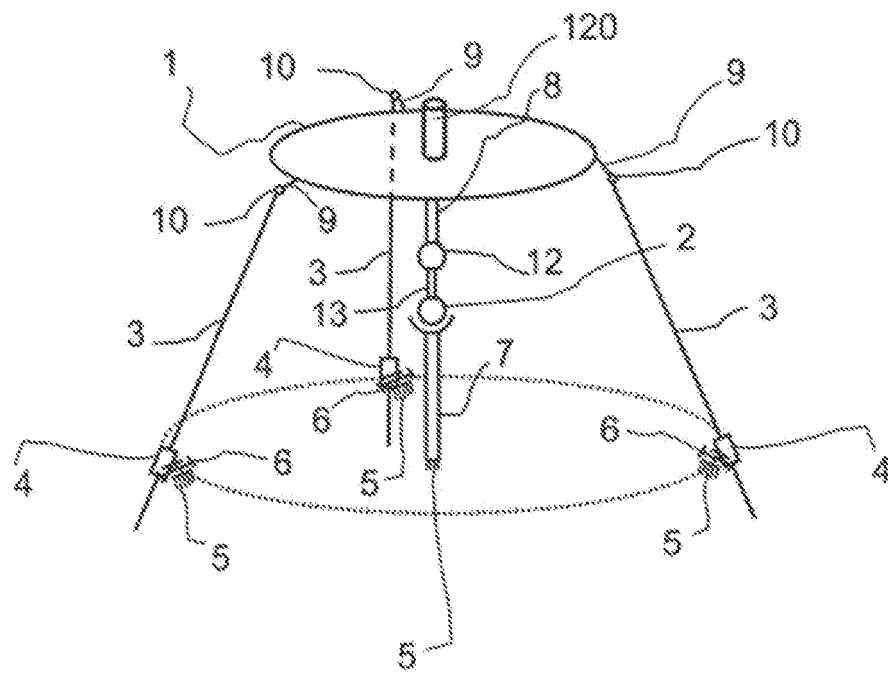
3 výkresy



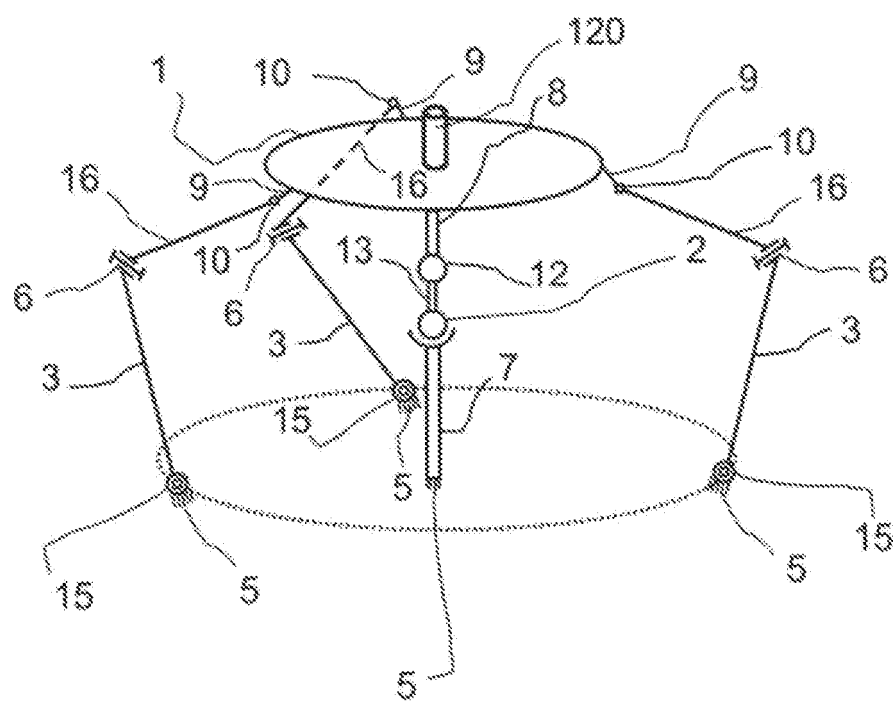
Obr. 1



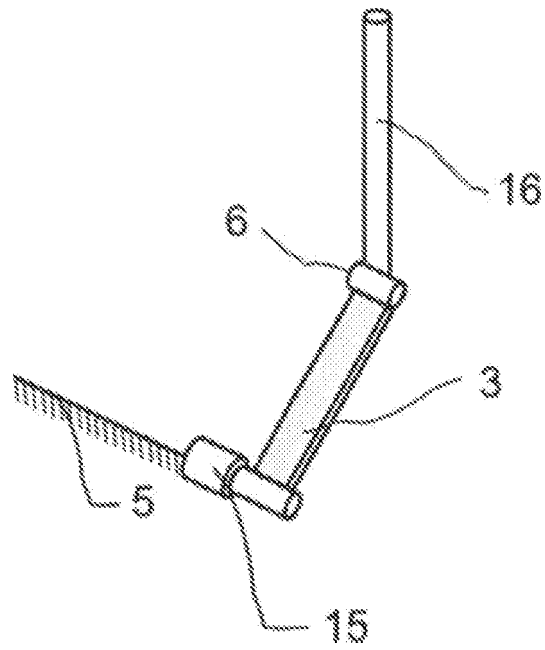
Obr. 2



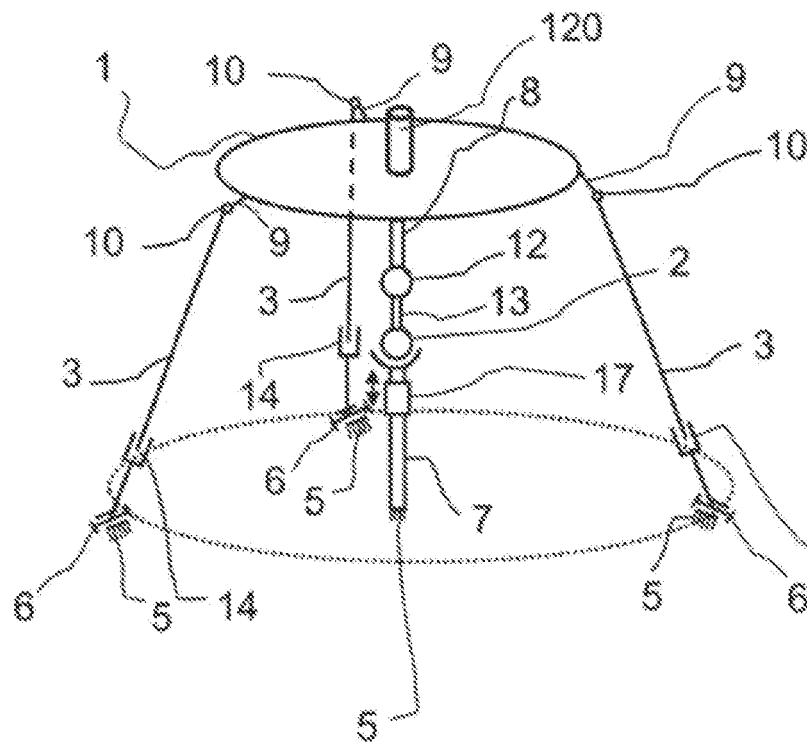
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6