

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

29 702

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-32141**
(22) Přihlášeno: **24.02.2016**
(47) Zapsáno: **16.08.2016**

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)

- (73) Majitel:
ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Praha 6, CZ
- (72) Původce:
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Praha 4, CZ
Bc. Jaroslav Štorkán, Most, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Karel Novotný, Žufanova 2, 163 00 Praha 6

- (54) Název užitého vzoru:
Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa

CZ 29702 U1

Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení pro sférický pohyb tělesa spojeného s rámem prostřednictvím sférického kloubu uspořádaného na stopce spojující těleso s rámem, přičemž stopka je dělená
 5 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.

Dosavadní stav techniky

Řízený sférický pohyb tělesa je důležitý v řadě aplikací, například pro naklápací hlavy obrábě-
 10 cích 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 dyna-
 15 mické 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 násled-
 ných poloh.

Naklápací hlavy obráběcích strojů byly pomocí paralelních kinematických struktur úspěšně ře-
 20 šeny ve spise PCT WO 00/25976, resp. EP 1123 175 (B1) pro naklápací 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 (nadbyteč-
 25 ného) 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., Hay-ward. V.: Multiple-Goal Kinematic Optimization of a Parallel Spherical Mechanism with Actua-
 tor 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
 30 vycházející z rámu. Toto řešení umožní značně zvýšit rozsah dosažitelných poloh úhlů, ale neu-
 možňuje dosáhnout rozsah 90 a více stupňů, navíc při zhoršení manipulovatelnosti v okolí kraj-
 ních 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 singulár-
 35 ních 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.

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
 40 Innovative Potential of Redundantly Actuated PKM, In: Neugebauer, R.: Proc. of Parallel Kine-
 matic Seminar 2004, IWU FhG, Chemnitz 2004, pp. 365-384) a Metrom (Schwaar, M., Jaehnert, T., Ihlenfeldt, S.: Mechatronic Design, Experimental Properte 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 ko-
 lem platformy ze všech stran. Nevýhodou Metromu je zhoršení manipulovatelnosti v okolí kraj-
 45 ních poloh.

Jiný mechanismus je navržený v patentu CZ 305471, které odstraňuje předchozí nedostatky
 a dosahuje rozsah pohybu přes 90 stupňů a má jen tři pohony. Toto řešení (nazývané EcoSphere)
 však nedosahuje tak dobré manipulovatelnosti jako HexaSphere.

Konečně byl navržen mechanismus (nazývaný TetraSphere) v přihlášce vynálezu CZ 2015-413, 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.

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

Cílem tohoto technického řešení 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 všech výhod mechanismů s paralelní kinematickou strukturou, přičemž by vyžadoval
10 nižší počet pohonů oproti obdobným mechanismům a dosahoval obdobné manipulovatelnosti. Dalším cílem tohoto technického řešení je současné docílení vyšší přesnosti nastavení poloh tělesa.

Podstata technického řešení

Podstata zařízení pro sférický pohyb tělesa spojeného s rámem prostřednictvím sférického kloubu uspořádaného na stopce spojující těleso s rámem, přičemž stopka je dělená a sférický kloub
15 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, spočívá v tom, že stopka je třídílná, kde její vložená část mezi první částí a druhou částí je spojena s první částí i s druhou částí stopky prostřednictvím sférického kloubu, přičemž počet ovládacích ramen konstantní a/nebo proměnlivé
20 délky, spojených s tělesem prostřednictvím sférických kloubů je alespoň tři.

U prvního provedení jsou tři ovládací ramena spojena s rámem prostřednictvím rotačních kloubů a posuvných pohonů, přičemž ovládací ramena v průmětu svírají úhel 120° a v myšleném prodloužení protínají přímku procházející sférickými klouby v základní poloze. Zařízení je alternativně opatřeno alespoň jedním dalším ovládacím ramenem spojeným s rámem prostřednictvím
25 sférických kloubů a posuvných pohonů.

Alternativně je ovládacích ramen spojených s rámem prostřednictvím sférických kloubů je alespoň pět, přičemž ovládací ramena proměnné délky jsou opatřena teleskopickými pohony.

Alternativně je ovládacích ramen alespoň pět, přičemž ovládací ramena proměnné délky jsou
30 spojena s rámem prostřednictvím sférických kloubů a průchozích pohonů.

Alternativně je ovládacích ramen alespoň pět, přičemž ovládací ramena jsou dělená, kdy jejich horní část je připevněna sférickým kloubem k tělesu a sférickým kloubem ke spodní části ovládacího ramene, která je spojena s rámem prostřednictvím rotačního pohonu.

Alternativně jsou dvě ovládací ramena spojena s rámem prostřednictvím rotačních kloubů a posuvných pohonů a jedno ovládací rameno spojené s rámem prostřednictvím sférického kloubu a posuvného pohonu. Stopka mezi rámem a tělesem má případně proměnnou délku prostřednictvím posuvného pohonu, kterým je první část stopky opatřena.
35

Výhoda způsobu řízení tohoto zařízení spočívá ve vytvoření dělené stopky, která umožňuje natočení tělesa o 90 a více stupňů bez kolizí se stopkou, a v použití nízkého počtu ramen s pohony, přičemž i přes jejich nízký počet je umožněno odstranit výskyt singulárních poloh a zajistit od nich dostatečný odstup v celém pracovním prostoru tělesa.
40

Objasnění výkresů

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

obr. 1 znázorňuje schematicky jedno z možných provedení

45 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
 obr. 5 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 1
 obr. 6 znázorňuje schematicky další z možných provedení
 obr. 7 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 6
 5 obr. 8 znázorňuje schematicky další z možných provedení
 obr. 9 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 8
 obr. 10 znázorňuje schematicky další z možných provedení
 obr. 11 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 10
 obr. 12 znázorňuje schematicky další z možných provedení
 10 obr. 13 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 12
 obr. 14 znázorněn rotační pohon znázorněným na obr. 12 a obr. 13
 obr. 15 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 1 s kombinací různých druhů pohonů
 obr. 16 znázorňuje další variantu provedení podle obr. 1 s proměnlivou délkou stopky

Příklady uskutečnění technického řešení

- 15 Na obr. 1 je schematicky znázorněna varianta řešení podle technického řešení. 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
 20 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 plat-
 formu-těleso 1 a prochází jeho středem. Jeden konec první části 7 stopky může případně tvořit
 25 jeden díl s rámem 5 a druhý 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 umož-
 ňuje pohyb tělesa 1 vzhledem k rámu 5. Těleso 1 a rám 5 jsou spolu dále propojeny různým po-
 30 čtem různých ovládacích ramen 3. Varianta na obr. 1 užívá tři paralelní ovládací ramena 3, která
 jsou opatřena posuvnými pohony 4 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3 po rámu 5. Tato pa-
 ralelní ovládací ramena 3 mají neproměnnou konstantní délku obvykle shodné velikosti a jsou
 spojena s posuvnými pohony 4 rotačními klouby 6 a s tělesem 1 sférickými klouby 10 na krajních
 35 stopkách 9. Změnou polohy posuvných pohonů 4 v rovnoběžných vedeních na rámu 5 a tím
 změnou polohy rotačních kloubů 6 ramen 3 je docilován řízený sférický pohyb tělesa 1. Posuvné
 pohony 4 jsou například realizovány jako vozíky na posuvném vedení upevněném na rámu 5
 s posuvným pohonem tvořeným kuličkovým šroubem nebo lineárním elektrickým pohonem. Sfé-
 rické klouby 2, 12, 10 jsou tvořeny klouby s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti. Počet pa-
 40 ralelních 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 průřez zařízení podle obr. 1 ve směru rovnoběžných os posuvných
 40 pohonů 4, rozmístěných na válci s osou procházející sférickým kloubem 2. První část 7 stopky
 leží obvykle v ose tohoto válce. V daném příkladu provedení mají ovládací ramena 3 shodnou
 délku a posuvné pohony 4 jsou rozmístěny na válci s osou procházející sférickým kloubem 2
 symetricky po 120 stupních. Je zde zřejmá podmínka uspořádání podle obr. 1, kdy ramena 3 jsou
 uspořádána s vedeními vozíků 4 symetricky kolem sférického kloubu 2, což znamená, že prů-
 měty ramen 3 svírají vzájemně úhly 120 stupňů a že vedení vozíků 4 na obr. 2 leží na kružnici
 45 kolem průřezu sférického kloubu 2. Ovládací ramena 3 jsou spojena s tělesem 1 sférickými
 klouby 10 na krajních stopkách 9, které jsou rozmístěny na platformě-tělesu 1 s kruhovým tva-
 rem symetricky po 120 stupních.

Osa nástroje 120 prochází středem tohoto kruhu a je kolmá na rovinu tvořenou středou sférických kloubů 10. Krajiní 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.

Posuvné pohony 4 jsou například realizovány jako vozíky na posuvném vedení upevněném na rámu 5 s posuvným pohonem tvořeným kuličkovým šroubem nebo lineárním elektrickým pohonem. Sférické klouby 2, 10, 12 jsou tvořeny klouby s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti.

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 vedení vozíků 4 neleží na kružnici kolem průmětu sférického kloubu 2 nebo že vedení vozíků 4 nejsou vzájemně rovnoběžné nebo že sférické klouby 10 neleží na kružnici kolem průmětu sférického kloubu 2 nebo že osa první části 7 stopky neleží v ose válce vedení vozíků 4. Také délky ovládacích ramen 3 mohou být rozdílné nebo 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°. Podobnou funkci pro zabránění kolizi při vzájemném pohybu platformy-tělesa 1 a ramen 3 mají krajiní stopky 9.

V dalších variantách můžeme přidávat pohony, tím zvyšovat redundanci pohonů a současně zlepšovat manipulovatelnost. Můžeme také posuvné pohony 4 zaměňovat za jiné druhy pohonů. 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.

Na obr. 3 je k variantě podle obr. 1 přidáno další ovládací rameno 3 s posuvným pohonem 4, ke kterému je však rameno 3 připojeno sférickým kloubem 11. Sférický kloub 11 je tvořen kloubem s alespoň dvěma rotačními stupni volnosti. Redundance se zvětšuje, protože máme čtyři pohony a dva stupně volnosti dané azimutem a elevací.

Na obr. 4 jsou k variantě podle obr. 1 přidána dvě další ramena 3 s posuvnými pohony 4, ke kterým jsou však ovládací ramena 3 připojena sférickými klouby 11. Redundance se zvětšuje, protože máme pět pohonů a dva stupně volnosti dané azimutem a elevací.

Na obr. 5 jsou k variantě podle obr. 1 přidána tři další ovládací ramena 3 s posuvnými pohony 4, ke kterým jsou však ovládací ramena 3 připojena sférickými klouby 11. Redundance se zvětšuje, protože máme šest pohonů a dva stupně volnosti dané azimutem a elevací. Na tomto obrázku

nejsou zobrazeny krajní stopky 9 jako na obr. 1 až 4. Bud' nepoužití krajních stopek 9 omezí dosažitelné natočení platformy-tělesa 1, nebo krajní stopky 9 musí být přidány.

Na obr. 6 je platforma-těleso 1 připojena k rámu 5 prostřednictvím tří částí 7, 8, 13. stopky podle obr. 1. Těleso 1 a rám 5 jsou spolu dále propojeny šesti paralelními ovládacími rameny 3, která jsou opatřena posuvnými pohony 4 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3 na rámu 5. Tato paralelní ramena 3 mají neproměnnou konstantní obvykle shodnou délku a jsou spojena s posuvnými pohony 4 sférickými klouby 11 a s platformou-tělesem 1 sférickými klouby 10. Na tomto obrázku opět nejsou zobrazeny krajní stopky 9 jako na obr. 1 až 4. Bud' nepoužití krajních stopek 9 omezí dosažitelné natočení platformy-tělesa 1, nebo krajní stopky 9 musí být přidány. Pohony 4 jsou redundantní, neboť jejich počet je šest a varianta má pět stupňů volnosti.

Na obr. 7 je varianta podle obr. 6 s ovládacími rameny 3 připojenými sférickými klouby 11 k posuvným pohonům 4 a k tělesu 1 sférickými klouby 10 na krajních stopkách 9 tak, že počet posuvných pohonů 4 s ovládacími rameny 3 je pouze pět. Protože pohonů je jen pět, tak tato varianta není redundantní, neboť stupňů volnosti je také pět. Na této variantě jsou znázorněny krajní stopky 9, které neomezují kolizemi natočení platformy-tělesa 1.

Na obr. 8 je platforma-těleso 1 připojena k rámu 5 prostřednictvím tří částí 7, 8, 13 stopky podle obr. 1. Těleso 1 a rám 5 jsou spolu dále propojeny šesti paralelními rameny 3, která jsou opatřena teleskopickými (roztažnými) pohony 14 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3. Tato paralelní ovládací ramena 3 mají proměnnou délku. Ramena 3 jsou připevněna k rámu 5 sférickými klouby 15 a k platformě-tělesu 1 sférickými klouby 10. Ovládací ramena 3 jsou rozdělena teleskopickými (roztažnými) pohony 14 na dvě části, jedna část mezi platformou-tělesem 1 a pohonem 14 a druhá část mezi pohonem 14 a rámem 5. Jde však vždy o jedno rameno 3 tvořené dvěma částmi. Teleskopických pohonů 14 je užito šest, proto pohony 14 jsou redundantní, neboť jejich počet je šest a varianta má pět stupňů volnosti. Na této variantě opět nejsou užity krajní stopky 9. Bud' nepoužití krajních stopek 9 omezí dosažitelné natočení platformy-tělesa 1, nebo krajní stopky 9 musí být přidány. Teleskopické (roztažné) pohony 14 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3 mění jejich délku. Příklad teleskopických (roztažných) pohonů 14 jsou elektrické lineární pohony, hydraulické válce jako roztažné pohony a rotační elektrické pohony pohánějící teleskopické šrouby jako teleskopické pohony.

Na obr. 9 je varianta podle obr. 8 s ovládacími rameny 3 s teleskopickými (roztažnými) pohony 14 upravena tak, že počet ramen 3 s teleskopickými (roztažnými) pohony 14 je pouze pět. Protože pohonů je jen pět, tak tato varianta není redundantní, neboť stupňů volnosti je také pět.

Na obr. 10 je platforma-těleso 1 připojena k rámu 5 prostřednictvím tří částí 7, 8, 13 stopky podle obr. 1. Těleso 1 a rám 5 jsou spolu dále propojeny šesti paralelními ovládacími rameny 3, která jsou opatřena průchozími pohony 16 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3. Tato paralelní ovládací ramena 3 s průchozími pohony 16 mají proměnnou délku. Průchozí pohony 16 jsou na obr. 10 připevněny k rámu sférickými klouby 17. Průchozích pohonů 16 je užito šest, proto pohony 16 jsou redundantní, neboť jejich počet je šest a varianta má pět stupňů volnosti. Na tomto obrázku opět nejsou zobrazeny krajní stopky 9 jako na obr. 1 až 4. Bud' nepoužití krajních stopek 9 omezí dosažitelné natočení platformy-tělesa 1, nebo krajní stopky 9 musí být přidány. Průchozí pohony 16 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3 mění délku ramen 3 mezi sférickým kloubem 10 a průchozím pohonem 16. Příklad průchozích pohonů 16 jsou pohybové šrouby s rotačními elektrickými pohony nebo elektrické lineární pohony.

Na obr. 11 je varianta podle obr. 10 s ovládacími rameny 3 s průběžnými pohony 16 upravena tak, že počet ovládacích ramen 3 s průběžnými pohony 16 je pouze pět. Protože pohonů je jen pět, tak tato varianta tak tato varianta není redundantní, neboť stupňů volnosti je také pět.

Na obr. 12 je platforma-těleso 1 připojena k rámu 5 prostřednictvím tří částí 7, 8, 13 stopky podle obr. 1. Těleso 1 a rám 5 jsou spolu dále propojeny šesti paralelními ovládacími rameny 3, která jsou opatřena rotačními pohony 19 pro rotační pohyb ovládacích ramen 3. Paralelní ovládací ramena 3 jsou dělená, kdy jejich horní část je připevněna sférickým kloubem 10 k platformě-tělesu 1 a sférickým kloubem 18 ke spodní části, která je otáčena rotačním pohonem 19. Tato paralelní ovládací ramena 3 mají konstantní délku. Ovládacích ramen 3 s rotačními pohony 19 je

užito šest, proto pohony 19 jsou redundantní, neboť jejich počet je šest a varianta má pět stupňů volnosti. Na tomto obrázku opět nejsou zobrazeny krajní stopky 9 jako na obr. 1 až 4. Buď nepoužití krajních stopek 9 omezí dosažitelné natočení platformy-tělesa 1, nebo krajní stopky 9 musí být přidány. Příkladem rotačních pohonů 19 jsou rotační elektrické pohony.

- 5 Na obr. 13 je varianta podle obr. 12 s ovládacími rameny 3 s rotačními pohony 19 upravena tak, že počet ovládacích ramen 3 s rotačními pohony 19 je pouze pět, tak tato varianta není redundantní, neboť stupňů volnosti je také pět.

- 10 Na obr. 14 je znázorněn podrobněji rotační pohon 19 s děleným ovládacím ramenem 3 z obr. 12 a obr. 13. Rotační pohon 19 obvykle tvořený rotačním elektrickým motorem s odměřováním úhlové polohy a případně s převodovkou je upevněn na rámu 5. Pohybuje děleným ovládacím ramenem 3, jehož dolní část na obr. 14 je pevně připevněna ke hřídeli rotačního pohonu a je spojena s horní částí ovládacího ramene 3 sférickým kloubem 18. Horní část ovládacího ramene 3 je pak podle obr. 12 a obr. 13 připojena sférickým kloubem 10 k platformě-tělesu 1.

- 15 Na obr. 15 je znázorněna varianta vycházející z varianty na obr. 1, kde je ukázána kombinace různých druhů pohonů i při užití jen tří ovládacích ramen 3 neproměnné konstantní délky připevněných k tělesu 1 sférickými klouby 10 na krajních stopkách 9. Varianta na obr. 15 užívá dvě paralelní ovládací ramena 3, která jsou opatřena posuvnými pohony 4 pro posuvný pohyb ovládacích ramen 3 po rámu 5 a která jsou spojena s posuvnými pohony 4 rotačními klouby 6, a jedno paralelní ovládací rameno 3 s posuvným pohonem 4, ke kterému je však rameno 3 připojeno sférickým kloubem 11. Takto lze vytvářet další kombinace různých druhů pohonů. Tato varianta není redundantní, neboť posuvné pohony 4 jsou tři a varianta má také tři stupně volnosti.

Na obr. 16 je znázorněna varianta podle obr. 1, kde první část 7 stopky má proměnnou délku prostřednictvím posuvného pohonu 21, kterým je první část 7 stopky opatřena. To umožňuje kromě naklápění i výsuv nástroje 120 v tělese 1.

- 25 Uváděné varianty řešení se mohou vzájemně kombinovat. Zvláště lze vzájemně zaměňovat druhy pohonů. 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. 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.

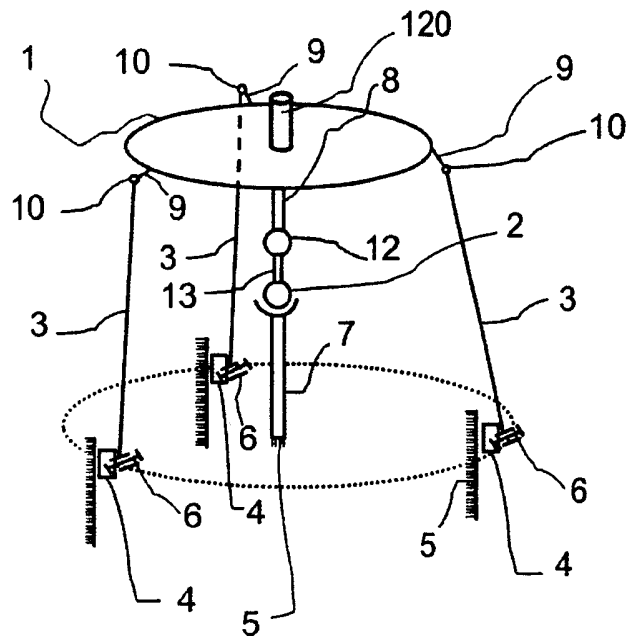
N Á R O K Y N A O C H R A N U

- 35 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 dělená 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), a prostřednictvím ovládacích ramen (3) spojených otočně s rámem (5) a s tělesem (1), **v y z n a ě n é t ě m**, že stopka je třídílná, kde její vložená část (13) mezi první částí (7) a druhou částí (8) je spojena s první částí (7) prostřednictvím sférického kloubu (2) a s druhou částí prostřednictvím sférického kloubu (12), přičemž počet ovládacích ramen (3) konstantní a/nebo proměnlivé délky, spojených s tělesem (1) prostřednictvím sférických kloubů (10), je alespoň tři.

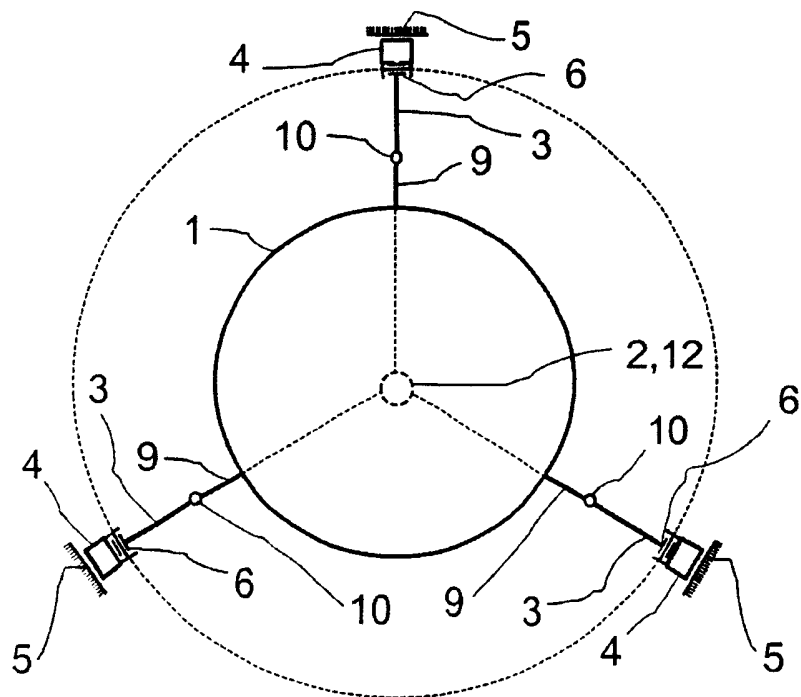
- 45 2. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **v y z n a ě n é t ě m**, že tři ovládací ramena (3) jsou spojena s rámem (5) prostřednictvím rotačních kloubů (6) a posuvných pohonů (4).

3. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 2, **v y z n a ě n é t í m**, že ovládací ramena (3) v průmětu svírají úhel 120° a v myšleném prodloužení protínají přímkou procházející sférickými klouby (2, 12) v základní poloze.
- 5 4. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 2, **v y z n a ě n é t í m**, že je opatřeno alespoň jedním dalším ovládacím ramenem (3) spojeným s rámem (5) prostřednictvím sférických kloubů (11) a posuvných pohonů (4).
5. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **v y z n a ě n é t í m**, že ovládacích ramen (3) spojených s rámem (5) prostřednictvím sférických kloubů (11) a posuvných pohonů (4) je alespoň pět.
- 10 6. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **v y z n a ě n é t í m**, že ovládacích ramen (3) spojených s rámem (5) prostřednictvím sférických kloubů (15) je alespoň pět, přičemž ovládací ramena (3) proměnné délky jsou opatřena teleskopickými pohony (14).
- 15 7. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **v y z n a ě n é t í m**, že ovládacích ramen (3) je alespoň pět, přičemž ovládací ramena (3) proměnné délky jsou spojena s rámem (5) prostřednictvím sférických kloubů (17) a průchozích pohonů (16).
- 20 8. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **v y z n a ě n é t í m**, že ovládacích ramen (3) je alespoň pět, přičemž ovládací ramena (3) jsou dělená, kdy jejich horní část je připevněna sférickým kloubem (10), k tělesu (1) a sférickým kloubem (18) ke spodní části, která je spojena s rámem (5) prostřednictvím rotačního pohonu (19).
9. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1, **v y z n a ě n é t í m**, že dvě ovládací ramena (3) jsou spojena s rámem (5) prostřednictvím rotačních kloubů (6) a posuvných pohonů (4) a jedno ovládací rameno (3) spojené s rámem (5) prostřednictvím sférického kloubu (11) a posuvného pohonu (4).
- 25 10. Zařízení pro řízení sférického pohybu tělesa (1) podle nároku 1 až 9, **v y z n a ě n é t í m**, že první část (7) stopky má proměnnou délku prostřednictvím posuvného pohonu (21), kterým je první stopka (7) opatřena.

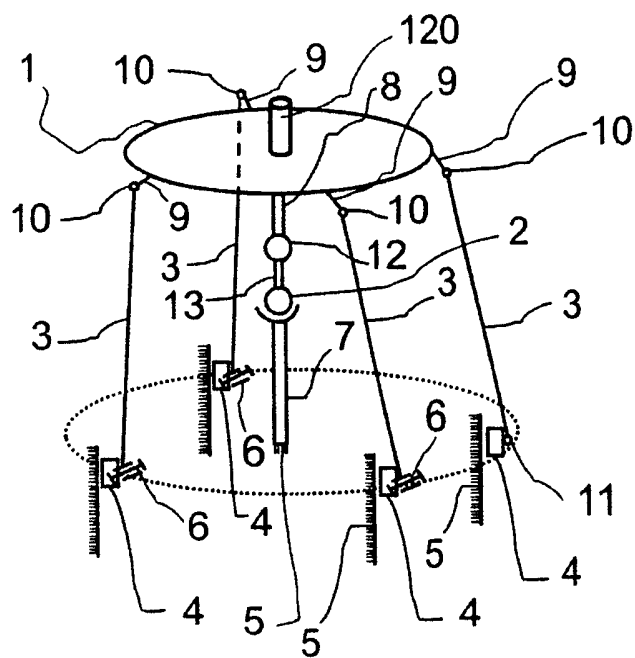
8 výkresů



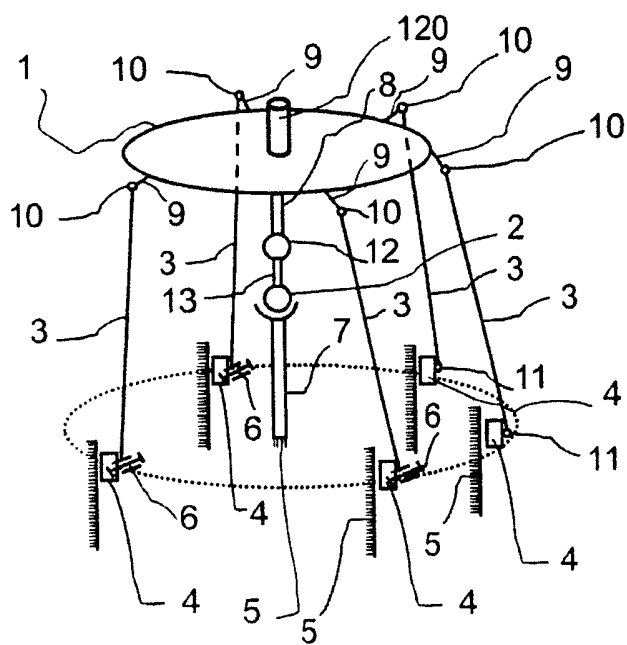
Obr. 1



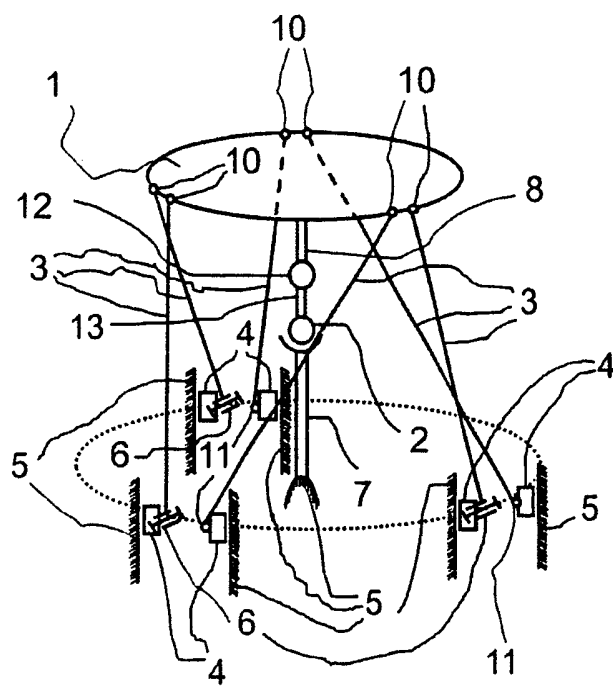
Obr. 2



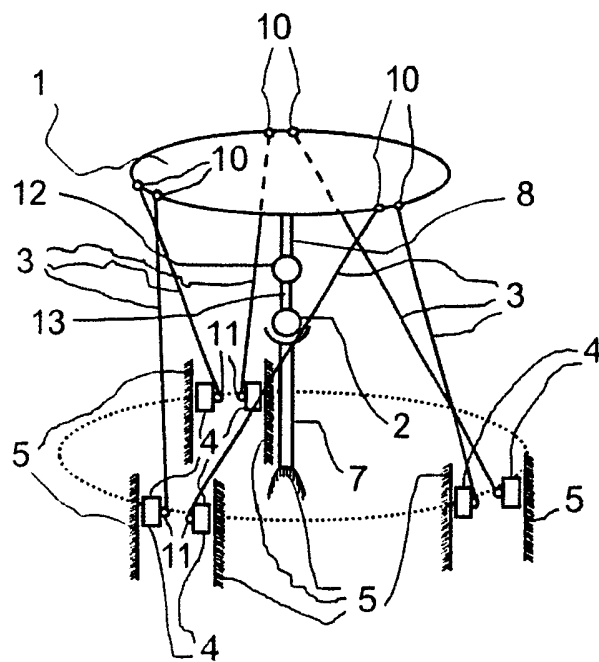
Obr. 3



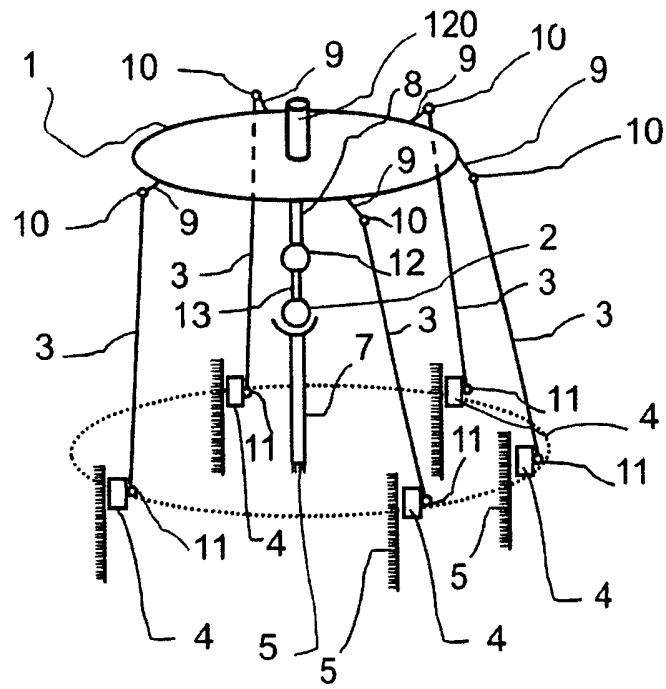
Obr. 4



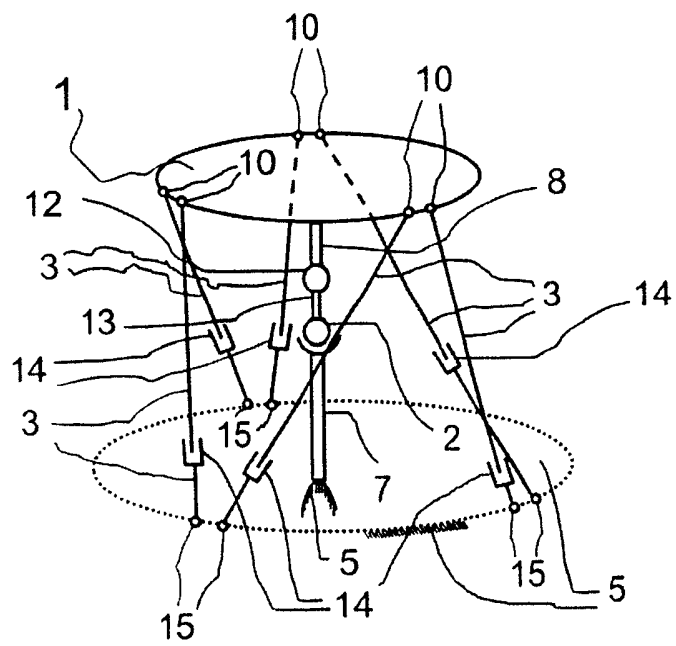
Obr. 5



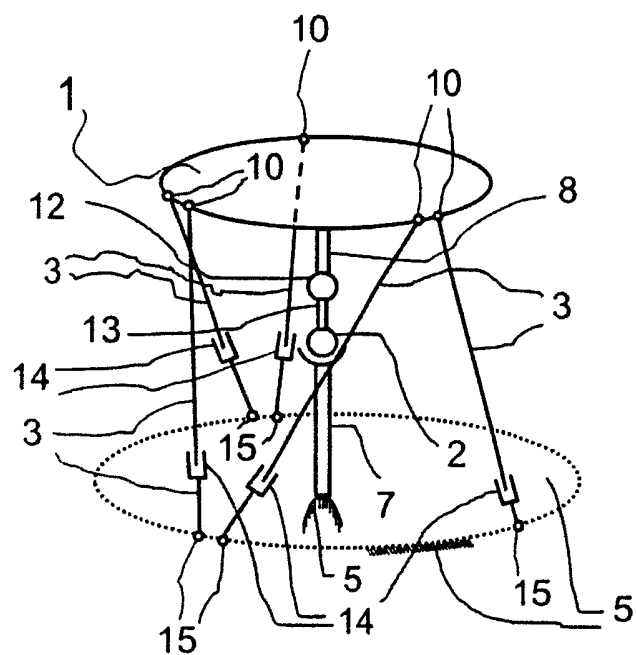
Obr. 6



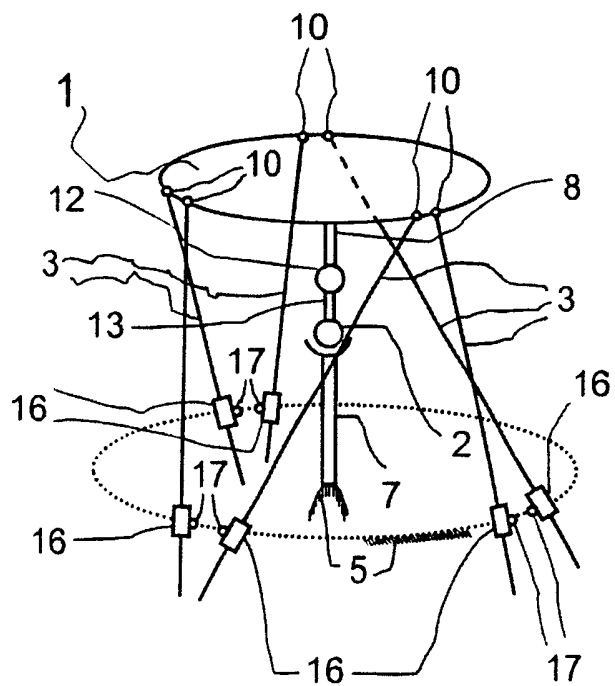
Obr. 7



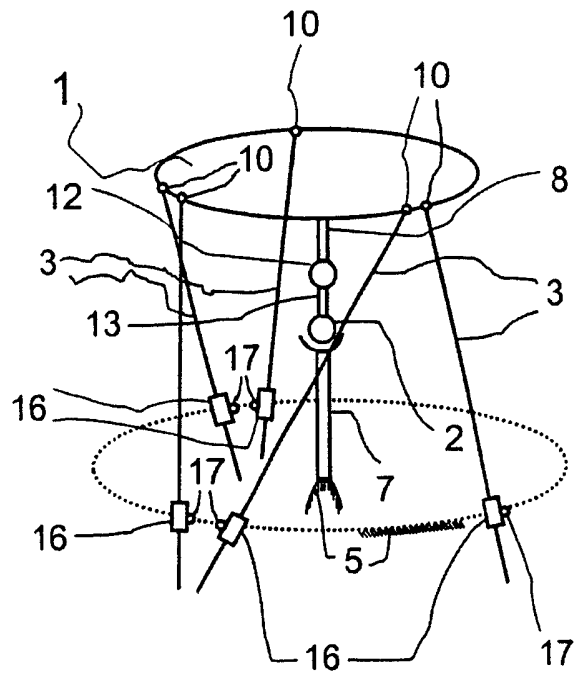
Obr. 8



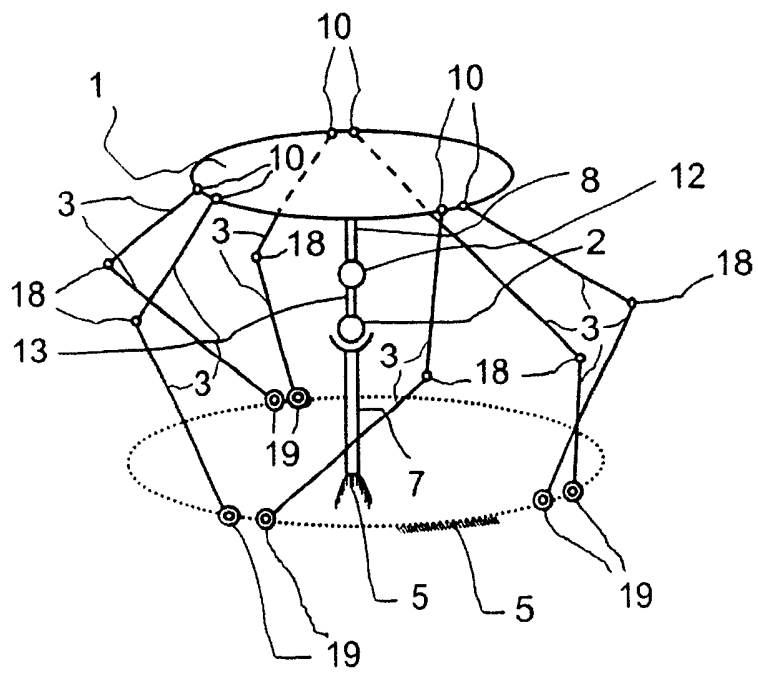
Obr. 9



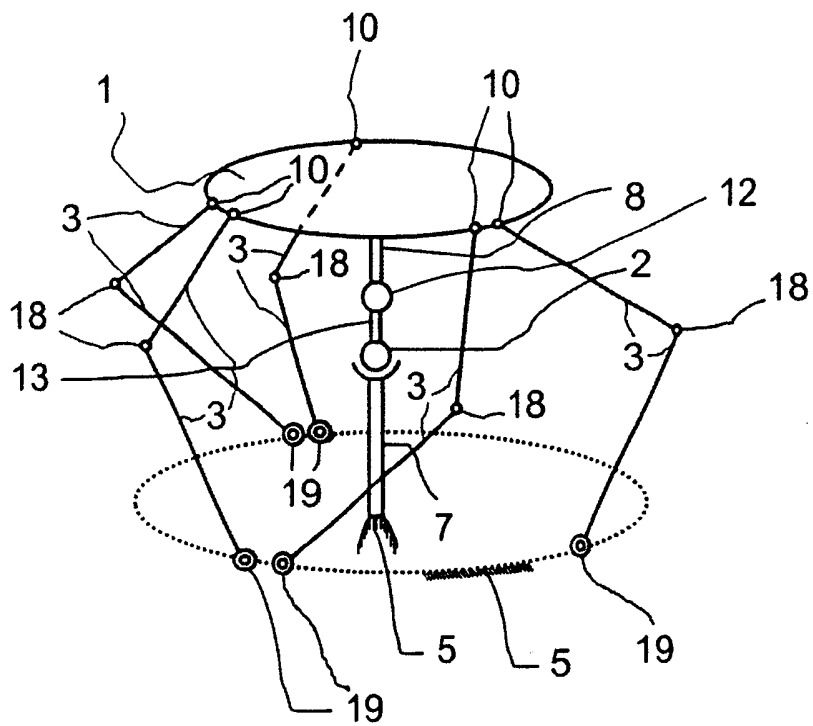
Obr. 10



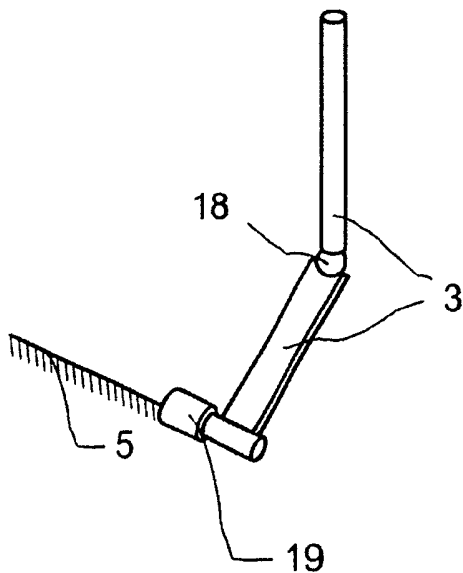
Obr. 11



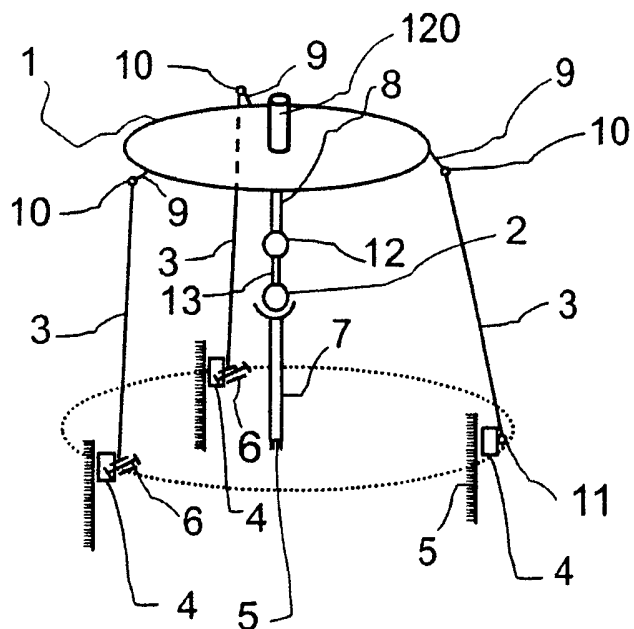
Obr. 12



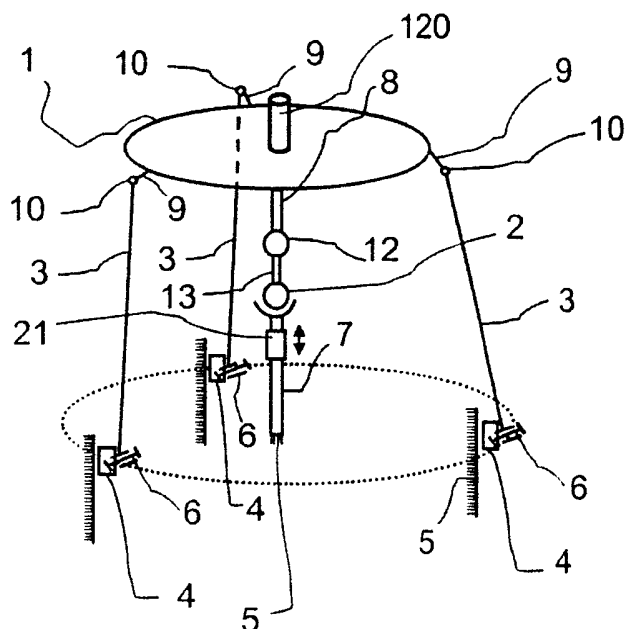
Obr. 13



Obr. 14



Obr. 15



Obr. 16

Konec dokumentu