

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2023 00064**

(22) Data de depozit: **13/02/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2023 BOPI nr. **6/2023**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA,
STR.ALEXANDRU IOAN CUZA NR.13,
CRAIOVA, DJ, RO

(72) Inventatori:
• COPILUȘI PETRE CRISTIAN,
STR. SERG.C-TIN POPESCU, NR.19,
BL.42, SC.A, AP.14, CRAIOVA, DJ, RO;

• GEONEA IONUȚ DANIEL, STR. DR.C-TIN.
ANGELESCU, NR.5, BL.V27, AP.4, SC.1,
CRAIOVA, DJ, RO;
• DUMITRU NICOLAE,
STR.GHEORGHÎȚĂ GEOLGĂU NR.399,
PIELEȘTI, DJ, RO;
• MARGINE ALEXANDRU,
STR.EMANOIL CHINEZU, NR.12, BL.H2,
SC.B, AP.3, CRAIOVA, DJ, RO;
• DUMITRU SORIN, STR.HENRI COANDĂ,
NR.60, BL. P13, CRAIOVA, DJ, RO

(54) **PROTEZĂ DE GAMBĂ CU MECANISM CU CAMĂ ȘI TACHET
CU ROLĂ PENTRU REABILITAREA MERSULUI UMAN**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o proteză de gambă destinată reabilitării locomoției umane, în cazul persoanelor cu unul dintre membrele inferioare amputate. Proteza, conform invenției se compune dintr-o cupă (1) care se atașează de membrul inferior amputat al unei persoane, un amortizor care este solidar cu o componentă (2) tibială și cu un suport (3) al acestuia, o tijă (4) a amortizorului care se deplasează pe profilul unei came (6) prin intermediul tijei (4) amortizorului care este solidară cu un tachet (5) cu rolă, mișcarea descrisă este de flexie plantară la un unghi de 20° și flexie dorsală la un unghi de 35°, unghiul este dat de o talpă (8) și de axa de simetrie a componente (2) tibiale, rola tachetului (5) este prevăzută cu un lagăr cu elemente de rostogolire care asigură eliminarea frecării dintre tachet (5) și profilul camei (6), contactul dintre tachet (5) cu rolă și camă (6) fiind asigurat prin intermediul unei culise oscilante dispusă pe talpă (8) pe care se deplasează un bolț (7) solidar cu suportul (3) amortizorului.

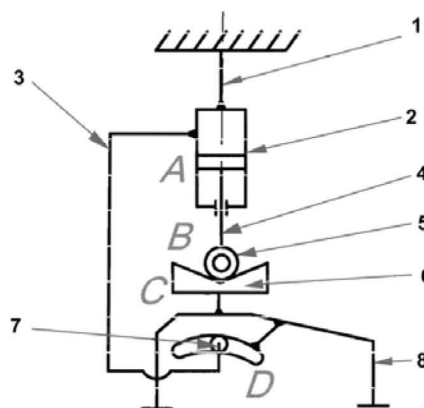


Fig. 1

Revendicări: 2
Figuri: 8

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Proteză de gambă cu mecanism cu camă și tchet cu rolă pentru reabilitarea mersului uman

Autori: Copilusi Cristian, Geonea Ionuț, Dumitru Nicolae, Margine Alexandru, Dumitru Sorin

Obiectul prezentei propuneri de brevet de invenție "Proteză de gambă cu mecanism cu camă și tchet cu rolă pentru reabilitarea mersului uman" este acela de a elabora un sistem mecanic, care are în structură un mecanism cu camă-rolă, destinat reabilitării mersului persoanelor cu unul dintre membrele inferioare amputate. Prin definiție, o proteză destinată membrului inferior uman reprezintă un sistem mecanic atașat unui subiect uman care aduce aportul motric la mișcarea membrilor inferioare în timpul activității de pășire. Aceasta poate fi purtată, respectiv utilizată, de către persoane cu amputări la nivelul gambelor membrilor inferioare, în scopul substituirii mișcării de flexie dorsală/plantară dezvoltată la nivelul articulației gleznei în timpul activității de pășire.

Propunerea de brevet de invenție are ca domeniu de aplicabilitate în ingineria biomedicală. Principala motivație o reprezintă reabilitarea mersului uman în cazul pacienților la care unul dintre membrele inferioare este amputat de deasupra articulației gleznei, ca urmare a unor leziuni ce au produs defazectarea acestei articulații. Această proteză este concepută în vederea asigurării mobilității aparatului locomotor uman și asigură independența persoanelor care au unul dintre membrele inferioare amputate, în derularea activităților cotidiene. De asemenea această proteză va substitui funcțiile articulației gleznei umane în timpul activităților de mers prin intermediul mecanismului cu camă – tchet cu rolă special proiectat.

De-a lungul timpului, la nivel mondial s-au efectuat cercetări privind noi concepte de sisteme menite să aducă un aport semnificativ asupra reabilitării locomoției umane. În fapt, sistemele mecanice/mecatronice au potențialul de a facilita mobilitatea persoanelor cu unul din membrele inferioare amputate.

Este cunoscut că în domeniul ingineriei biomedicale se regăsesc și programele de recuperare specifice aparatului locomotor uman, aplicabile pacienților care au unul dintre membrele inferioare amputate, ca urmare a unor leziuni articulare provocate de accidente sau boli, iar aceste sisteme denumite proteze contribuie la redarea abilității pacienților de a se deplasa, prin prisma dezvoltării activităților de mers.

Reabilitarea procesului de pășire depinde în mod categoric de membrul inferior uman amputat, fapt pentru care acest membru va suporta înlocuirea uneia dintre articulațiile principale cu un sistem mecanic care să permită recuperarea mersului uman în urma unor sesiuni specifice de recuperare locomotorie.

Din analizele efectuate asupra pacienților cu unul din membrele inferioare amputate, reiese că aceștia reușesc să se integreze în societate prin eforturi fizice substanțiale, iar la nivelul membrilor inferioare aceste persoane rămân cu sechele.

Din acest considerent, pacienții cu astfel de amputări nu mai au capacitatea independentă de a se deplasa prin activități de pășire. Astfel, pacienții care au asemenea

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. 2023 00067
Data depozit 13-02-2023

amputații pășesc printr-o manieră atipică, respectiv asimetrică, cu dezechilibre ale corpului uman și o distribuție inegală a greutateii corpului uman pe membrele inferioare.

Din toate aceste considerații se justifică elaborarea de noi soluții constructive, concepte ale unor sisteme care să contribuie la îmbunătățirea performanțelor necesare derulării locomoției umane, drept dovadă că de-a lungul timpului au fost efectuate cercetări multiple derulate în domeniul acesta.

În general, un proces de recuperare a locomoției umane în cazul unui pacient cu membrul inferior amputat, constă în parcurgerea a patru faze principale: (1) pacientul cu membrul inferior amputat este ținut la pat în perioada postoperatorie; (2) pacientul se va deplasa cu ajutorul unor sisteme ajutătoare de mers (cârje, cadre speciale) cu sprijin pe membrul inferior uman neamputat, sau deplasare cu ajutorul unui scaun cu roțile; (3) pacientul este supus unor analize pentru fabricarea sistemului protetic (prelevare amprentă bont, alegerea sistemului protetic potrivit, dimensionare și adaptare proteză pe membrul inferior uman amputat); (4) pacientul va urma un proces de reeducare a mersului prin care învață să pășească din nou cu proteza de gambă (mersul liber, dacă acesta va fi posibil).

Cele patru faze mai sus evidențiate sunt parcurse de către pacient de-a lungul timpului, împreună cu o echipă de specialiști formată din: medicul ortoped, kinetoterapeut, specialiști în domeniul protezării aparatului locomotor uman. Această echipă contribuie la reeducarea pacientului în vederea redobândirii mersului uman, iar fazele de mai sus fac parte dintr-un proces de instruire a pacientului privind utilizarea protezei și totodată să învețe să pășească corect, pentru asigurarea locomoției sale. Acest proces impune de multe ori costuri ridicate, atât pentru pacient cât și pentru sistemul de sănătate al fiecărei țări, fapt pentru care accesibilitatea pacienților este uneori limitată în accesarea unor terapii de reeducare motorie prin utilizarea sistemelor protetice.

Din punct de vedere demografic, au avut loc schimbări care au condus la insuficiența specialiștilor din domeniul medical, iar acest lucru îngreunează de multe ori obținerea unei proteze corespunzătoare, atât din punct de vedere structural cât și funcțional. Din acest considerent, procesul de inovare este tot mai pregnant în domeniul reabilitării locomoției umane prin găsirea și implementarea de noi soluții care să fie mai accesibile pentru o gamă largă de pacienți și pe o perioadă de timp mult mai mare.

Sistemele protetice, dedicate aparatului locomotor uman, sunt din ce în ce mai performante, iar acest aspect se datorează implicării cunoștințelor mecanice, mecatronice și robotice într-un nou domeniu cu caracter interdisciplinar aflat într-o amplă ascensiune și anume aceia ai biomecanicii.

De asemenea din literatura de specialitate se observă că protezele specifice membrilor inferioare umane au evoluat foarte mult și sunt într-o continuă dezvoltare. În ultimii zece ani sistemele protetice se regăsesc într-o gamă diversificată în funcție de cerințele pacienților, însă ele au ca principal scop restabilirea mobilității membrilor inferioare care au suferit amputări.

În principal o proteză destinată protezării membrului inferior uman amputat este formată din următoarele componente: cupa sau manșonul care asigură legătura dintre bontul pacientului (membrul amputat) și mecanismul propriu-zis; mecanismul propriu-

zis prin care se asigură mișcarea protezei respectiv a membrului inferior amputat; sistemul de acționare care permite pacientului să transmită comanda mișcării realizată de mecanismul propriu-zis; corpul înlocuitor al membrului inferior, respectiv elementele structurale prin care se asigură sprijinul pe sistemul protetic de către corpul pacientului; învelișul cosmetic prin care este redată forma cât mai naturală a membrului inferior uman.

Principalele tipuri de proteze destinate membrilor inferioare umane pot fi clasificate după cum urmează:

- a) proteze de gambă, în cazul amputării membrului inferior de deasupra articulației gleznei piciorului;
- b) proteze de coapsă, în cazul amputării membrului inferior de deasupra articulației genunchiului, aspect ce cuprinde și amputarea gleznei piciorului;
- c) proteze de șold, în cazul amputării membrului inferior de la nivelul articulației șoldului, aspect ce cuprinde atât amputarea genunchiului cât și a gleznei piciorului.

Aceste proteze au în structură mecanisme care substituie mișcarea pe care trebuie să o realizeze membrul inferior uman amputat. Astfel se regăsesc următoarele tipuri de mecanisme:

1. – mecanisme uniaxiale sau monocentrice, formate dintr-un număr de 4 articulații; iar mecanismul nu poate fi universal, astfel încât el se adresează numai pentru o anumită categorie de indivizi, respectiv numai pentru adulți, suportând o greutate maximă de 125 kg. Spre exemplu: mecanismul protezei de coapsă de tip "Endolite" elaborat de compania Symbiotechs SUA sau mecanismul "K5- modular" dezvoltat de centrul de cercetare Bauerfeind AG din Germania;

2 – mecanisme multiaxiale sau policentrice ce au patru axe ce formează un lanț cinematic format din patru bare, iar sistemele protetice din această categorie sunt foarte variate în comparație cu cele anterior prezentate. Din această categorie fac parte sistemele protetice de tip "Hybrid 4-bar", comercializate de firma OSSUR Bionics sau sistemul "3R60" realizat de firma Otto Bock.

În funcție de sistemele de acționare se deosebesc proteze cu comandă mecanică, pneumatică, hidraulică, electrică sau proteze cu sisteme de acționare combinate.

O descriere amplă a procesului de protezare este prezentată în cartea "*Prosthetics and Patient Management: A Comprehensive Clinical Approach*" de către cercetătorii în domeniu Joan Edelstein și Kevin Carroll, în anul 2006. În această carte sunt prezentate particularități ale proceselor de protezare dar și soluții alternative de reabilitare a locomoției umane în cazul membrilor inferioare amputate.

În acest domeniu al protezării există cercetări încă din anul 1930, în care au fost elaborate primele sisteme protetice care au în structură mecanisme, menite să substituie funcționalitatea membrului inferior uman amputat. În cartea "*Prosthetics & Orthotics in Clinical Practice: A Case Study Approach*" cercetătorii Beila J. May și Margery A. Lockard prezintă o serie de sisteme protetice și ortetice purtate de către pacienți pentru a satisface activitățile cotidiene, până la cele utilizate în competițiile sportive destinate jocurilor paralimpice.

Desigur că cercetările în domeniu nu se regăsesc doar în articole de specialitate. Există numeroase brevete de invenție în vederea protezării aparatului locomotor uman.

Astfel în "*Christensen, R.J. Bifurcated, Multi-Purpose Prosthetic Foot. Eur. Patent Appl. EP 2593046 A4*" este prezentată o proteză de gambă confecționată din materiale cu proprietăți de memorare a formei care poate îndeplini funcții multiple în timpul procesului de pășire. De asemenea sunt numeroase companii consacrate care au brevetat o serie de soluții constructive ale sistemelor mecanice din structura protezelor cum ar fi: Compania OTTO Bock "*Otto Bock Holding GmbH & Co. Kg. Prosthetic Foot. U.S. Patent US15305633A*", publicat în Februarie 2017 sau compania OSSUR prin "*Ossur, H. Prosthetic Ankle and Method of Controlling Same Based on Adaptation to Speed. U.S. Patent US15648988A*", brevet publicat în octombrie 2017 prin care se prezintă soluții constructive ale sistemelor de acționare bazate pe sisteme robotice.

În concluzie, referindu-ne la categoria protezelor de gambă se observă că un interes deosebit se acordă acelor sisteme care au în structură un sistem mecanic principal menit să asigure substituția articulației gleznei umane.

În cadrul prezentei cereri de brevet de invenție, este prezentat un mecanism cu camă și tchet cu rolă, special adaptat pentru a asigura funcționalitatea piciorului uman. Elementul de noutate al soluției propuse îl reprezintă poziționarea amortizorului, prin integrarea acestuia în structura de rezistență a protezei precum și adaptarea unui mecanism cu camă și tchet cu rolă în vederea preluării șocurilor din timpul fazelor de pășire și asigurarea funcționalității protezei cu respectarea legii de mișcare dezvoltate de articulația gleznei umane.

Mecanismul propus este atașat la două elemente principale ale protezei și anume în partea superioară acesta este solidar cu manșonul, respectiv cupa, care asigură fixarea acesteia de bontul pacientului, respectiv de membrul inferior amputat, iar la partea inferioară acesta este legat de o talpă echivalentă a piciorului uman. Întreaga structură este formată din următoarele componente, conform Fig. 1, Fig. 5 și Fig 6: manșon/cupă (1) ce se atașează de membrul inferior amputat (bontul pacientului); componenta tibială (2) formată din amortizor, cu posibilitate de reglare a gradului de amortizare (ce se atașează de manșon/cupă); suportul amortizorului (3); tija amortizorului (4); tchetul cu rolă (5) solidară cu tija amortizorului ce alunecă pe un profil al camei (6) prin care este descrisă cursa de amortizoare; bolțul (7) ce culisează pe un profil impus de legea de mișcare ce se regăsește la nivelul articulației gleznei neprotezate; talpa (8) echivalentă piciorului uman, pe care se regăsește profilul camei (6).

Proteza de gambă are un mecanism format dintr-un număr de 6 elemente cinematice legate între ele prin 5 cuple cinematice, din care patru sunt de rotație iar una este echivalentă mecanismului cu camă, conform schemei structurale din Fig. 1.

Elementul de noutate adus prin această propunere este că mecanismele cu camă, în special cele cu tchet și rolă (4), nu au fost utilizate ca sisteme mecanice ce deservește protezele destinate protezării membrilor inferioare umane amputate. Un alt argument este că rola tchetului (4) are în structură un lagăr radial cu bile, care permite realizarea unei mișcări precise, cu frecări minime între elemente, aspect care îmbunătățește considerabil eficiența protezei de gambă, atunci când aceasta va efectua mișcări de

flexie plantară/dorsală pentru asigurarea deplasării pacientului. Profilul camei (5), este unul care respectă legea de mișcare dezvoltată de articulația gleznei în procesul de pășire al pacientului neamputat.

Profilul camei (5), este solidar cu talpa protezei (7), fapt pentru care în procesul de flexie plantară/dorsală pune în mișcare tachelul prin intermediul rolei (4), care acesta este solidar cu tija amortizorului hidraulic (3). Amortizorul hidraulic este unul industrial iar corpul acestuia a permis integrarea în structura de rezistență a protezei (vezi Fig. 5).

Un alt considerent este că mecanismul cu camă poate fi utilizat împreună cu sistemul protetic inserat în structura unei proteze de coapsă (cea destinată amputării membrului inferior uman de deasupra articulației genunchiului), așa cum se observă în Fig. 6.

Prețul de cost privind realizarea mecanismului este unul scăzut și poate fi minimizat prin fabricarea componentelor în baza tehnologiilor de prototipare și fabricare rapidă (componente fabricate prin printări 3D).

În cele ce urmează va fi descrisă invenția ținând cont de figurile 1,2,3,4,5, 6, 7 și 8, care au următoarea semnificație:

- ✓ Figura 1: Schema structurală a mecanismului cu camă inserat în structura protezei de gambă.
- ✓ Figura 2: Modelul protezei proiectat 3D – vedere de ansamblu.
- ✓ Figura 3: Unghiurile maxime pe care le poate dezvolta proteza ce are în structură mecanismul cu camă și tachel cu rolă;
- ✓ Figura 4: Dimensiuni de gabarit ale protezei cu identificarea cotelor de gabarit în milimetri;
- ✓ Figura 5: Modelul protezei de gambă secționat și componentele din structura sa;
- ✓ Figura 6: Detaliu asupra mecanismului cu camă și tachel cu rolă;
- ✓ Figura 7: Prototipul sistemului protetic;
- ✓ Figura 8: Prototipul mecanismului cu camă și tachel cu rolă integrat în structura unei proteze de coapsă.

În figurile anterior menționate pot fi identificate următoarele componente:

(1) – manșon/cupă; (2) – componenta tibială, în structura căreia se regăsește cilindrul amortizorului, cu posibilitate de reglare a gradului de amortizare (ce se atașează de manșon/cupă); (3) – suportul amortizorului; (4) – tija amortizorului; (5) – tachelul cu rolă solidară cu tija amortizorului ce alunecă pe un profil al camei prin care este descrisă cursa de amortizare; (6) – cama propriu-zisă; (7) – bolțul ce culisează pe un profil impus de legea de mișcare ce se regăsește la nivelul articulației gleznei neprotezate; (8) – talpa echivalentă piciorului uman, solidară cu profilul camei (6).

Originalitatea soluției propuse în *prezentul brevet de invenție*, constă în proiectarea unui mecanism cu camă și tachel cu rolă destinat înlocuirii funcționale a articulației gleznei și piciorului uman, din structura aparatului locomotor uman, prin care este implementat ca o proteza de gambă, utilizată pentru reabilitarea persoanelor cu unul din membrele inferioare amputate. Mecanismul proiectat are o structură și mișcare similară cu cea a unui membru inferior uman pentru desfășurarea procesului de pășire (realizează mișcarea din articulația gleznei și piciorului, oferă suport de sprijin a

membrului inferior uman amputat), având în structură segmentele echivalente piciorului uman.

Din schema structurală prezentată în **Fig. 1** se observă 4 articulații: **A, B, C, D**. Dintre acestea **A** este o cuplă de translație reprezentată de amortizor, respectiv tija amortizorului (**4**) și componenta tibială (**2**). De aici reiese că cilindrul/corpul amortizorului este integrat în structura de rezistență a protezei. Cupla **B** este de rotație formată din tija amortizorului (**4**) și rola tachelului (**5**). Rola tachelului reprezintă un element de noutate, având rolul de micșorare a frecării datorită contactului dintre tachel și profilul camei (**6**). Cupla **C** reprezintă mecanismul cu camă propriu-zis, iar cupla **D** reprezintă profilul curbiliniu care respectă legea de mișcare a articulației gleznei umane și care posedă două funcții: impunerea limitării mișcării de rotație a protezei și totodată păstrarea contactului dintre tachelul cu rolă (**5**) și cama mecanismului (**6**).

Proteza în poziție de repaus formează un unghi de 90 grade între componenta tibială (**2**) și talpa echivalentă piciorului uman (**8**). În faza de flexie plantară, conform **Fig. 3**, aceasta atinge limita maximă de 20 de grade, respectiv un unghi format între componenta tibială (**2**) și talpa echivalentă piciorului uman (**8**). În cea de-a doua fază, respectiv flexie dorsală, conform **Fig. 3**, aceasta atinge limita maximă de 35 de grade, respectiv un unghi format între aceleași componente. Aceste limite unghiulare corespund variației maxime unghiulare a articulației gleznei umane conform datelor existente din literatura de specialitate și certifică funcționalitatea optimă a protezei.

De asemenea este cunoscut că limitele variațiilor unghiulare ale acestor articulații diferă de la un subiect uman la altul, sau chiar de la un pas la altul în contextul analizei aceluiași subiect uman, în anumite limite, pentru proiectarea camei din structura mecanismului, a fost considerat un ciclu mediu pentru această variație unghiulară a articulației în cauză.

Funcționalitatea protezei și implicit a mecanismului cu camă și tachel cu rolă este una pasivă, aceasta este acționată de către subiectul uman cu membrul inferior amputat, iar rolul acestui mecanism este de a amortiza mișcarea în timpul fazelor de mers, de a conferi un grad de elasticitate protezei prin intermediul amortizorului și de a păstra talpa protezei la un unghi de 90 de grade față de axa de simetrie a gambei.

În concluzie, întreg sistemul protetic are în structură un mecanism cu camă și tachel cu rolă care respectă legea de mișcare dezvoltată de către un subiect uman neamputat în timpul procesului de pășire. Sunt utilizate notațiile cu cifre de la **1** la **8** pentru elementele mecanismelor, și cu litere pentru cuplele cinematice.

Revendicările invenției:**Proteză de gambă cu mecanism cu camă și tchet cu rolă pentru
reabilitarea mersului uman****Revendicări**

1. Proteză de gambă cu mecanism cu camă și tchet cu rolă destinat reabilitării locomoției umane, **caracterizat prin aceea că** este realizat dintr-un mecanism cu camă și tchet cu rolă, fiind format dintr-un număr de **8** elemente mobile (1, 2, 3,...8), conectate prin cuple de rotație și translație, cu ajutorul unor bolțuri, conform schemei structurale inovative din **Fig. 1**. Această proteză se diferențiază de alte tipuri de proteze prin realizarea componentelor din structura sa de așa natură încât să permită implementarea unui mecanism cu camă și tchet cu rolă. De asemenea, talpa (**8**) este prevăzută cu o culisă oscilantă, cupla (**D**), cu rol de a asigura contactul dintre camă și tchetul cu rolă. Acționarea protezei și implicit a mecanismului cu camă și tchet cu rolă este una pasivă, funcționalitatea acesteia fiind dată de subiectul uman cu membrul inferior amputat, iar rolul acestui mecanism este de a amortiza mișcarea în timpul fazelor de mers, elasticitatea protezei prin intermediul amortizorului și de a păstra talpa protezei la un unghi de 90 de grade față de axa de simetrie a gambei.

2. Mecanism cu camă și tchet cu rolă, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** pentru fiecare membru inferior există câte un mecanism care acționează articulația gleznei și piciorului după o traiectorie predefinită asigurată de arhitectura mecanismului în sine. Astfel profilul camei (**6**) este obținut în baza legii de mișcare pe care o poate realiza un subiect uman neamputat în timpul activității de pășire la nivelul articulației gleznei și piciorului. De asemenea acest profil respectă limitele impuse de o articulație a gleznei și piciorului membrului inferior uman. Mecanismul cu camă este special adaptat astfel încât să respecte cotele de gabarit impuse de gamba și piciorul unui membru inferior uman. Tchetul (**5**) posedă o rolă care are în structură un lagăr cu elemente de rostogolire (rulment radial) menit să micșoreze frecările ce apar la contactul dintre camă și tchet și să asigure o funcționare optimă a protezei în timpul acționării sale.

**Figurile invenției:
Proteză de gambă cu mecanism cu camă și tchet cu rolă pentru
reabilitarea mersului uman**

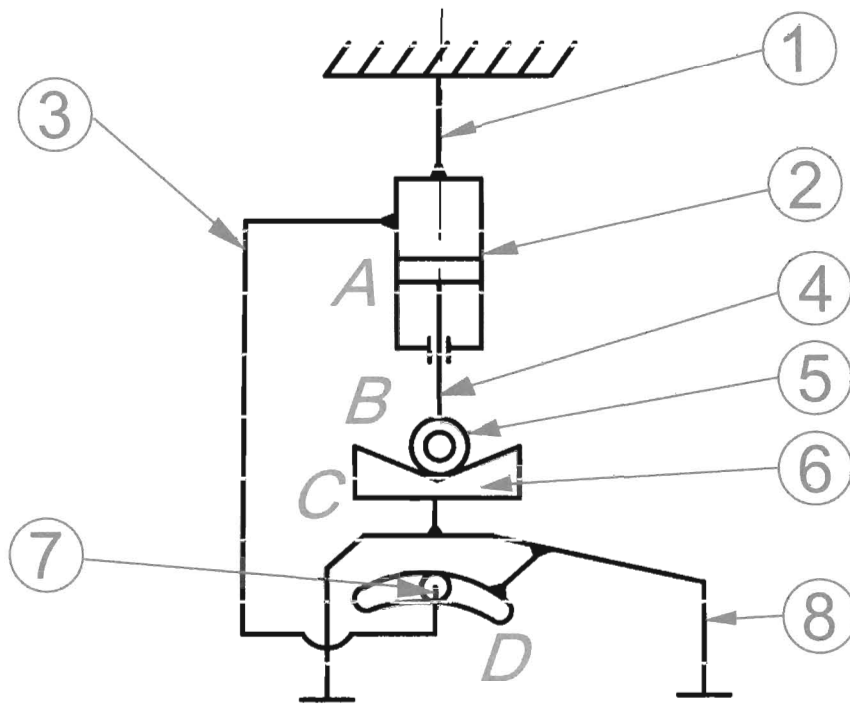


Fig.1. Schema structurală a mecanismului cu camă inserat în structura protezei de gambă.

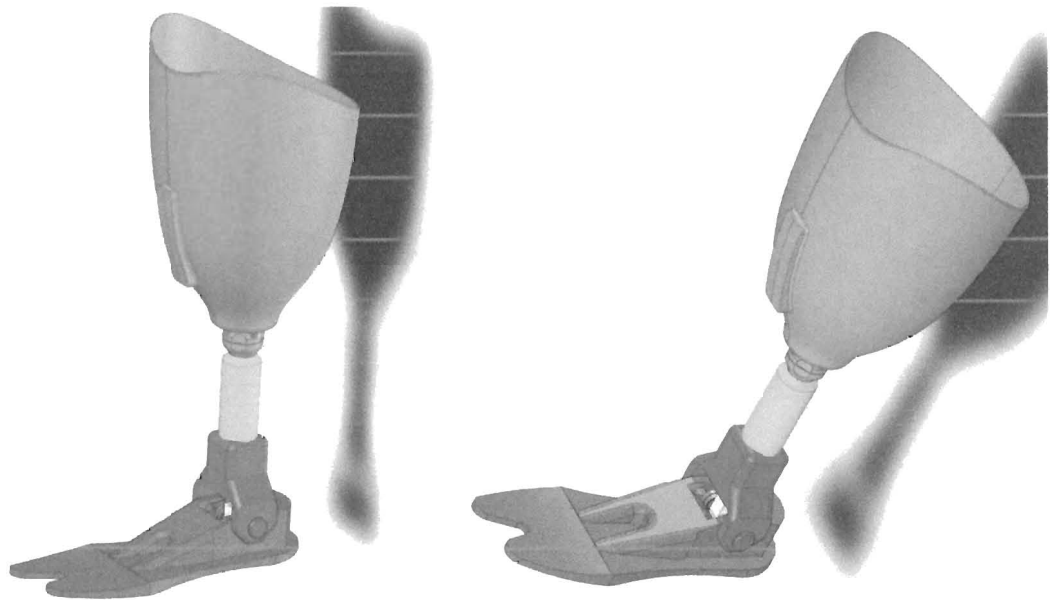


Fig.2. Modelul protezei proiectat 3D – vedere de ansamblu.

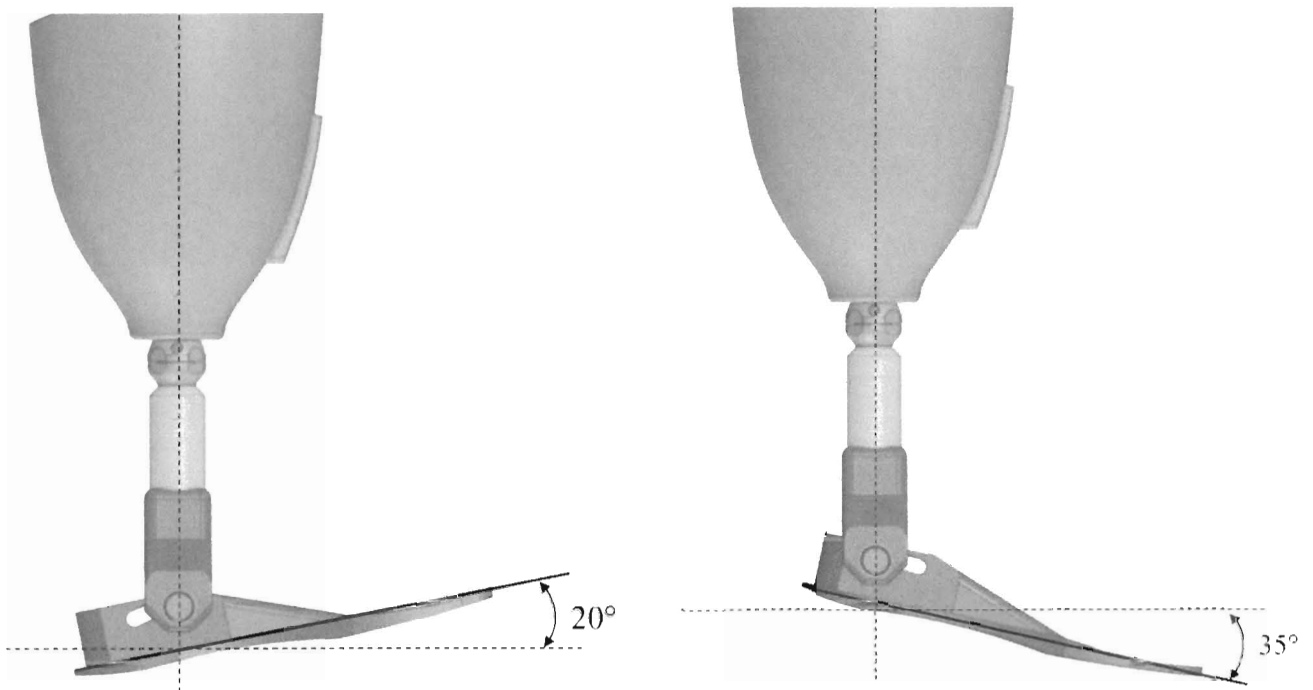


Fig.3. Unghiurile maxime pe care le poate dezvolta proteza ce are în structură mecanismul cu camă și tachet cu rolă.

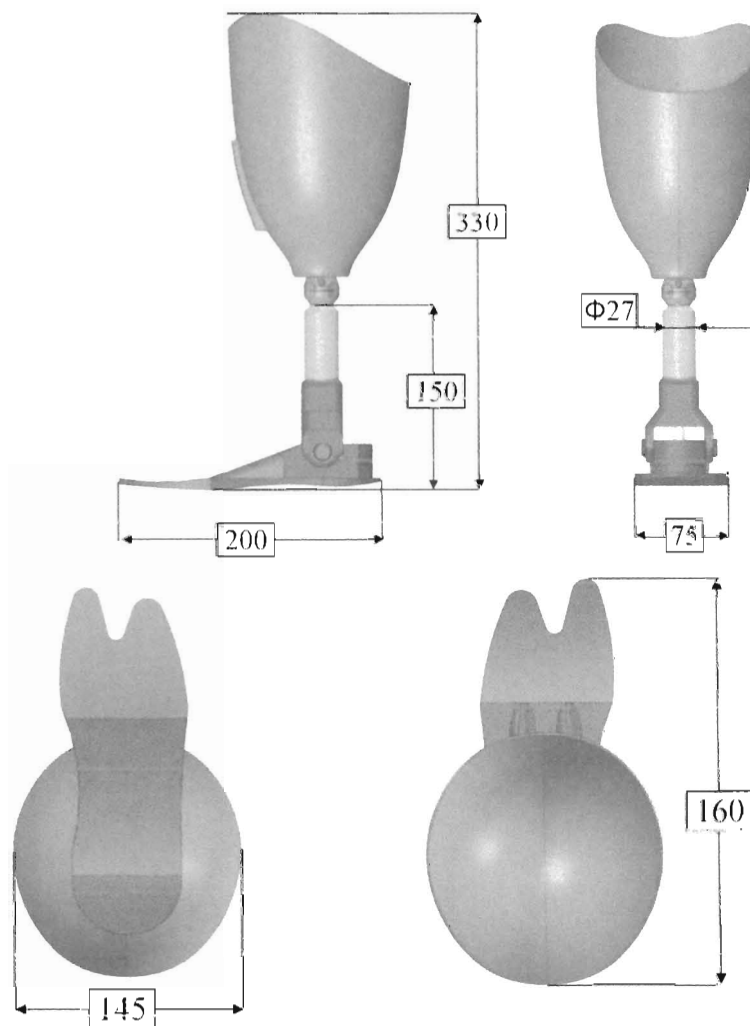


Fig.4. Dimensiuni de gabarit ale protezei cu identificarea cotelor de gabarit în milimetri.

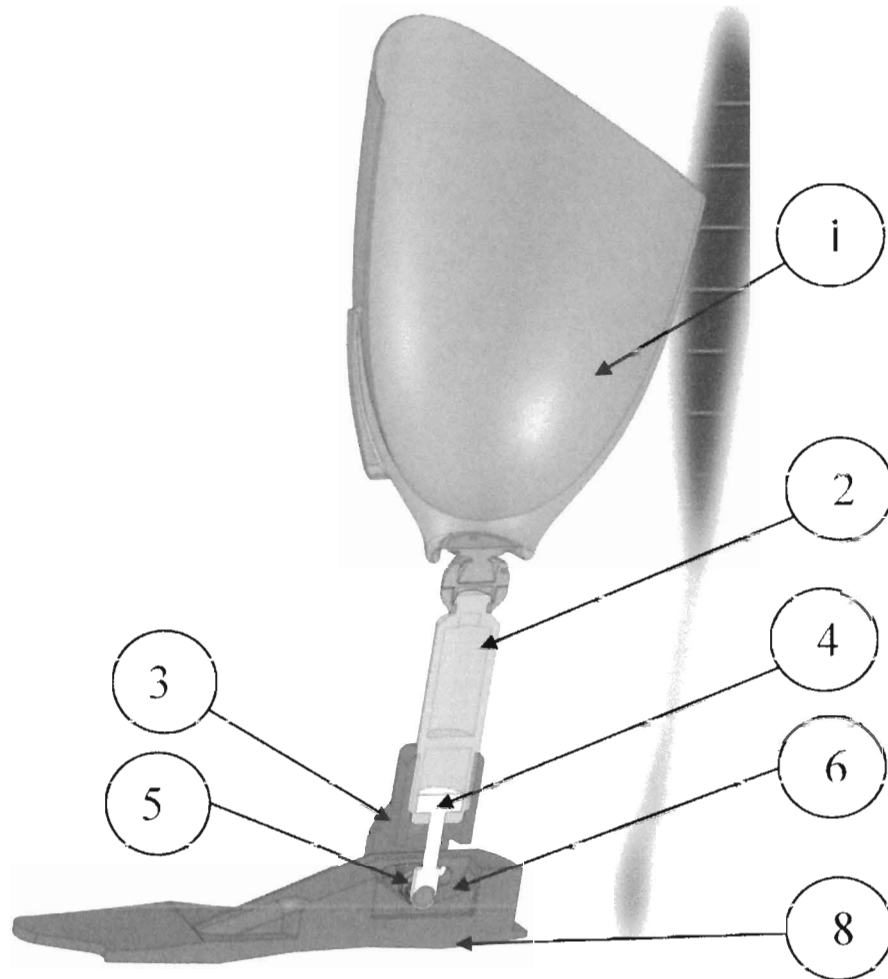


Fig.5. Modelul protezei de gambă secționată și componentele din structura sa.

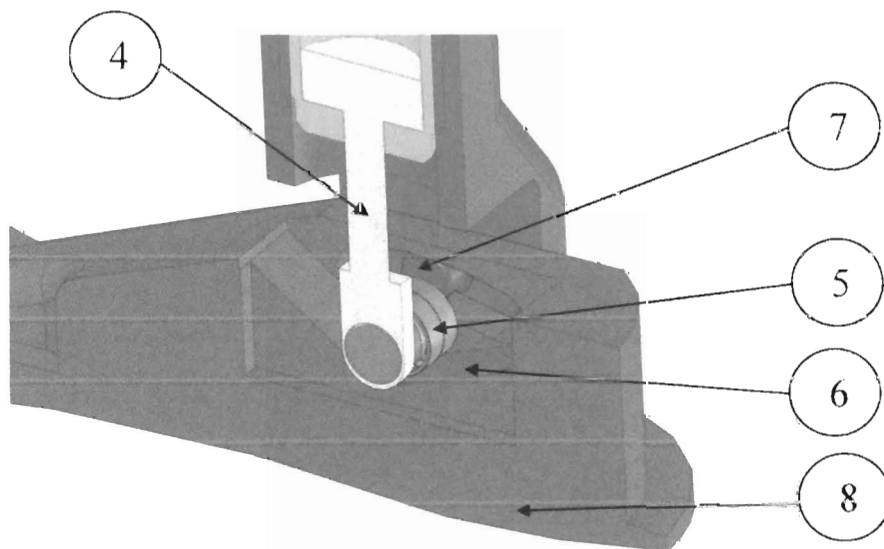


Fig.6. Detaliu asupra mecanismului cu camă și tchet cu rolă.



Fig.7. Prototipul sistemului protetic.

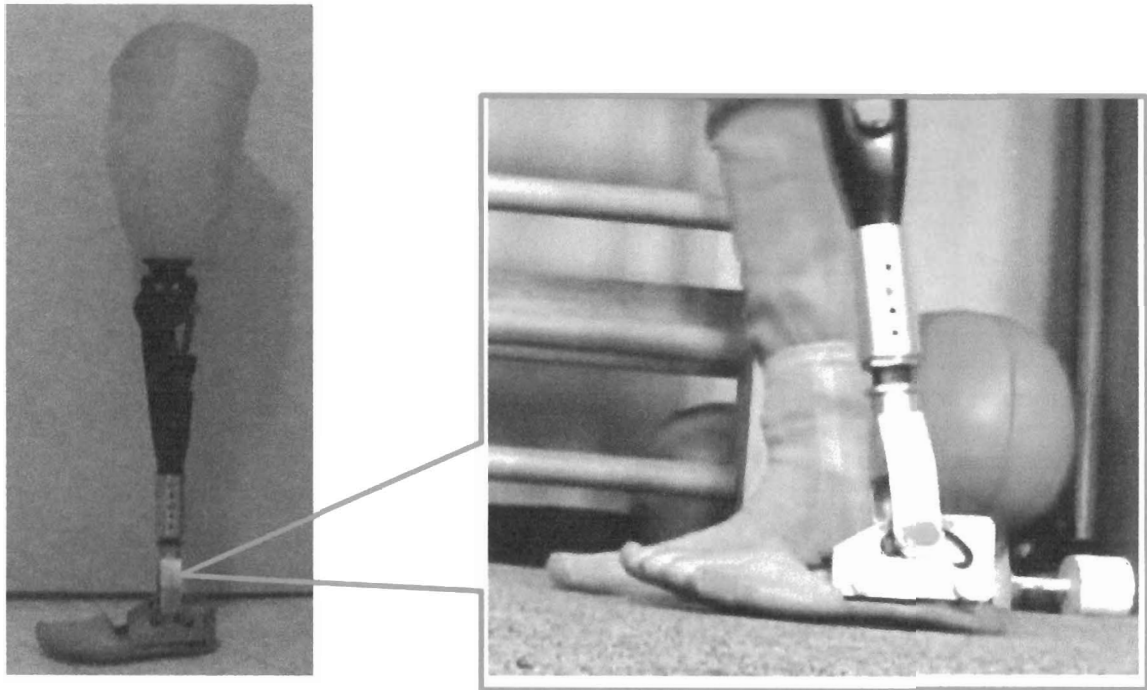


Fig.8. Prototipul mecanismului cu camă și tchet cu rolă integrat în structura unei proteze de coapsă.