



ZAVOD ZA  
INTELEKTUALNU SVOJINU  
BEOGRAD

(51) Int. Cl. A 61 F 2/62

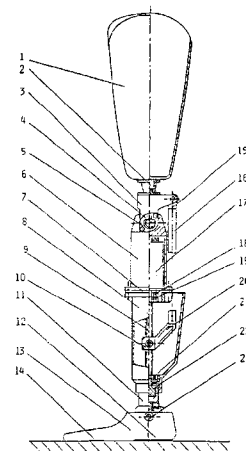
(21) Broj prijave: **P-768/93**  
(22) Datum podnošenja prijave: **13.12.1993.**  
(43) Datum objavljivanja prijave: **18.10.1996.**  
(45) Datum objavljivanja patenta: **30.09.1997.**  
(30) Međunarodno pravo prvenstva:  
(61) Dopunski patent uz osnovni  
patent broj:  
(62) Izdvojen patent iz prvobitne  
prijave broj:

(73) Nosilac patenta:  
**INSTITUT „MIHAJLO PUPIN“**  
**Centar za robotiku**  
**Volgina 15, 11000 Beograd, RS**  
(72) Pronalazač:  
**Vukobratović, M.**  
(74) Zastupnik:

(54) Naziv: **AKTIVNA PROTEZA ZA INVALIDE SA  
NATKOLENOM AMPUTACIJOM ZA HOD PO  
RAVNOM, UZ I NIZ STEPENICE**  
(57) Apstrakt:

(51) Int. Cl. A 61 F 2/62

Pronalazak se odnosi na aktivnu (motorizovanu) protezu za invalide sa jednostranom natkolenom amputacijom noge za hod po ravnom, uz i niz stepenice pomoću elektromotora (17) sa reduktorom u obliku kugličnog zavojnog vretena (9) i navrtke (10). Glavna osobina ove proteze je da omogućava korisniku ostvarenje što prirodnijeg ljudskog hoda (bez zabacivanja noge kao pri korišćenju uobičajenih pasivnih proteza i sa koraćanjem po stepenicama sa obe noge). Motor (17) je postavljen vertikalno i krutom spojnicom (19) vezan za kuglasto navojno vreteno (9) uležišteno u čauru reduktora (8). Navrtka (10) preko kretnog kraka (20), pogonske poluge (16) i nastavka (15) povlači okov (3) i on tada rotira oko cilindričnog zgloba kolena (27). Signali za rad motora dobijaju se od prekidača (12) i (14) smeštenih na veštačkom stopalu (13), dok davači pozicije (4) smešteni na okovu (3) mere promene ugla zgloba kolena za svaki tip izabranog hoda.



YU 48268 B

**Napomena:** Iz tehničkih razloga patentni spis nije štampan u propisanoj formi već je štampan opis iz patentne prijave



## AKTIVNA PROTEZA ZA INVALIDE SA NATKOLENOM AMPUTACIJOM ZA HOD PO RAVNOM, UZ I NIZ STEPENICE

### Oblast tehnike na koju se pronalazak odnosi

Pronalazak pripada oblasti rehabilitacione tehnike, odnosno spada u uređjaje koji na što prirodniji način zamenjuju nedostajuće ekstremitete čoveka (u ovom slučaju noge) i pri tom mu omogućavaju što prirodnije kretanje.

Prema MKP oznaka je: AGLF 2/62

### Tehnički problem

Pronalazak na pouzdan način zamenjuje deo noge (natkoleno amputiran) i omogućava korisniku antropomorfan hod kako po ravnom terenu, tako i uz i niz stepenice, kao i po neuredjenom terenu i terenu pod nagibom.

### Stanje tehnike

Proteze za invalide sa natkolenom amputacijom poseduju veštački zglobov kolena koji obezbeđuje rotaciju potkolenog dela veštačke noge - proteze.

Većina proteza koje se sada koriste pripadaju tzv. pasivnom tipu proteza, što znači da nema spoljašnjeg izvora energije kojim se obezbeđuje rotacija potkolenog dela. Postoji veći broj izvedenih rešenja ovakvih zglobova kolena koji rade na principu ekscentara i poluga uravnoteženih pomoću opruga koje se mogu podešavati zavisno o želji korisnika (npr. njegovoj težini). Princip rada se sastoji u sledećem. Kada korisnik iskorači, proteza je ukočena sve do trenutka kada moment usled njegove težine nadvlada ravnotežni moment od opruge. Tada

se noga "odbravljuje" i usled inercije kretanja zaostaje za telom. Korisnik se već dočekuje na zdravu nogu i vrši zamah telom i patrljkom amputirane noge, usled čega se zaostali potkoljeni deo proteze dovodi poput klatna ponovo u ispravljeni položaj i tu zbog promenjene ravnoteže ponovo "zabravljuje" čime se obezbedjuje oslonac na ispravljenju i zabravljenoj proteziranoj nozi. Ovakvo kretanje traži veliku umešnost korisnika, koji se često koriste štapom kao pomoćnim sredstvom, a uspešnost hoda zavisi i od prednaprezanja opruge pa se kod jače pritegnutih opruga troši veća sopstvena energija korisnika (on se brže zamara), a hod slabije pritegnutih, lakše se vrši odbravljivanje čime one postaju manje pouzdane, posebno ako se radi o stazama sa nagibom. Kretanje uz i niz stepenice se vrši tzv. polukorakom gde se kod penjanja prvo uspinje sa zdravom nogom pa se na isti stepenik prinosi protezirana, dok je kod silaženja postupak obrnut.

Prema saznanjima podnosioca prijave, aktivne proteze za invalide sa natkolenom amputacijom su razvijane samo na Waseda Univerzitetu u Tokiju. Prvobitno su imale samo hidraulični pogon, ali je zbog problema penjanja uz stepenice pridodat i električni servo motor. Sistem je dosta složen i radi tako da se energija čovekovog kretanja pretvara u potencijalnu energiju hidraulične tečnosti koja se posle koristi za izvršenje pokreta. Princip je sledeći: Potkoljeni deo predstavlja hidraulički cilindar koji sa oba kraja ima po jedan klip. Donji klip je vezan sa veštačkim stopalom, a gornji za natkoljeni (butni) deo pomoću poluga. Usled sopstvene težine ove poluge deluju na klipove čime se hidraulična tečnost sabija preko električnih servo ventila u hidraulički akumulator. Kada je potrebno ispravljanje noge, upravljački signal otvara ventile i sada pritisak sabijene hidraulične tečnosti deluje na klipove koji preko poluga ispravljaju veštačko stopalo odnosno natkoljeni deo.

Ovakav princip nema mogućnost punjenja hidrauličkog akumulatora kada se čovek uspinje uz stepenice, pa je ugradjen servo motor koji dodaje nedostajuću energiju.

Ovo je dosta komplikovan sistem koji zahteva kvalitetno održavanje, a tu su uvek problemi curenja hidraulične tečnosti i sl.

(Ref.: Development of Waseda Robot-The Study of Biomechanisms at Kato Laboratory (Third Edition), March 1991).

#### Izlaganje suštine pronalaska

Aktivna proteza za invalide sa natkolenom amputacijom za hod po ravnom, uz i niz stepenice predstavlja pogodno ukomponovanu celinu od izvršnog-mehaničkog dela koji omogućava kretanje, elektronskog-hardverskog dela koji prethodno programirana, a u datom momentu od korisnika izabrana kretanja, pretvara u zadate pokrete izvršnog servo motora. Nosivi set Ni-Cd akumulatorskih baterija napona 24 V obezbedjuje energiju sistemu.

Izabrani DC servo motor, preko reduktora tipa kuglastog navojnog vretena omogućava korisniku hod po ravnom, kao i penjanje uz i silaženje niz stepenice.

Prednost ovog rešenja je u tome što se pouzdano vrše svi oblici kretanja, po ravnom uz i niz stepenice, po strmim stazama i stazama sa bočnim nagibom, po neuredjenim terenima i sl. Razlog je što je rotor elektro motora u toku korišćenja uvek kontrolisan, pa je nevoljna rotacija nemoguća, a štap za pridržavanje nije potreban.

Ni-Cd akumulatorske baterije kapaciteta 4 i 2 Ah omogućavaju autonomiju kretanja po ravnom više od 3 (1.5) sata (respektivno).

#### Kratak opis nacrtu

Pronalazak je detaljno opisan prema nacrtima gde:

Sl. 1. predstavlja pogled sa otvorene strane proteze u ispravljenom položaju

Sl. 2. predstavlja pogled sa druge - zatvorene strane proteze u sedećem položaju sa naznačenim vezama prema upravljačkoj kutiji i Ni-Cd akumulatorskim baterijama.

#### Detaljan opis pronalaska

Na slikama je prikazana aktivna proteza za invalide sa natkolenom amputacijom, a koja se sastoji od tri osnovna dela: mehaničkog dela, upravljačke jedinice i energetske-napojnog bloka.

Mehanički deo se sastoji od sledećih delova: Gornja čaura ili ležište patrljka 1 služi za prihvat preostalog dela noge i predstavlja protetičarski deo koji se radi u profesionalnoj ortopedskoj ustanovi. On se završava okovom veze gornje čaure 2 koji je standardni proizvod i omogućava vezu bilo kojeg tipa proteze. Okov 2 se sastoji od dva dela od kojih se jedan postavlja na ležište 1, a drugi na okov zgloba kolena 3. Okov zgloba kolena 3 je deo na koji se montiraju elektronski delovi koji predstavljaju deo elektronike 24 za pobudu elektromotora 17, davači pozicije 4 sa odgovarajućim nosačem 5 i dva mikroprekidača 25 za dodatno sigurnosno ograničavanje krajnjih položaja. Osim toga postoji i konstruktivno-tvrdo ograničenje izvedeno međusobnim naleganjem površina okova 3 i čaure motora 6. Okov 3 i čaura 6 su međusobno spojeni cilindričnim rotacionim zglobovom 27 koji se završava podešavajućim bregovima 26 za aktiviranje mikroprekidača 25.

Kada elektromotor 17, smešten unutar čaure 6 dobije pobudu od elektronike 24 on preko krute spojnice 19 prenosi obrtni moment na kuglično zavojno vreteno 9 smešteno u čauri reduktora 8. Kruta spojnica 19 spaja izlaznu osovinu motora 17 i gornji rukavac zavojnog vretena 9 i uležištena je preko para kugličnih ležaja 18 u medjuploču 8. S druge strane kuglično zavojno vreteno je preko jednog radijalnog i jednog aksijalnog ležaja 21 preko kućišta 22 uležišteno s donje strane čaure re-

duktora 8. Kućište 22 se pomoću presovanog spoja veže za nosač stopala 11 koji je standardni element i omogućuje primenu bilo kakvog veštačkog stopala 13. Veštačkom stopalu 13 je preko cilindričnog zgloba 23 omogućena ograničena rotacija prema napred radi olakšanog penjanja uz i silaženja niz stepenice. Na stopalo su sa donje strane montirani prekidači 12 i 14 koji signaliziraju da li je korisnik oslonjen na proteziranu nogu - kontakt zatvoren ili je protezirana noga odignuta kontakt otvoren.

Kada želi da izvrši pokret korisnik odigne malo proteziranu nogu, kontakt 12 ili 14 (zavisno od tipa hoda) se otvori što predstavlja signal koji motor 17 dovodi u pogon. Kuglično zavojno vreteno 9 je preko kuglica vezano za navrtku 10, koja se u ispravljenom položaju noge nalazi u gornjem položaju.

Kada otpočne obrtanje vretena 9, navrtka 10 putuje prema dole. Navrtka 10 je preko kretnog kraka 20, pogonske poluge 16 i nastavka 15 vezana za krak okova zgloba kolena 3. Oni istovremeno sprečavaju obrtanje navrtke 10 pa je ona prisiljena da se kreće pravolinijski.

Kada se navrtka 10 kreće prema dole ona povlači krak okova 3 prema dole čime se ostvaruje savijanje oko ose kolenog zgloba 27. Za ispravljanje postupak je suprotan. Davači pozicije 4 su ili potencijometar ili optički enkoder i oni definišu radni ugao savijanja kolena za izabrani tip hoda.

Upravljačka jedinica - upravljačka kutija 29 se nosi oko pojasa i uradjena je na bazi mikroprocesora i poseduje sledeće komande i signale:

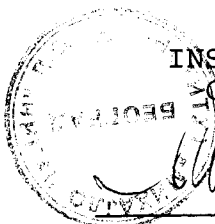
- prekidač uključeno-isključeno,
- prekidač START-STOP kretanja,
- preklopnik za biranje tipa kretanja (po ravnom, uz i niz stepenice),
- potencijometar za kontinualnu promenu brzine koračanja min-max,

- signalna LED uključenja sistema,
- signalna LED upozorenja o približenju ispražnjenosti baterija.

Energetsko-napojni blok 28 predstavlja set akumulatorskih Ni-Cd baterija za brzo punjenje - kapaciteta 4 i 2 Ah za autonomiju kretanja po ravnom više od 3 sata (1.5 sat), respektivno. Težina akumulatora od 4 Ah je oko 3.200 grama, a od 2 Ah oko 1.600 grama i korisnik ih nosi na leđjima ili preko ramena u prikladnoj torbici.

#### Način primene pronalaska

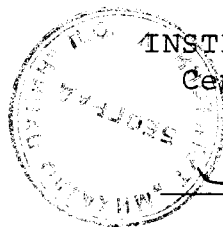
Pronalazak bi se primenjivao individualno ili u rehabilitacionoj ustanovi, a plasirao bi se prodajom ili preko odgovarajućih rehabilitacionih ustanova.

 INSTITUT "MIHAJLO PUPIN"  
Centar za robotiku  
Direktor  
*M. Andrić*

### Patentni zahtev

1. Aktivna proteza za invalide sa natkolenom amputacijom za hod po ravnom, uz i niz stepenice // služi za rehabilitaciju invalida sa jednostranom natkolenom amputacijom u smislu omogućavanja što prirodnijeg ljudskog hoda i to pomoću elektromotornog pogona sa reduktorom po ravnom, uz i niz stepenice, sa autonomijom kretanja po ravnom u trajanju preko 3 sata, naznačena time što se njen mehanički deo sastoji od pogonskog električnog servomotora (17) koji je pomoću krute spojnice (19) povezan sa reduktorom u obliku kugličnog zavojnog vretena (9) uležištenog s oba kraja kugličnim ležištima (18) i (21), a koja preko navrtke (10) koja se kreće pravolinijski preko kretnog kraka (20) te pogonske poluge (16) i nastavka (15) povlači okov zgloba kolena (3) čime se vrši savijanje kolena oko cilindričnog zgloba (27); što su njeni ostali elementi gornja čaura (1) i okov veze gornje čaure (2) preko kojih se patrljak korisnika veže za okov zgloba kolena (3) koji oko cilindričnog zgloba (27) rotira u odnosu na potkoleni deo sastavljen od čaure motora (6), medjuploče (7), čaure reduktora (8) i kućišta 22, a ono se preko nosača (11) i cilindričnog zgloba (23) veže za pokretno stopalo (13) pri čemu su električni prekidači (12) i (14) ugrađeni u stopalu (13), dok su pobudna elektronika (24), mikroprekidači (25) koji se aktiviraju preko bregova (26) i davači pozicije (4) sa odgovarajućim nosačem (5) ugrađeni na okovu kolenog zgloba (3).

Jedan nezavršen zahtev



INSTITUT "MIHAJLO PUPIN"

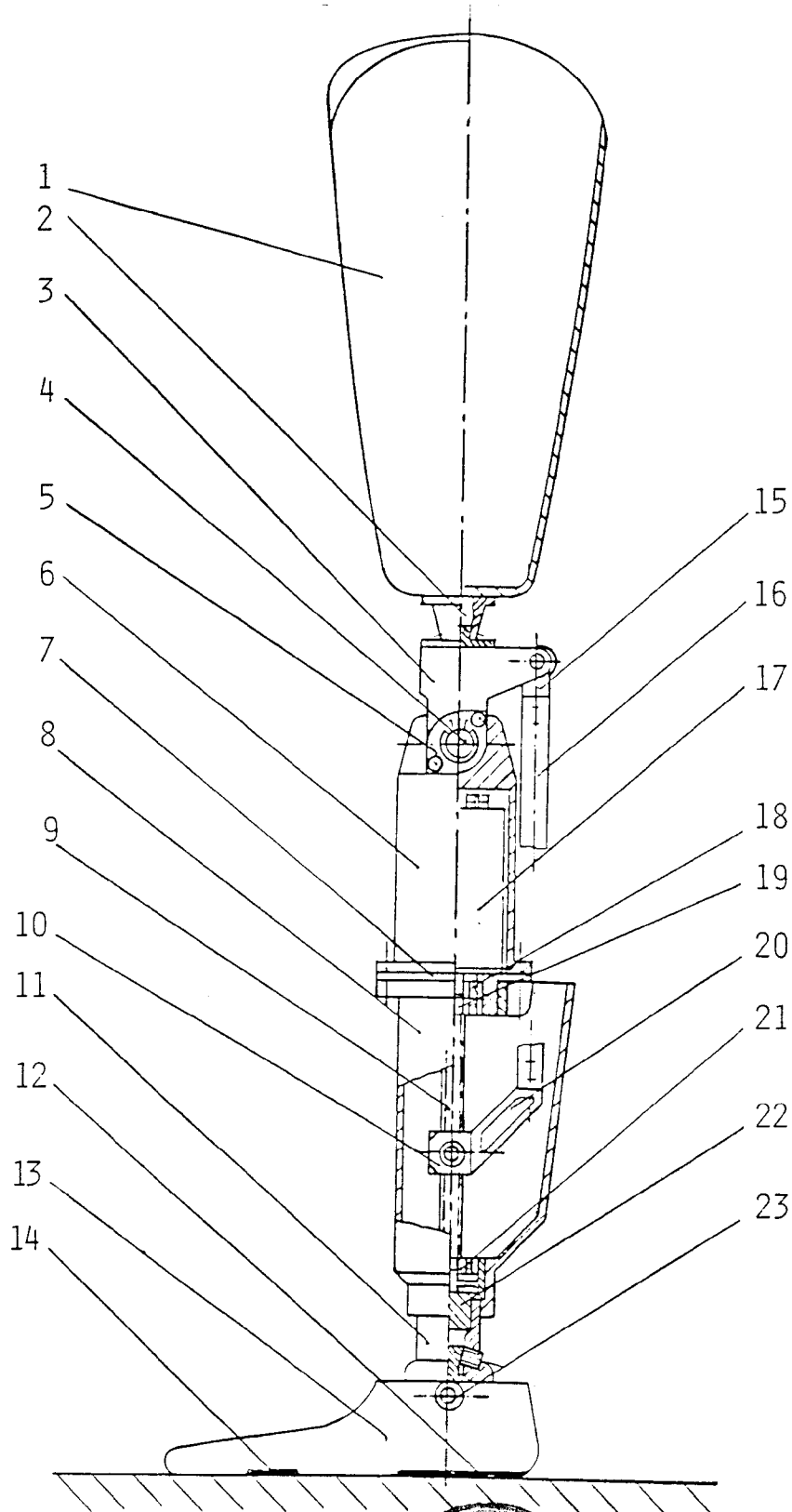
Centar za robotiku

Direktor

*M. M. Graković*



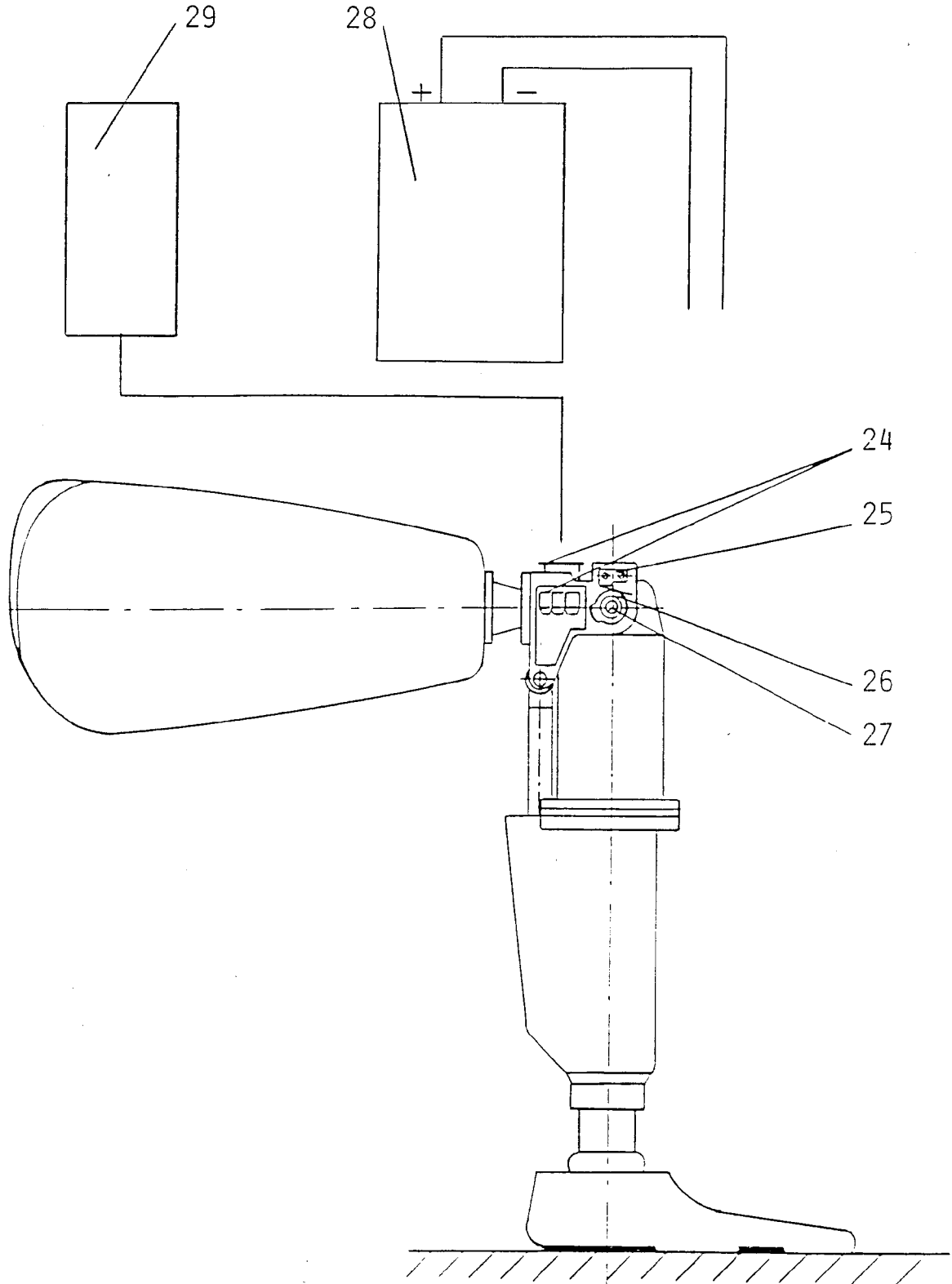
Aktivna proteza za invalide sa natkolenom amputacijom za hod  
po ravnom, uz i niz stepenice



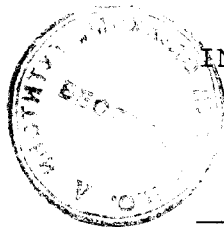
INSTITUT "MIHAJLO PUPIN"  
Centar za robotiku  
Direktor

*M. M. M. M. M.*

Aktivna proteza za invalide sa natkolenom amputacijom za hod po ravnom, uz i niz stepenice



Sl. 2.



INSTITUT "MIHAJLO PUPIN"  
Centar za robotiku  
Direktor

*M. M. M. M. M.*