

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00185**

(22) Data de depozit: **16/03/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/09/2019 BOPI nr. **9/2019**

(71) Solicitant:
• **DUMITRU NICOLAE,**
*STR.GHEORGHÎĂ GEOLGĂU NR.399,
PIELEȘTI, DJ, RO;*
• **GEONEA IONUȚ DANIEL,**
*STR.DR.C-TIN ANGELESCU NR.5, BL.V27,
AP.4, CRAIOVA, DJ, RO;*
• **DUMITRU SORIN,** *STR.HENRI COANDĂ,
NR.60, BL.P13, CRAIOVA, DJ, RO;*
• **COPILUȘI PETRE CRISTIAN,**
*STR.SERG.CONSTANTIN POPESCU
NR.19, BL.42, SC.A, AP.14, CRAIOVA, DJ,
RO;*
• **CIUREZU-GHERGHE LEONARD,**
*STR.PETRE ISPIRESCU BL.12, AP.4, SC.1,
CRAIOVA, DJ, RO*

(72) Inventatori:
• **DUMITRU NICOLAE,**
*STR.GHEORGHÎĂ GEOLGĂU NR.399,
PIELEȘTI, DJ, RO;*
• **GEONEA IONUȚ DANIEL,**
*STR. DR. CTIN. ANGELESCU, NR.5,
BL. V27, AP.4, SC.1, CRAIOVA, DJ, RO;*
• **DUMITRU SORIN,** *STR.HENRI COANDĂ,
NR.60, BL. P13, CRAIOVA, DJ, RO;*
• **COPILUȘI PETRE CRISTIAN,**
*STR.SERG.CONSTANTIN POPESCU
NR.19, BL.42, SC.A, AP.14, CRAIOVA, DJ,
RO;*
• **CIUREZU-GHERGHE LEONARD,**
*STR.PETRE ISPIRESCU BL.12, AP.4, SC.1,
CRAIOVA, DJ, RO*

(54) **EXOSCHELET PENTRU ASISTAREA LOCOMOȚIEI
ȘI REABILITAREA MEMBRELOR INFERIOARE UMANE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de tip exoschelet, destinat asistării locomoției persoanelor cu dizabilități locomotorii. Sistemul conform invenției este constituit din două mecanisme, unul pentru piciorul stâng și altul pentru piciorul drept, fiecare mecanism având în structură câte șapte elemente (1...7) cinematice mobile, de tip bară cu secțiune dreptunghiulară, articulate între ele prin cuple cinematice de rotație cu ajutorul unor bolțuri (13), primele două elemente (1) conducătoare ale mecanismelor pentru piciorul drept și, respectiv, stâng sunt acționate de un motor (9) electric care transmite mișcarea prin intermediul transmisiei printr-o curea (12) dințată la un ax (11) care este montat pe un cadru (10) superior prin niște cuple de rotație.

Revendicări: 4

Figuri: 5

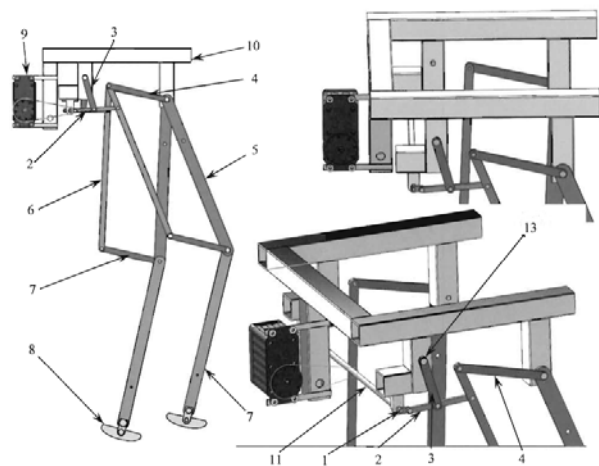
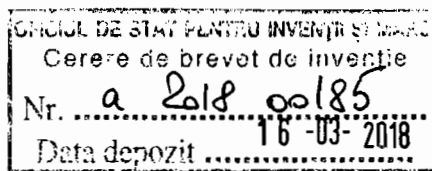


Fig. 2

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).





EXOSCHELET PENTRU ASISTAREA LOCOMOȚIEI ȘI REABILITAREA MEMBRELOR INFERIOARE UMANE

Obiectul invenției îl constituie un sistem de tip exoschelet, care este destinat asistării locomoției persoanelor cu dizabilități locomotorii. Un exoschelet este definit ca un sistem mecanic motor, care este purtat de un subiect uman și execută mișcări în conformitate cu cele ale omului.

Domeniul invenției se referă la un sistem robotic pentru a îmbunătăți deplasarea.

În domeniul recuperărilor medicale, este necesară recuperarea locomotorie a pacienților, care au avut accidente vasculare cerebrale sau ale coloanei vertebrale, pentru a putea să practice din nou activități de mers.

Problematica stadiului la zi a sistemelor de tip exoschelet pentru membrele inferioare este prezentată de autorii Dollar, Aaron M., și Hugh Herr, în lucrarea "Lower extremity exoskeletons and active orthoses: challenges and state-of-the-art", publicată în IEEE Transactions on robotics 24.1 (2008): 144-158. Este prezentat aspectul dezvoltării sistemelor exoschelet din ultimii 60 de ani, din perspectiva de știință și ficțiune la început, până la produsele comercializate curent.

Primele cercetări în acest domeniu, al sistemelor de tip exoschelet motor, datează din anul 1960, și inițiativa revine la două grupuri separate de cercetători, unul din SUA și altul din fosta Iugoslavie. Primul grup avea drept obiectiv dezvoltarea unei tehnologii pentru a îmbunătăți abilitățile corpului uman purtător, adesea în scop militar, în timp ce al doilea grup încerca să dezvolte o tehnologie de asistare a persoanelor cu dizabilități.

O altă cercetare prezintă sisteme de rehabilitare robotice pentru membrele inferioare [I. Díaz, J.J. Gil, E. Sánchez, Lower-limb robotic rehabilitation: literature review and challenges, publicată în Journal Robot, (2011)]. Scopul exercițiilor de rehabilitare este de a realiza mișcări specifice care produc plasticitate motorie pacienților și de aceea îmbunătățesc recuperarea locomotorie și minimizează deficiențele funcționale. Sistemele robotice de rehabilitare pentru membrele inferioare sunt grupate în 5 categorii: **1)** sisteme de antrenare și mers pe bandă rulantă; **2)** sisteme pe bază de placă mobilă sub picior; **3)** sisteme mobile pentru asistarea pășirii; **4)** sisteme de rehabilitare staționare; **5)** sisteme de rehabilitare a gleznei. Din prima categorie există pe piață 3 sisteme: Lokomat, LokoHelp și ReoAmbulator. Din categoria sistemelor robotice care urmăresc mișcarea pacienților pe sol sunt comercializate sistemele: KineAssist, WalkTrainer, Rewalk. Acestea permit pacienților să se miște sub propriul control, în loc să execute mișcări cu traiectorii predeterminate.

În acest sens au fost dezvoltate sisteme de reabilitare, care sunt obiectul a numeroase brevete de invenție. Spre exemplu, în US Patent nr. US6666831 B1, din 23 decembrie 2003 se prezintă o metodă și un sistem pentru antrenamentul susținerii greutății corporale în timpul locomoției pe o bandă rulantă. Sistemul utilizează un dispozitiv de tip stepper programabil, care acționează ca un sistem de tip exoskeleton motor de la o bază fixă, [Edgerton, V. Reggie, et al. "Method, apparatus and system for automation of body weight support training (BWST) of biped locomotion over a treadmill using a programmable stepper device (PSD) operating like an exoskeleton drive system from a fixed base" U.S. Patent No. 6666831. 23 Dec. 2003].

Din categoria sistemelor active de reabilitare, un interes deosebit îl prezintă sistemele de tipul exoschelet.

În cadrul prezentei cereri de brevet de invenție, este proiectat un sistem de asistare a locomoției persoanelor cu disabilități locomotorii. Sistemul propus pentru asistarea locomoției umane este compus din două mecanisme pentru picioare, care se atașează cu ajutorul unor curele de membrele subiectului uman. În componența sistemului intră un cadru (10) atașat de bazinul pacientului. Pe cadrul superior este atașat motorul de acționare (9), este lăgăruit și axul motor (11) pe care sunt fixate elementele conducătoare ale mecanismelor pentru picioare. Mecanismele pentru picioare au în structură 7 elemente cinematice conectate prin 10 cuple cinematice de rotație, conform schemei cinematice din fig. 1.

Sistemul propus pentru asistarea locomoției umane se deosebește de soluțiile existente prin aceea că utilizează un motor pentru a transmite mișcarea la elementele motoare ale celor două mecanisme. În schimb, marea majoritate a soluțiilor existente utilizează lanțuri cinematice deschise, cu motoare amplasate în cuple (pentru șold, genunchi și gleznă). Acest tip de soluții necesită utilizarea unor sisteme de comandă și control, pentru a realiza legile de mișcare ale membrilor inferioare.

Sistemul de tip exoschelet propus pentru asistarea locomoției umane, conform invenției, este compus din două mecanisme pentru picioare, care au structură de tip lanț cinematic închis, un cadru superior care se atașează de bazinul pacientului. Pe cadrul superior se montează motorul și transmisia prin curea dințată care transmite mișcarea unui arbore lăgăruit pe cadrul superior, prin cupla A (vezi fig. 1). Tot pe cadrul superior sunt conectate, conform schemei cinematice a mecanismului din fig. 1, cuplele cinematice H și C, de rotație între cadrul superior și elementele (4) și (3).

Se prezintă în cele ce urmează descrierea invenției, pe baza figurilor 1, 2, 3, 4 și 5 care reprezintă:

-figura 1, „Schema cinematică a mecanismului pentru picior. Traectoria descrisă de talpa piciorului”;

- figura 2, „Prototipul exoscheletului și elementele componente”.
- figura 3, „Vedere de ansamblu a sistemului de asistare a locomoției”;
- figura 4, „Vedere de detaliu a cadrului superior, cu motorul de acționare”;
- figura 5, „Dimensiuni de gabarit ale ansamblului exoschelet”.

Originalitatea soluției, conform invenției, constă în proiectarea unui mecanism pășitor, care poate fi utilizat pentru asistarea mișcării persoanelor cu dizabilități locomotorii. Mecanismul proiectat are o structură antropomorfică asemănătoare piciorului uman, reproducând segmentele piciorului. Elementul (5) are rolul structural al femurului, iar elementul (7), prin segmentul (IM) are rolul tibiei. Deasemenea, traiectoria descrisă de talpă este ovoidă, precum cea realizată de talpă la mersul uman, iar unghiurile de variație din cuplele H și I, corespunzătoare articulației șoldului și genunchiului înregistrează variații asemănătoare subiecților umani. Parametrii mersului uman prezintă variabilitate de la un individ la altul, sau chiar de la un pas la altul al aceluiași subiect. La proiectarea mecanismului, s-a luat în considerare ciclul mediu pentru legile de variație la mersul normal al subiecților sănătoși.

Schema cinematică a mecanismului pentru picioarele exoscheletului de asistare, este prezentată în fig. 1. Sunt utilizate notațiile cu cifre de la 1 la 7 pentru elementele mecanismului, și cu litere pentru cuplele cinematice. Elementul conducător al mecanismului este notat cu 1. Cupla M, corespunzătoare articulației gleznei este fixă între femur și talpă sau în situația în care o realizăm de rotație, este prevăzută cu un arc de torsiune. Elementul (5) reprezintă femurul, elementul (7) tibia, cupla H reprezintă articulația șoldului, iar cupla I articulația genunchiului.

Exoscheletul se compune din două mecanisme pentru piciorul drept, respectiv stâng. Mecanismele picioarelor sunt compuse din 7 elemente conectate prin 10 cuple cinematice de rotație. Pentru acționarea celor două mecanisme este utilizat motorul electric cu reductor (9), care este montat pe cadrul superior (10). Prin intermediul unei transmisii cu roți de lanț mișcarea este transmisă la axul (11), care este montat pe cadrul superior (10) prin intermediul unor lagăre cu rulmenți radiali-axiali cu bile. Elementele conducătoare (1) ale celor două mecanisme pentru picioare sunt conectate pe axul (11), fiind orientate la 180 de grade. Pe cadrul superior sunt conectate prin cuplele de rotație (cu bolțuri) C și H elementele (3) și (5). Elementul (7) este format din două segmente (GI) și (IM) montate (sudate) cu un unghi de 90 de grade. Exoscheletul are o structură asemănătoare piciorului uman: cupla (H) reprezintă articulația șoldului, cupla (I) reprezintă articulația genunchiului iar segmentele (HI) și (IM) reprezintă femurul și tibia.

Revendicările invenției

Exoschelet pentru asistarea locomoției și reabilitarea membrilor inferioare umane

Revendicări

1. Exoschelet destinat asistării mișcării membrilor inferioare umane, **caracterizat prin aceea că** este constituit din două mecanisme, unul pentru piciorul stâng și altul pentru piciorul drept, fiecare mecanism având în structură câte 7 elemente cinematice mobile (1, 2, 3,...7) de tip bară cu secțiune dreptunghiulară, articulate între ele prin cuple cinematice de rotație realizate prin bolțurile (13), iar cele două elemente motoare (1) ale mecanismelor pentru piciorul drept și, respectiv, stâng sunt acționate de motorul electric (9) care transmite mișcarea prin intermediul transmisiei prin curea dințată (12) la axul (11) care este montat pe cadrul superior (10) prin cuplele de rotație (A).

2. Exoschelet destinat asistării locomoției umane, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** lungimile elementelor (5 și 7) sunt ajustabile în funcție de dimensiunile antropomorfe ale subiectului uman.

3. Exoschelet destinat asistării locomoției umane, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** utilizează un motor de acționare (9) și o transmisie prin curea dințată și transmite mișcarea de rotație la elementele motoare (1) ale celor două mecanisme pentru picioare, cu ajutorul axului (11), acest lucru este posibil deoarece elementele (1) sunt asamblate decalat la 180 de grade pe axul (11).

4. Exoschelet, conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** în timpul mișcării realizează o traiectorie ovoidă a punctului M, precum și amplitudini unghiulare antropomorfe potrivite pentru asistarea mișcării în cuplele I și H (corespunzătoare genunchiului și șoldului).

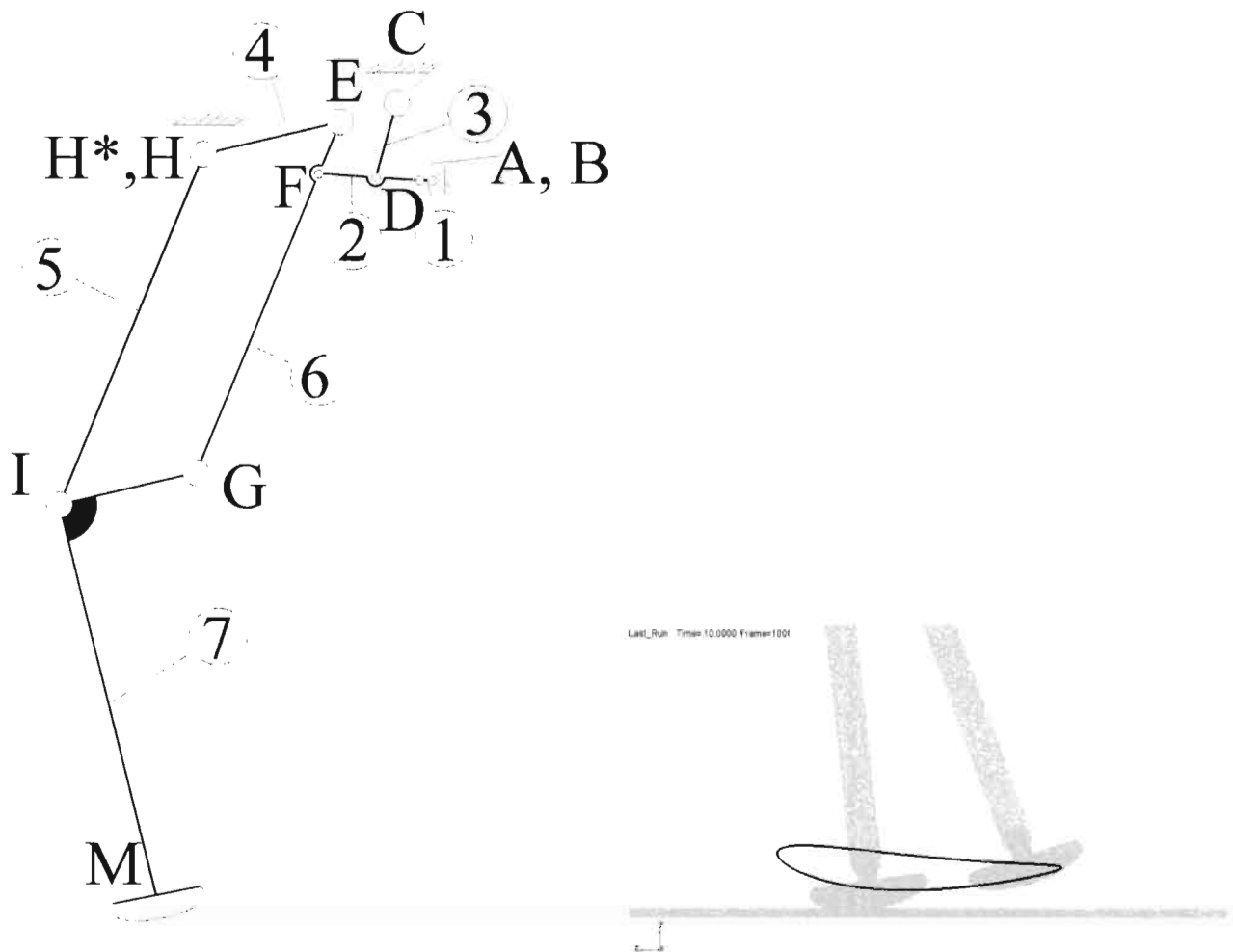
Figurile invenției:**Exoschelet pentru asistarea locomoției și reabilitarea membrilor inferioare umane**

Fig.1. Schema cinematică a mecanismului pentru picior. Traiectoria descrisă de talpă.

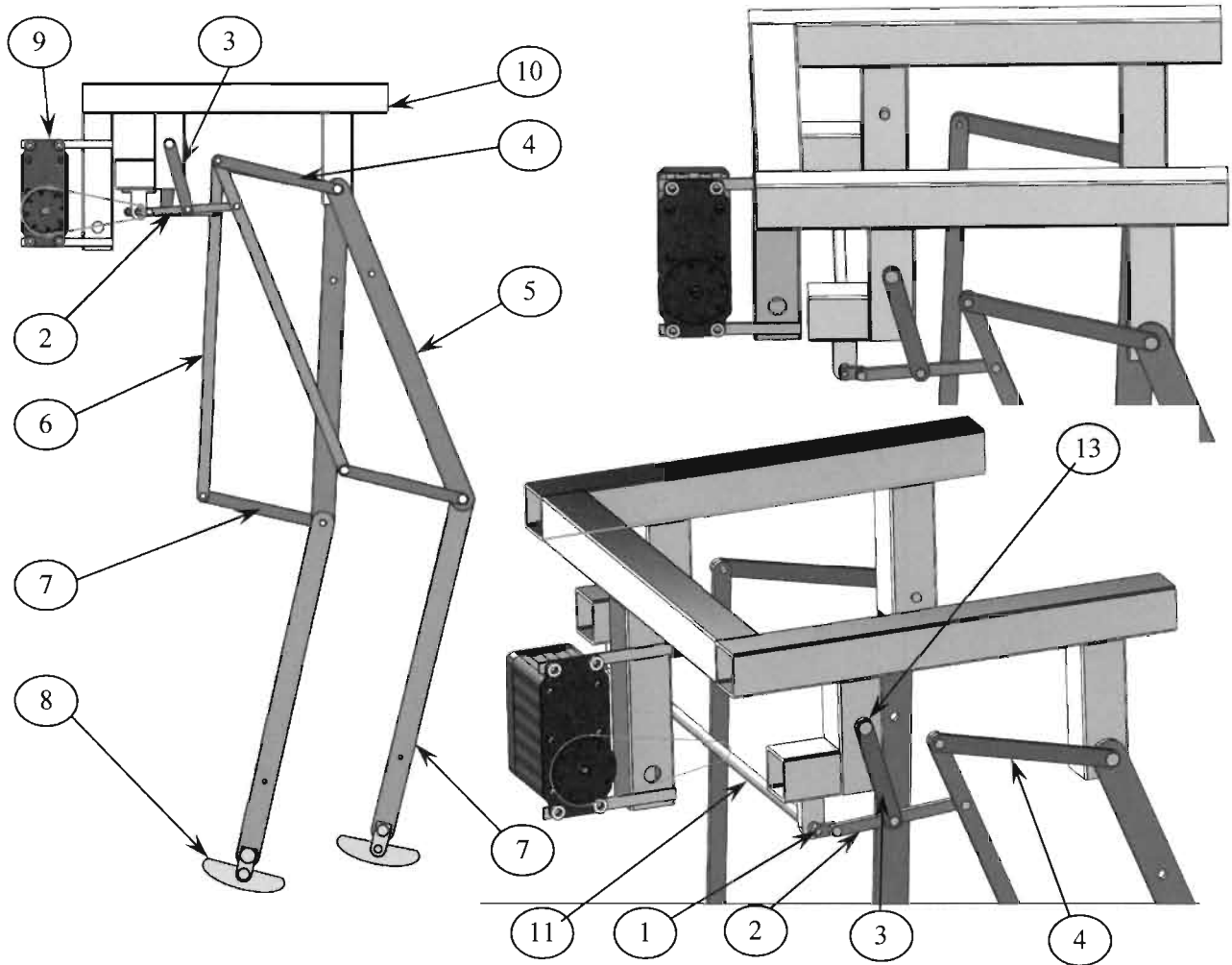


Fig.2. Prototipul exoscheletului și elementele componente.

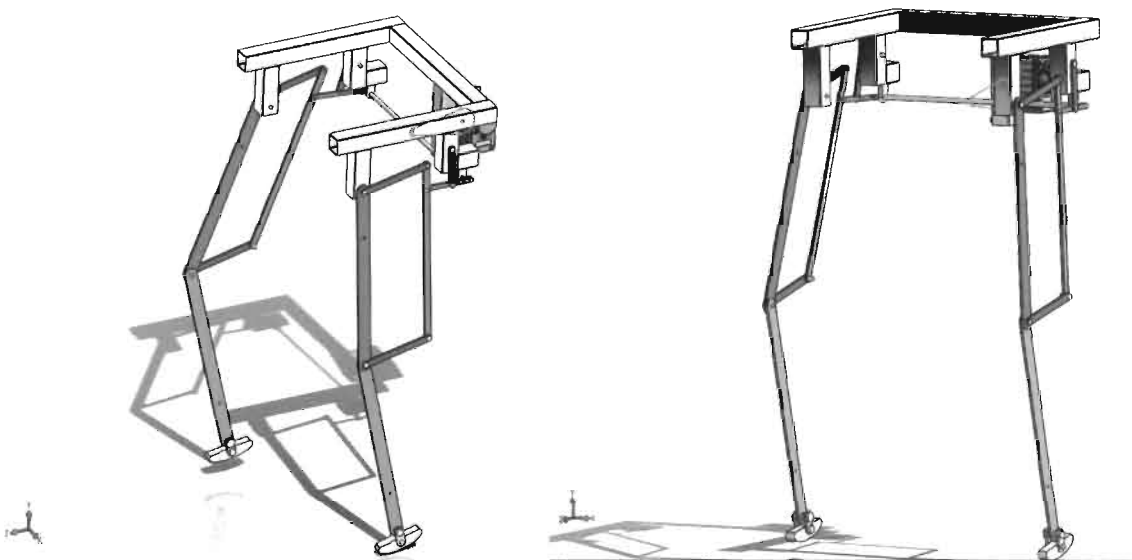


Fig. 3. Vedere de ansamblu a sistemului de asistare a locomoției.

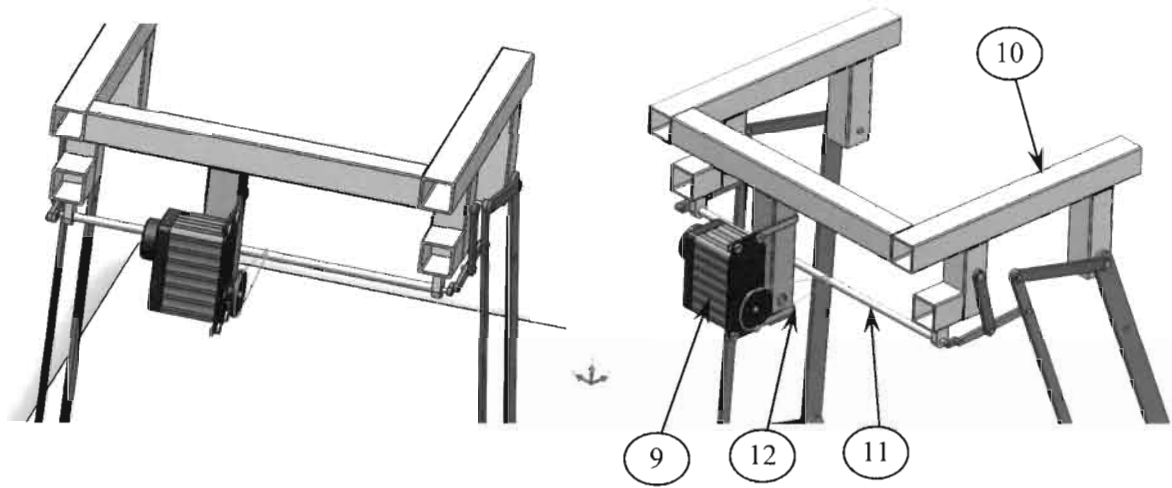


Fig.4.Vedere de detaliu a cadrului superior, cu motorul de acționare.

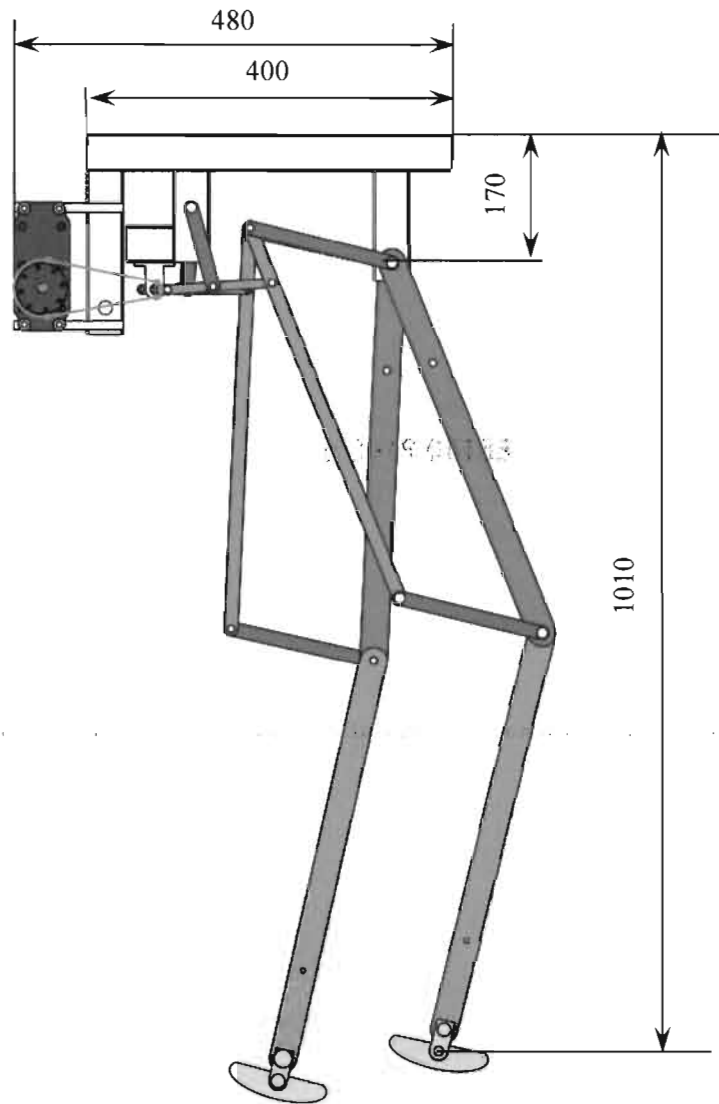


Fig.5. Dimensiuni de gabarit ale ansamblului exoschelet, în [mm].