

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00325

(22) Data de depozit: 31/05/2019

(41) Data publicării cererii:
30/10/2019 BOPI nr. 10/2019

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" DIN
SIBIU, BD.VICTORIEI NR.10, SIBIU, SB, RO

(72) Inventatori:
• COSTACHE VICTOR SEBASTIAN,
STR.CISNĂDIEI, NR.248, CISNĂDIOARA,
SB, RO;
• CHITIC ANCA MARIA,
STR. MESTEACĂNULUI, NR.6, SINCRAIU
DE MUREȘ, MS, RO;
• KAK KHÉE YEUNG, BLD.VICTORIEI,
NR.31, SIBIU, SB, RO;
• STAIKU CRINA CRISTINA, STR.ALECO
RUSSO, NR.42, SIBIU, SB, RO;
• MELNIC TATIANA, SPLAIUL
INDEPENDENȚEI, NR.313 D, SC.1, ET.6,
AP.62, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• COJAN ADELA, STR.PICTOR BRANA,
NR.23, ȘELIMBĂR, SIBIU, SB, RO;

• SANDU ANCA MARIA, STR.LUPENI,
NR.52, SC.B, ET.3, AP.23, SIBIU, SB, RO;
• SANDU MIHAI ALEXANDRU, STR. CRINT,
NR.3, SC.A, ET.1, AP.3, SIBIU, SB, RO;
• BUCURENCIU CRISTIAN,
STR.LEMNELOAR, NR.38, SIBIU, SB, RO;
• CÂNDEA GABRIELA SIMONA,
STR. NARCISELOR, NR.13, SIBIU, SB, RO;
• ȘANTA ADRIAN, STR.RUSSO ALECO,
NR.43, SIBIU, SB, RO;
• SLAVU SIMON ALEXANDRU,
STR.ȘTRANDULUI, NR.10, SC.D, ET.2,
AP.48, SIBIU, SB, RO;
• POPA RADU FLORIN, STR.PĂCURARI,
NR.22, SC.D, ET.2, AP.9, IAȘI, IS, RO;
• MEEKEL JORN PATRICK, BULEVARDUL
VICTORIEI, NR.31, SIBIU, SB, RO;
• COSTACHE ANDREEA IOANA,
STR.CISNĂDIEI, NR.248, CISNĂDIOARA,
SIBIU, SB, RO;
• SILVAȘ CĂTĂLIN IUSTIN IOAN,
STR.COJUSNA, BL.3, SC.A, ET.3, AP.10,
BICAZ, NT, RO

(54) **SIMULATOR ENDOVASCULAR DEDICAT ANALIZEI
FLUXULUI SANGUIN INTRALUMINAL ȘI A PRESIUNII
EXERCITATE DE ACESTA ASUPRA PĂRETELUI VASCULAR
AORTIC, CU AJUTORUL SISTEMULUI PARTICLE IMAGE
VELOCIMETRY (PIV) LA PACIENȚII CU PATOLOGII
AORTICE COMPLEXE (DISECȚIE D E AORTĂ ȘI ANEURISM
DE AORTĂ)**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un simulator endovascular pentru analiza fluxului sanguin intraluminal și a presiunii exercitate de acesta asupra peretelui vascular aortic. Simulatorul conform invenției cuprinde o pompă peristaltică (4) alimentată cu lichid de un sistem de reglare a temperaturii (8), lichidul fiind pompat în întregul simulator prin niște furtunuri flexibile (9), un rezervor (6) construit dintr-un material cu indice de refracție redus, și folosit pentru depozitarea unui model tridimensional al aortei (1), o cameră foto (7) care măsoară viteza particulelor fotoluminescente din lichidul circulat prin simulator, o stație de lucru (11) încorporând un program de colectare și prelucrare a datelor obținute prin utilizarea simulatorului, simulatorul incluzând, de, o unitate de sincronizare (12) care sincronizează camera foto (7), stația de lucru (11) și o unitate laser (2) care secționează un element de interes al simulatorului.

Revendicări: 9
Figuri: 2

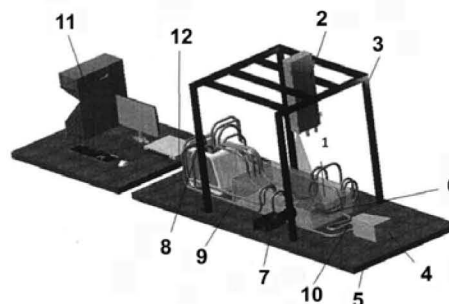
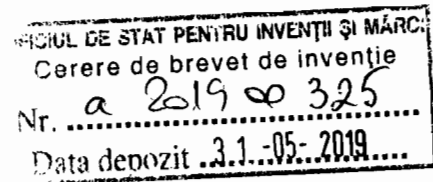


Fig. 1

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).



7



39

1. DESCRIEREA INVENȚIEI

a) Titlul invenției

Simulator endovascular dedicat analizei fluxului sanguin intraluminal și a presiunii exercitate de acesta asupra peretelui vascular aortic, cu ajutorul sistemului Particle Image Velocimetry (PIV) la pacienții cu patologii aortice complexe (disecție de aortă și anevrism de aortă).

b) Domeniul de aplicare a invenției

Invenția se referă la crearea unui simulator endovascular care, datorită evaluărilor preoperatorii efectuate și a rezultatelor furnizate, va putea fi utilizat în educația și antrenamentul rezidenților cu profil chirurgical, a medicilor specialiști în cardiologia intervențională, chirurgia cardiovasculară și a cercetătorilor. Invenția contribuie la planificarea și pregătirea intervențiilor endovasculare de tip minim-invaziv, pentru tratamentul endovascular al patologiilor aortice complexe (disecția de aortă și anevrismul de aortă) cu implant de stent.

c) Stadiul actual al tehnicii mondiale

În Europa prevalența anevrismului aortic abdominal a fost în anul 1990 de 225.33 per 100 de mii de locuitori, cu o mică scădere la 219 per 100 de mii în 2005, și 210.46 per 100 mii în 2010. În ciuda faptului că în ultimii 20 de ani incidența de anevrism aortic abdominal a înregistrat o mică scădere în unele regiuni ale Europei, datorită progreselor constante în diagnostic și tratament, mortalitatea datorată anevrismelor rupte rămâne una dintre cele mai ridicate din lume. Cele mai multe cazuri de anevrism de aortă abdominală rupt sunt fatale, aproximativ 50% dintre persoanele care ajung la spital cu diagnosticul de anevrism rupt nu supraviețuiesc iar aproximativ 70% dintre pacienți nici nu ajung la spital.

Disecția de aortă este considerată o urgență majoră, iar prevalența ei în România tinde să urmeze modelul european, cu o rată mare de mortalitate în spital. Ultimii 20 de ani n-au adus modificări suplimentare la datele epidemiologice. Studiul IRAD (464 de pacienți) a

raportat o mortalitate de 27% pentru tipul A de disecție și 29% pentru tipul B după operație, iar 53% și 9% după tratamentul medical (1,2) aplicat.

Documentația actuală pentru tratamentul patologiilor aortice complexe este depășită. Instrumentele clinice contemporane nu oferă suficiente date care să poată duce la cea mai bună decizie posibilă pentru pacient. Calculatoarele, care procesează algoritmi sofisticati și cantități mari de date, au devenit o necesitate în evaluarea datelor complexe ale pacientului. Companiile promotoare de tehnologii medicale și-au diversificat în ultimii ani foarte mult aria de dispozitive pentru tratarea patologiilor aortice complexe, ceea ce ne dă posibilitatea de a opta pentru mai multe variante de tratament disponibile la ora actuală. Acest lucru crește și mai mult necesitatea unui diagnostic mai detaliat al patologiilor, care să poată ghida medicul spre selectarea adecvată a aparatajului și a tratamentului potrivit fiecărui pacient în parte. Opțiunile de tratament au evoluat de la proceduri invazive la proceduri minim invazive. Aceste opțiuni de tratament modern au adus cu ele o nouă serie de parametri, care ghidează medicul în timpul luării deciziilor. De asemenea, acestea au schimbat modul în care pacientul reacționează la tratament, în comparație cu modul în care reacționau pacienții la tratamentul tradițional. Prin crearea acestui simulator endovascular ne-am propus să oferim instrumente noi de cercetare și inovare pentru a reduce rata mortalității în patologiile aortice complexe, prin îmbunătățirea soluțiilor de tratament oferite în spitale și a tratamentelor medicale post-intervenție.

Simulatorul endovascular este format din:

- pompa care asigură circulația lichidului prin întreaga instalație din care este alcătuit simulatorul endovascular;
- mostră de aortă printată cu ajutorul tehnologiei 3D, care denotă una din patologiile aortice complexe studiate (disecția de aortă sau anevrismul de aortă), și care este cuplată la pompă prin intermediul mai multor furtunuri, instalație construită să simuleze sistemul circulator în varianta anatomică.
- termostat, sistem de reglare a temperaturii (dispozitivul funcționează la temperatura de 23°C cu proprietatea de încălzire a lichidului la temperatura de 36°C, simulând temperatura sângelui din corpul uman);
- camera foto și laserul, utilizate pentru captarea și transmiterea detaliilor despre mișcarea particulelor fotoluminescente din interiorul aortei către stația de lucru și unitatea de sincronizare care asigură calibrarea și funcționarea concomitentă a camerei foto și a unității laser;

- stație de lucru alcătuită din (calculator, monitor, tastatură), utilizată pentru vizualizarea procedurii, vizualizarea rezultatelor cât și pentru conexiunea cu sincronizatorul;
- sistemul de răcire al laserului utilizat pentru răcirea întregii instalații.

d) Scopul invenției

Simulatorul endovascular este dedicat evaluării preoperatorii a pacienților diagnosticați cu patologii aortice complexe (disecție de aortă și aneurisme de aortă) și găsirea unei soluții personalizate de tratament, astfel sperăm să putem crește eficacitatea tratamentului în patologii aortice complexe, având ca scop o scădere a numărului de decese la 30 de zile postoperator și un răspuns mai bun al tratamentului endovascular minim-invaziv.

Un alt obiectiv al invenției este de a oferi posibilitatea, prin simulare, de a planifica și pregăti din timp o intervenție endovasculară de tip minim invaziv, posibilitate acordată rezidenților cu profil chirurgical, medicilor specialiști în cardiologia intervențională, chirurgia cardiovasculară și cercetătorilor. Aceștia vor avea acces la un simulator endovascular, care analizează dinamica fluidelor prin intermediul sistemului PIV și a presiunii exercitate de lichid asupra peretelui vascular aortic în cadrul patologiilor aortice complexe.

Simulatorul endovascular inventat este caracterizat de următoarele elemente originale:

- redă posibilitatea de a simula și pregăti din timp o eventuală intervenție endovasculară personalizată, minim invazivă la pacientul cu patologie aortică complexă (disecție de aortă sau aneurism de aortă);
- aprecierea și analiza dinamicii fluidelor prin sistemul PIV (Particle Image Velocimetry) în patologiile aortice complexe.

e) Prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției

De-a lungul anilor, simulatoarele medicale au evoluat treptat de la îmbunătățirea abilităților tehnice și clinice la dezvoltarea abilităților non tehnice cum ar fi, atenția distributivă, comunicarea eficientă între membrii aceleiași echipe și între membrii cu specialități diferite, precum și asumarea rapidă a deciziilor medicale. Într-un scenariu de simulare, cadrele medicale implicate acționează într-un mediu realist, folosind un simulator de înaltă performanță dotat cu echipament clinic real. Simulatorul endovascular acționează ca în viața reală, cu un principal avantaj că nu pune în pericol viața nici unui pacient. În acest

fel, cu feedback-ul corespunzător și imediat, utilizatorii pot să reflecte asupra consecințelor acțiunilor lor, individual sau în cadrul unei echipe de cercetare, și pot să repete manevrele sau scenariul până când se simt pe deplin încrezători în abilitățile, deciziile și comportamentul lor. Avantajele clinice ale simulatorului endovascular în sine este de a crea și oferi noi oportunități pentru învățare și antrenament la diferite niveluri de practică medicală, reprezentat de creșterea siguranței pacientului și a siguranței actului medical în sine. Simularea medicală este un instrument eficient în dobândirea cunoștințelor și abilităților medicale și îndeplinește următoarele criterii:

- punerea la dispoziție a cadrelor medicale a unui echipament de simulare de înaltă fidelitate, corespunzător nivelului de competență al participantului;
- setarea unor obiective de învățare clare, relevante și realizabile prin îmbunătățirea și folosirea celor mai eficiente metode de training, a celor mai performante echipamente și tehnologii, astfel încât pacienții să beneficieze de îngrijire medicală de vârf în condiții de siguranță maximă.
- exersare asumată și susținută prin folosirea tehnicilor și echipamentelor de simulare medicală în scopul asigurării învățării individualizate, atât la nivel cognitiv cât și procedural.
- oferirea unui mediu sigur, controlat și centrat pe fiecare participant prin asigurarea educației și trainingului practic bazat pe simulare medicală și chirurgicală, precum și creșterea nivelului de dezvoltare profesională a cadrelor medicale.
- oferirea unui feedback profesionist imediat prin creșterea nivelului de educație medicală prin simulare, dezvoltând metode inovative de predare și participând la studii și cercetări în domeniu.
- oferirea oportunității de a învăța reflexiv prin promovarea învățării interdisciplinare și a lucrului în echipă, îmbunătățirea capacităților de comunicare și creșterea profesionalismului.

f) Prezentarea soluției tehnice a invenției, cu evidențierea elementelor de creație științifică sau tehnică originale care rezolvă problema tehnică menționată

Invenția este un sistem modular, care urmărește modelul anatomic al aortei, și poate fi utilizat în pregătirea, educația și antrenamentul rezidenților cu profil chirurgical, medicilor specialiști în

cardiologia intervențională, chirurgia cardiovasculară și cercetătorilor în practicarea intervențiilor endovasculare, și mai exact în pregătirea și luarea unei decizii personalizate pentru fiecare pacient diagnosticat cu patologii aortice complexe.

Invenția simulează trecerea fluxului sanguin prin aortă (model personalizat pentru fiecare pacient, tipărit utilizând tehnologia 3D), urmând ca unitatea laser, camera foto, sincronizatorul, să măsoare viteza acestuia prin modelul printat, dar și complexitatea turbulențelor, poziționarea acestora și presiunea exercitată de acestea pe pereții aortei cu ajutorul unui software de specialitate.

Prin introducerea dispozitivului endovascular se urmărește poziționarea acestuia în punctul cel mai de impact și de lungime eficientă, urmărindu-se laminarea fluxului sanguin, reducerea turbulențelor, reducerea presiunii sângelui asupra aortei, și astfel lumenul fals se va micșora, lumenul adevărat își va reveni la forma anatomică, permițând în același timp, fluxului sanguin să păstreze permeabile toate colateralele aortei.

Componentele electronice ale simulatorului endovascular sunt alimentate de o sursă de curent alternativ (220V). Temperatura de funcționare este cea ambientală 23°C, pentru componentele ce alcătuiesc simulatorul endovascular, excepție făcând lichidul circulant care are o temperatură de 36°C.

Înainte de introducerea aortei (model tridimensional personalizat) în rezervor, se conectează conexiunile hidraulice și tubulatura (intrarea în aortă - zona inimii, ieșirile din aortă – arterele derivate din crosa aortică, arterele renale, trunchiul celiac, arterele iliace).

La intrarea în aortă se conectează un capăt al tubului, iar celălalt capăt este introdus în sistemul de control al temperaturii. După această operație, se montează tubul la sistemul de ocluzie al pompei peristaltice. Tuburile de la ieșirile din aortă sunt introduse direct în sistemul de control al temperaturii, astfel bucla de circuit a lichidului este închisă (lichidul din sistemul de control al temperaturii este antrenat de pompa peristaltică, la intrarea în aortă, iar ieșirile ducând lichidul înapoi în recipient).

Aorta cu toate conexiunile și tuburile asamblate este așezată în rezervor. Rezervorul se umple cu lichid până se depășește nivelul aortei pentru a corecta eroarea indicelui de refracție în momentul utilizării unității laser.

Unitatea laser se conectează la sursa de răcire al acestuia, iar împreună cu camera foto și cu unitatea de sincronizare sunt conectate la stația de lucru. Se poziționează unitatea laser și camera foto pentru a obține imaginile cu planul de lucru unde se va realiza înregistrarea datelor. Sincronizatorul are rolul de a corela pulsațiile de lumină ale unității laser cu imaginile captate de camera foto pentru a funcționa concomitent. Unitatea de sincronizare este conectată la stația de lucru.

Înregistrarea și prelucrarea datelor se face într-un software de specialitate instalat pe stația de lucru. Pentru rezultate cât mai precise controlul unității laser și al camerei foto se face utilizând software-ul specific unității laser.

Stația de lucru este conectată la o sursă de curent alternativ, astfel, prin pornirea programului software pentru vizualizarea procedurii, împreună cu unitatea de sincronizare, se realizează calibrarea și pașii pentru inițierea procesului de simulare.

g) Prezentarea unuia sau mai multor exemple de realizare/aplicare a invenției cu referire la figurile explicative (în cazul în care sunt și desene)

Avantajele simulatorului endovascular sunt redată în descrierea unui exemplu de realizare a invenției, nelimitativ, și reprezentat în desenele anexate:

- *Figura 1* – reprezintă schema unui simulator endovascular dedicat analizei cu ajutorul sistemului PIV (Particle Image Velocimetry) a fluxului sanguin intraluminal și presiunii exercitate de acesta asupra peretelui vascular aortic, la pacienții cu patologii aortice complexe (disecție de aortă și anevrism de aortă).
- *Figura 2* – este o vedere schematică a invenției - simulator endovascular dedicat analizei cu ajutorul sistemului PIV (Particle Image Velocimetry) a fluxului sanguin intraluminal și presiunii exercitate de acesta asupra peretelui vascular aortic, la pacienții cu patologii aortice complexe (disecție de aortă și anevrism de aortă).

În cele 2 figuri se prezintă un simulator endovascular dedicat analizei cu ajutorul sistemului PIV (Particle Image Velocimetry) a fluxului sanguin intraluminal și presiunii exercitate de acesta asupra peretelui vascular aortic, la pacienții cu patologii aortice complexe (disecție de aortă și anevrism de aortă).

Simulatorul endovascular este compus din: model personalizat de aortă printat cu tehnologia 3D (1), pompa peristaltică (4), sistemul de reglare a temperaturii (8), stația de lucru (11), unitatea laser (2), camera foto (7), rezervorul (6), sincronizatorul (12), furtunuri (9) (vasele de sânge) și conexiuni între module (10).

Pompa peristaltică (4) funcționează pe principiul modului de funcționare al inimii. Pompa peristaltică (4) se alimentează cu lichid din sistemul de reglare a temperaturii (8), iar lichidul este pompat în întreaga instalație (model personalizat de aortă printat cu tehnologia 3D 1) cu ajutorul furtunurilor flexibile (9).

Sistemul de control al temperaturii (8) și reciclarea apei are rolul de a înmagazina fluidul care circulă prin întreg sistemul și de a păstra temperatura dorită a fluidului. Cu ajutorul furtunurilor (9), lichidul este transmis la pompa peristaltică (4) prin fenomenul de aspirație, întorcându-se înapoi în

sistemul de reglare a temperaturii prin furtunurile externe ale instalației. Circuitul este închis în momentul în care ambele furtunuri au capătul imersat în fluid.

Rezervorul (6) este construit dintr-un material cu indicele de refracție redus și se folosește pentru depozitarea în condiții optime a modelului tridimensional al aortei (1). Indicele de refracție redus este util în înregistrările efectuate cu camera foto (7), care măsoară viteza particulelor fotoluminescente.

Bancul de lucru (5) este construit din lemn și are rolul de a susține o parte din elementele componente ale simulatorului și are o rigiditate ridicată pentru ca elementele utilizate să nu fie influențate de vibrații exterioare.

Unitatea laser (2) este amplasată pe un plan perpendicular față de planul elementului care urmează să fie secționat sau pe același plan, în funcție de zona de interes. Se secționează transversal cu fasciculul de lumină, iar cu ajutorul particulelor fotoluminescente din lichid și al camerei foto (7) se pot depista variațiile de viteză și de direcție din lichid. Camera foto (7) este conectată la stația de lucru (11), iar cu ajutorul programelor software aceasta este sincronizată cu unitatea laser (2). Imaginile captate sunt apoi prelucrate cu ajutorul software-ului, prin corelarea cu emisia laserului.

Stația de lucru (11) are rolul de a controla ansamblul complet printr-un program software de specialitate și de a aduna date pentru prelucrarea acestora în scopul obținerii unor rezultate cât mai reale ale simulării. Utilizarea stației (11) se face folosind o tastatură și un mouse, iar datele obținute în urma simulărilor realizate se pot vedea pe monitor cu ajutorul interfeței software-ului care controlează ansamblul.

Furtunurile (9) sunt folosite pentru transportul lichidului Non-Newtonian, acestea fiind conectate în fiecare punct de intrare și ieșire din modelul tridimensional al aortei (1), dar și la pompa peristaltică (4) și sistemul de control al temperaturii (8), acestea formând împreună un sistem cu circuit închis simulând circulația sângelui în aortă (1). Aorta (1) este principalul element din ansamblu, întrucât aceasta intră în contact direct sau indirect cu toate elementele simulatorului endovascular. Prin aceasta se pompează lichidul, iar cu ajutorul unității laser (2) și al modulului optic se obțin informațiile, care ulterior sunt procesate cu ajutorul stației de lucru (11) în vederea obținerii unor rezultate.

Cadrul de montare (3) se utilizează pentru fixarea unității laser (2) sau a modulului optic (camera foto (7)) în funcție de zona de interes și de orientarea aortei (1).

Sincronizatorul sau unitatea de sincronizare (12) este elementul responsabil cu sincronizarea unității laser, modul optic (7) și stația de lucru (11) pentru a obține rezultate de o calitate cât mai ridicată. Acesta se conectează cu ajutorul unor cabluri la elementele menționate, făcând posibilă achiziționarea datelor.

2. REVENDICĂRI

1. Invenția este un simulator endovascular, construit modular, care urmărește modelul anatomic al aortei, și poate fi utilizat în pregătirea educația și antrenamentul rezidenților cu profil chirurgical, medicilor specialiști în cardiologia intervențională, chirurgia cardiovasculară și cercetătorilor în practicarea și luarea unei decizii personalizate de tratament endovascular de tip minim-invaziv în patologiile aortice complexe și este compus din model personalizat tridimensional al aortei (1), pompa peristaltică (4), sistemul de reglare al temperaturii (8), stația de lucru (11), unitatea laser (2), camera foto (7), rezervorul (6), sincronizatorul (12), bancul de lucru (5), furtunuri (9) (vasele de sânge) și conexiuni între module.
2. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** pompa peristaltică funcționează pe principiul modului de funcționare al inimii, se alimentează cu lichid din rezervorul (6), iar lichidul este pompat în întreaga instalație inclusiv în modelul tridimensional al aortei (1) cu ajutorul furtunurilor flexibile (9).
3. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** sistemul de control al temperaturii și reciclarea apei (7) are rolul de a înmagazina fluidul care circulă prin întreg sistemul și de a păstra temperatura dorită a fluidului. Cu ajutorul furtunurilor (9), lichidul este transmis la pompa peristaltică (4) prin fenomenul de aspirație, întorcându-se înapoi în sistemul de reglare a temperaturii (8) prin furtunurilor externe (9) ale ansamblului. Circuitul este închis în momentul în care ambele furtunuri au capătul imersat în fluid.
4. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** rezervorul (6) este construit dintr-un material cu indicele de refracție redus și se utilizează pentru înmagazinarea modelului tridimensional al aortei. Indicele de refracție redus este util în înregistrările efectuate cu camera foto (7), care măsoară viteza particulelor fotoluminescente.
5. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** bancul de lucru (5) este construit din lemn și are rolul de a susține o parte din elementele componente ale simulatorului endovascular și are o rigiditate ridicată pentru ca elementele utilizate să nu fie influențate de vibrații exterioare.

6. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, 2, 3, 4, și 5, **caracterizat prin aceea că** unitatea laser (2) este amplasată pe un plan perpendicular față de planul elementului care urmează să fie secționat sau pe același plan, în funcție de zona de interes. Se secționează transversal cu fasciculul de lumină, iar cu ajutorul particulelor fotoluminescente din lichid și al camerei foto (7) se pot depista variațiile de viteză și de direcție. Camera foto (7) este conectată la stația de lucru, iar cu ajutorul programelor software aceasta este sincronizată cu unitatea laser (2).
7. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, 2, 3, 4, 5 și 6, **caracterizat prin aceea că** stația de lucru (11) are rolul de a controla ansamblul complet printr-un program software de specialitate și de a aduna date pentru prelucrarea acestora în scopul obținerii unor rezultate cât mai reale ale simulării. Utilizarea stației se face folosind o tastatură și un mouse, iar datele obținute din simulările realizate se pot vedea pe monitor cu ajutorul interfeței software-ului care controlează ansamblul,
8. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, 2, 3, 4, 5, 6 și 7, **caracterizat prin aceea că** furtunurile (9) sunt folosite pentru transportul lichidului Non-Newtonian, acestea fiind conectate în fiecare punct de intrare și ieșire din modelul tridimensional al aortei (1), dar și la pompa peristaltică (4) și sistemul de control al temperaturii (8), acestea formând împreună un sistem cu circuit închis simulând circulația sângelui în aortă. Aorta (1) este principalul element din ansamblu, întrucât aceasta intră în contact direct sau indirect cu toate elementele simulatorului endovascular. Prin aceasta se pompează lichidul, iar cu ajutorul unității laser (2) și al modulului optic (7) se obțin informațiile, care ulterior sunt procesate cu ajutorul stației de lucru (11) în vederea obținerii unor rezultate.
9. Simulatorul endovascular, conform revendicării 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și 8, **caracterizat prin aceea că** sincronizatorul sau unitatea de sincronizare (12) este elementul care este responsabil cu sincronizarea unității laser (2), modulul optic (7) și stația de lucru (11) pentru a obține rezultate de o calitate cât mai ridicată. Acesta se conectează cu ajutorul unor cabluri la elementele menționate, făcând posibilă achiziționarea datelor.

3. DESENE

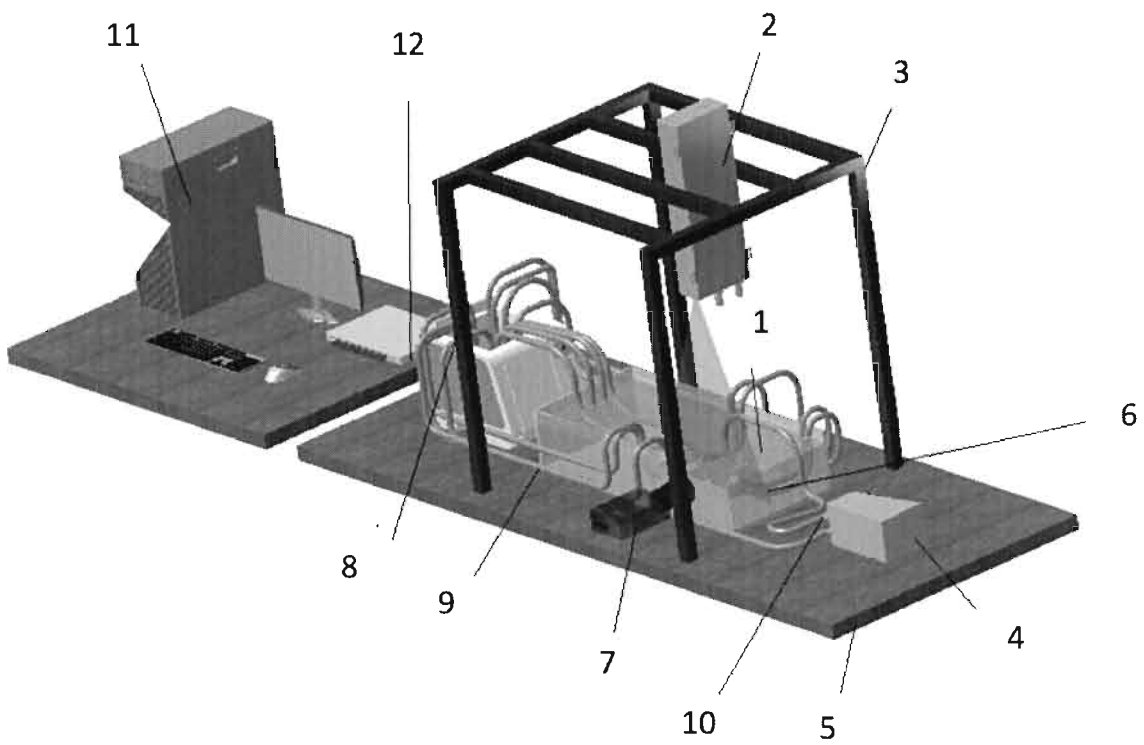


Figura 1

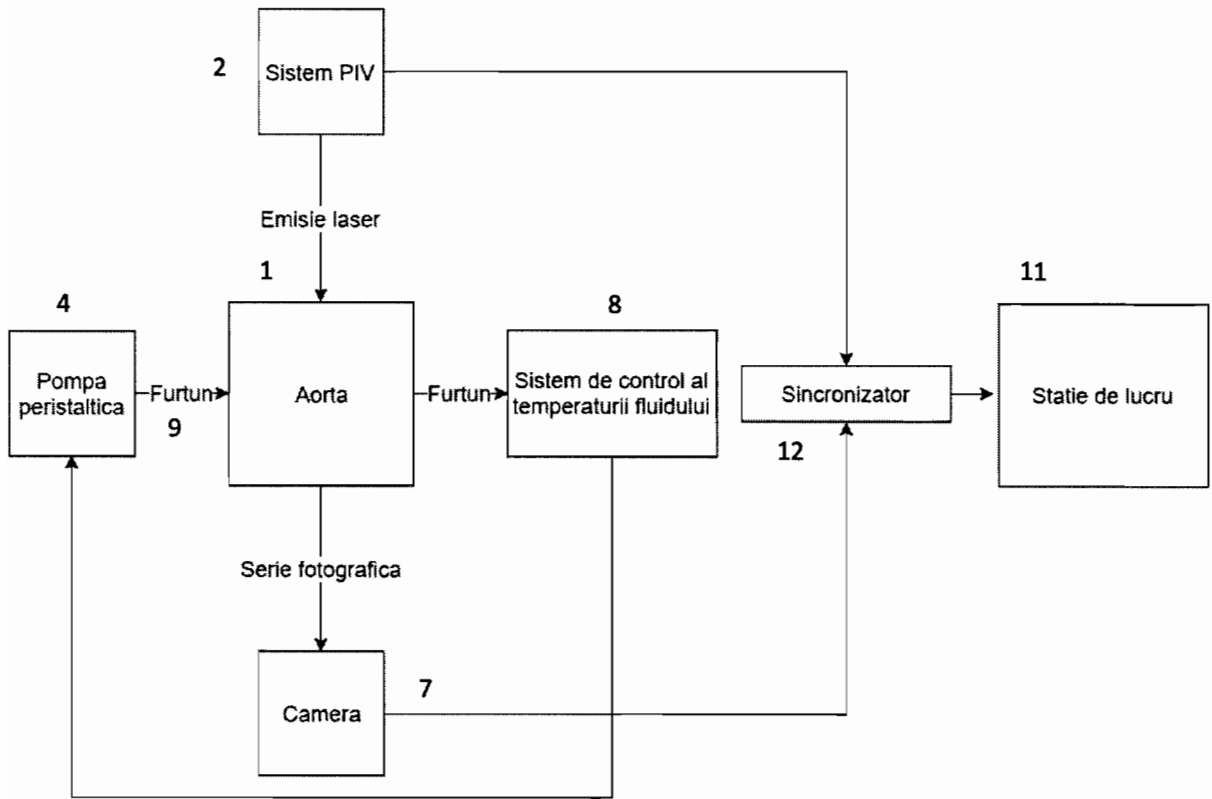


Figura 2