

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00066

(22) Data de depozit: 11/02/2020

(41) Data publicării cererii:  
30/07/2020 BOPI nr. 7/2020

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

(72) Inventatori:  
• PÎRVU BOGDAN CONSTANTIN,  
ȘOS.ALBA-IULIA, NR.67, BL.15, AP.21,  
SIBIU, SB, RO;

• PETRUSE RADU EMANUIL,  
STR.BUNGARDULUI NR.38, AP.2, SIBIU,  
SB, RO;  
• NEGHINĂ MIHAI, BD.VICTORIEI NR.31A,  
AP.21, SIBIU, SB, RO

(74) Mandatar:  
APPELLO BRANDS S.R.L.,  
STR. ȘOIMULUI NR.18, SC.A, ET.5, AP.M6,  
SIBIU, SB

(54) STAȚIE DE ANTRENAMENT ȘI METODĂ DE INSTRUIRE  
ȘI ANTRENARE PENTRU SARCINI CARE NECESITĂ  
OPERAȚII MANUALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o stație de antrenament și la o metodă de instruire și antrenare a utilizatorilor pentru sarcini care necesită operații manuale. Stația conform invenției este prevăzută cu cel puțin un dispozitiv de ieșire și mai multe dispozitive de intrare și echipamente cu poziție ajustabilă/autoajustabilă, care preiau atât date despre evoluția obiectivă a antrenamentului mișcărilor utilizatorului, cât și informații despre starea fizică, emoțională și/sau mentală a utilizatorului, mediul fizic de instruire fiind ajustabil la începutul antrenamentului, în funcție de necesitățile de antrenare și nivelul estimat sau predeterminat de experiență al utilizatorului, în timpul procesului de instruire informațiile fiind stocate într-un modul de stocare, și apoi procesate cu un modul de procesare, fiind estimată, pe lângă progresul și conformitatea sarcinilor efectuate de utilizator, și starea fizică, emoțională și/sau mentală a acestuia, stația de antrenament având capacitatea de a ajusta automat și în timp real indicațiile transmise către utilizator, referitoare la sarcina în curs de execuție sau la cele care urmează a fi executate.

Revendicări: 6  
Figuri: 11

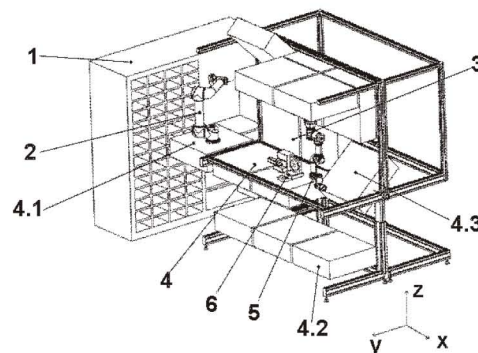


Fig. 1



|  |
|--|
| OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI |
| Cerere de brevet de invenție             |
| Nr. <i>a 2020 ep 66</i>                  |
| Data depozit <i>11-02-2020</i>           |

*bb.*

## Stație de antrenament și metodă de instruire și antrenare pentru sarcini care necesită operații manuale

Invenția se referă la o stație de antrenament cu instrucțiuni adaptive în timp real și la o metodă de instruire și antrenare a utilizatorilor pentru sarcini care necesită operații manuale.

Există multe domenii care necesită un nivel înalt de dexteritate / abilitate / îndemânare, de la medicină, de exemplu: chirurgie, stomatologie, etc. până la procese industriale, cum ar fi de exemplu: sudură, asamblare, etc.

Pentru a atinge în mod rapid și eficient un nivel al cunoașterii și dexterității suficient pentru sarcina propusă este însă nevoie de antrenament specific, coroborat cu o atentă observare a utilizatorului și ajustarea în timp real a instrucțiunilor de antrenare atât a nivelului de experiență, cât și stării fizice, emoționale și/sau mentale curente a acestuia.

În literatura de specialitate sunt cunoscute diferite sisteme de antrenare, în special simulatoare / sisteme de realitate virtuală și sisteme pentru învățare de cunoștințe teoretice noi, dar și pentru a efectua anumite sarcini precise.

Brevetul **US10311742B2** prezintă un sistem de antrenare interactiv, cu mediu real sau virtual, simulat, în care instruirea eficientă oferă posibilitatea de adaptare a instrucțiunilor la răspunsurile și acțiunile utilizatorului și unde sistemul folosește doar informații pe care utilizatorul le dă în mod explicit sistemului prin interacțiune și nu acoperă posibilitatea de detecție sau estimare a stărilor interioare ale utilizatorului prin senzori biometrici și coroborarea acestor informații cu informațiile despre evoluția antrenamentului în vederea îmbunătățirii eficienței.

Un alt document **US20120062725A1** este axat pe soluții hardware de identificare a acurateței și corectitudinii operațiilor necesare îndeplinirii unor sarcini, dar nu interacționează cu utilizatorul în vederea îndrumării acestuia sau a accelerării antrenamentului prin indicații personalizate.

Brevetul **US8041444B2** descrie o stație de lucru generică care să poată fi operată de un lucrător fără calificare prealabilă sau specializare, dar nu are ca

obiectiv formarea (antrenarea) utilizatorului și nici monitorizarea acestuia în vederea generării de instrucțiuni adaptate stării fizice, emoționale și/sau mentale a acestuia.

Din documentul **US20160293036A1** este cunoscut un sistem de evaluare a nivelului de expertiză și adaptare a antrenamentului utilizatorului pentru cunoștințe și deprinderi mentale noi, de exemplu în învățarea unei limbi străine, dar care nu poate fi extins pentru operații manuale, iar ciclul de învățare are pașii de antrenare – evaluare – adaptare nivel, cu posibilitate de adaptare a instrucțiunilor și exercițiilor doar după testul de evaluare.

Un alt brevet cunoscut **US8512043B2**, prezintă un sistem și o metodă de antrenare a unui utilizator pentru operații manuale și interacțiuni cu obiecte reale de exemplu o stație de antrenare pentru sudură, pentru care acuratețea acțiunilor utilizatorului este monitorizată obiectiv cu senzori non-invazivi, pe baza cărora se generează instrucțiuni adaptate stadiului de realizare a sarcinii și nivelului de expertiză arătat de către utilizator, sistem care nu include biosenzori pentru determinarea și monitorizarea stărilor fizice, emoționale și/sau mentale ale utilizatorului sau adaptarea instrucțiunilor la aceste stări.

**WO2006034571** se referă la simulatoare pentru scopuri de predare, instruire, calificare și certificare și, în special, la un sistem și o metodă de formare și mișcare a corpului, sistem ce permite instruirea și calificarea unui utilizator care efectuează un exercițiu de formare legat de abilități care implică mișcarea corpului într-un spațiu de lucru și unde mediul în care se desfășoară pregătirea este selectat și sunt ajustate variabile, parametri și controale ale mediului de formare și ale exercițiului de antrenament, utilizarea unui dispozitiv de introducere de către utilizator este monitorizată, unghiurile 3D și coordonatele spațiale ale punctelor de referință legate de dispozitivul de intrare sunt monitorizate printr-un dispozitiv de detectare, iar mediul dinamic 3D simulat care reflectă efectele cauzate de acțiunile efectuate de utilizator asupra obiectelor este calculat în timp real, iar imaginile mediului dinamic 3D simulat în timp real sunt generate pe un dispozitiv de afișare urmând ca datele indicative ale acțiunilor efectuate de utilizator și efectele acțiunilor să fie înregistrate, iar calificarea utilizatorului să fie setată ca funcție a datelor înregistrate. Sistemul nu include biosenzori pentru determinarea și monitorizarea stărilor fizice, emoționale și/sau mentale ale utilizatorului sau adaptarea instrucțiunilor la aceste stări.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în observarea, antrenarea și instruirea utilizatorilor într-un mediu de lucru adaptabil diferitelor scenarii, prin colectarea de informații referitoare la progresul și conformitatea sarcinilor sau operațiilor efectuate de utilizator, pe de-o parte, cât și starea fizică, emoțională și mentală a utilizatorului pe de-altă parte, și prelucrarea acestor informații în vederea eficientizării procesului de instruire.

Acest obiectiv este realizat prin crearea unei stații de antrenament și a unei metode de instruire și antrenare a utilizatorilor, în special pentru sarcini care necesită operații manuale.

Stația de antrenament, conform invenției, rezolvă problema tehnică propusă prin aceea că este compusă dintr-un mediu de lucru adaptabil automat și în timp real, ce conține componente fizice reale și/sau componente virtuale, spre exemplu: simulare în *Realitate Virtuală* sau o combinație între cele două, spre exemplu: sistem fizic cu instrucțiuni prin *Realitate Augmentată*, în cadrul căruia trebuie rezolvată sarcina de antrenament.

*Stația de antrenament conform invenției este formată dintr-o incintă de antrenament, o magazie, dispozitive de intrare, dispozitive de ieșire și un modul de procesare și stocare date, în magazie fiind depozitate dispozitive de intrare și ieșire individuale, multiple echipamente de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză individuale sau care încorporează dispozitive de intrare și ieșire ce sunt necesare realizării și urmării progresului instruirii și antrenamentului; în incinta de antrenament sunt montate platforme mobile pe care sunt instalate unele dintre dispozitivele de intrare și ieșire cât și multiple echipamente de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză care își pot adapta poziția relativă în cadrul platformei; alte dispozitive de intrare și ieșire pot fi instalate pe utilizator; modulul de procesare și stocare date are rolul de a înregistra totalitatea semnalelor accesibile, de a rula aplicații prin care să prelucreze în timp real datele provenite de la toate dispozitivele de intrare și de a trimite date în timp real către toate modulele, echipamentele sau dispozitivele de ieșire, iar dispozitivele de ieșire asigură transmisia de informații, mesaje și indicații adecvate utilizatorului.*

Metoda de instruire și antrenare pentru sarcini care necesită operații manuale utilizată în implementarea unui proces de antrenare constă în următorii pași:

- pre-configurarea platformelor mobile prin intermediul sistemelor de manipulare și/sau transport cu *dispozitive de intrare și ieșire individuale, multiple echipamente de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză individuale sau care încorporează dispozitive de intrare și ieșire* necesare unui proces de instruire, de exemplu: senzori, sisteme de redare sunet și imagine, scule specifice operațiilor efectuate cât și prin elemente specifice, de exemplu: echipamente necesare operațiilor precum braț robotic colaborativ, echipamente Realitate Augmentată, imprimante 3D, etc.;

- deplasarea platformei mobile după configurare, în poziția de lucru din cadrul stației de antrenament;

- începerea procesului de antrenare;

- captarea permanentă și continuă a datelor provenite de la utilizator de către echipamentele de intrare, prin intermediul senzorilor și a biosenzorilor instalați pe stația de antrenament și/sau asupra utilizatorului;

- analiza acestor date, conform scenariului de antrenament și adaptarea automată și în timp real a mediului de lucru fizic și a instrucțiunilor transmise prin dispozitivele de ieșire conform necesităților utilizatorului, realizate prin intermediul modulului de procesare și stocare date.

Avantajele invenției constau în:

- Oferirea unui spațiu de lucru adaptabil și flexibil, condiții de muncă și echipamentele aferente care reproduc realitatea într-un mod obiectiv;

- Generarea instrucțiunilor de lucru și interacțiuni prin indicații personalizate;

- Analiza calificării, îndemnării și a abilităților utilizatorului;

- Determinarea și monitorizarea stărilor fizice, emoționale și / sau mentale ale utilizatorului cât și a performanței de realizare a sarcinilor sau operațiilor efectuate de acesta;

- Adaptarea antrenamentului funcție de stările fizice, emoționale și / sau mentale ale utilizatorului cât și ținând cont de conformitatea și progresului sarcinii curente cât și a performanței atinse în sarcinilor anterioare. Adaptarea poate consta, spre exemplu în accelerarea sau decelerarea antrenamentului, simplificarea sau

sporirea dificultății antrenamentului, detalierea sau simplificarea unei instrucțiuni, etc.;

- Adaptarea la profilul și la experiența utilizatorului în mod automat, conform informațiilor colectate din pre-examinări și antrenamente anterioare;

- Folosirea stației atât de către utilizatori experimentați, pentru calificare / certificare și îmbunătățirea continuă în vederea perfecționării, a verificărilor periodice sau a respectării standardelor de calitate, dar și a utilizatorilor neinițiați pentru a se familiariza și apoi a lucra individual în cadru operațional, spre exemplu pe linia de asamblare dintr-o fabrică.

În cele ce urmează este prezentat un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1- 11 care reprezintă :

Fig. 1 și 2 Vederi stație pentru antrenament;

Fig. 3 și 4 Gradele de libertate ale platformelor mobile;

Fig. 5 Vedere izometrică frontală a incintei și a gradelor de libertate pentru deplasarea platformelor mobile;

Fig. 6 Vedere izometrică laterală a incintei și a gradelor de libertate pentru deplasarea platformelor mobile;

Fig. 7 Logica sistemului de antrenament;

Fig. 8 Reducerea complexității scenariului de antrenament;

Fig. 9 Ajustarea automată a senzorilor stației de antrenament – Secvența 1;

Fig. 10 Ajustarea automată a senzorilor stației de antrenament – Secvența 2;

Fig. 11 Ajustarea automată a senzorilor stației de antrenament – Secvența 3;

Stația de antrenament conform invenției este flexibilă din punct de vedere al posibilităților de aranjare a mediului de antrenament și al dispunerii componentelor.

Conform Fig. 1, mediul de lucru fizic este constituit dintr-o incintă de antrenament **3**, de formă paralelipipedică, sau de alte forme, adaptată scopului și/sau necesităților de antrenare. Incinta **3** este realizată din structuri mecanice, pe care sunt montate cu posibilitate de glisare sau de rotație, niște platforme mobile **4** care se pot auto-poziționa în cadrul incintei. În exteriorul incintei **3**, este prevăzută o magazie **1**, care poate fi automată sau automatizabilă.

Magazia **1** include elemente mecanice sau senzori ce au posibilitatea de glisare sau rotație, și stochează dispozitive de intrare și ieșire individuale, multiple echipamente de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză individuale sau care încorporează dispozitive de intrare și ieșire, dispozitive și echipamente ce sunt instalate prin intermediul unuia sau mai multor sisteme de manipulare și/sau transport între magazie și platformele mobile, montate conform unui scenariu de antrenament.

Dispozitivele de intrare cuprind dispozitive de interacțiune dintre om și mașină, spre exemplu tastaturi, ecrane tactile pentru înregistrarea interactivă de răspunsuri sau cereri din partea utilizatorului, senzori și biosenzori, de exemplu senzor GSR, EEG, EMG, EKG, ochelari analiză privire utilizator și alți senzori relevanți pentru estimarea parametrilor fiziologici. Aceste dispozitive permit preluarea tuturor măsurătorilor fizice cu privire la utilizator, cum ar fi stările fizice, mentale, emoții, comportamente, acțiuni, postură, cu privire la obiecte, instrumente, unelte, cum ar fi gradul de uzură, poziție.

Stația de antrenament este prevăzută cu cel puțin un dispozitiv de ieșire. Dispozitivul de ieșire poate fi ales dintre: dispozitive haptice, de exemplu mănuși cu feedback; actuatoare, de exemplu piston pneumatic; dispozitive optice de prezentare spre exemplu ecran, holograme, reflector, proiector; dispozitive audio spre exemplu boxe, căști audio; interfețe directe om cu sisteme de calcul, spre exemplu interfață creier calculator; dispozitive electrice, spre exemplu electrozi, dispozitive ce generează stimuli olfactivi sau gustativi.

Dispozitivele de intrare și ieșire sunt funcționale pe platforme mobile și își pot adapta poziția relativă în carul platformei în funcție de așezarea/postura/starea utilizatorului.

Dispozitivele de intrare/ieșire dar și echipamentele pot fi instalate prin intermediul unui sistem de manipulare și transport, spre exemplu un braț robotic **2** de tip cobot, montat pe o platformă mobilă **4.1.**, platformă ce vizează strict încărcarea-descărcarea unor multiple echipamente din magazia **1** pe platformele mobile **4** care compun un scenariu de antrenament.

Brațul robotic **2** de tip cobot, evită sau minimizează pagubele și riscurile de accidentare în cazul unor eventuale coliziuni cu utilizatorul sau mediul dinamic în care activează. Platforma mobilă **4.1.** pe care este instalat brațul robotic **2** îi oferă acestuia încă trei grade de libertate suplimentare, în afară de gradele de libertate din construcție, facilitând accesul la întreaga magazie cât și la platformele mobile **4**, permițând astfel modificarea tuturor echipamentelor și a dispozitivelor de intrare și ieșire din componența sistemului de antrenament.

Echipamentele necesare procesului de antrenare pot fi: dispozitive de intrare precum senzorii, dispozitive de ieșire precum boxe, ecrane, ochelari pentru Realitate Virtuală, sau diverse alte echipamente precum scule, dispozitive, posibil neconfigurate și nepoziționate, un sistem de asamblare asistată, spre exemplu un braț robotic colaborativ **5** sau un echipament de prelucrare **6**. Toate aceste dispozitive și echipamente sunt instalate de către modulul cu braț robotic **2** pe suprafața platformelor mobile **4**, platforme care se pot auto-poziționa în cadrul incintei **3**.

Fiecare platformă mobilă **4** permite montajul diferitelor tipuri de echipamente și senzori, prin intermediul unor sisteme sau mecanisme precum canalele T prevăzute pe suprafața acesteia. De asemenea fiecare platformă **4** are în componență o mufă universală care asigură alimentarea cu energie electrică, aer comprimat, etc. a echipamentelor instalate pe aceasta dar și comunicarea acestora în cadrul platformei pe care sunt instalate cât și cu alte sisteme din cadrul stației de antrenament.

Platformele mobile **4** se pot deplasa prin intermediul unui sistem de ghidare care permite până la patru grade de libertate, trei translații și o rotație, însă nu toate deplasările sunt permise în întreg spațiul de lucru al stației de antrenare. Spre exemplu, în zona de pregătire colorată în roșu în Fig. 5 și 6, platformele mobile **4** pot efectua translații pe toate cele trei axe dar nu pot efectua rotația pe axa X a stației de



antrenare **4.2**. Pe când în incinta de antrenament **3**, colorată în galben, platformele mobile pot efectua și rotația pe axa X **4.3**. Rotația de pe axa X permite înclinarea echipamentelor montate pe aceste platforme, sporind astfel ergonomia mediului de antrenare dar și creșterea preciziei senzorilor instalați pe acestea. Magazia **1** este echipată cu un sistem de gestionare automată a componentelor stocate, care comunică cu un sistem logistic extern asigurând furnizarea componentelor necesare scenariilor de antrenare.

Adaptarea mediului de lucru și a instrucțiunilor în funcție de utilizator nu este doar un răspuns la mișcările / acțiunile acestuia sau a performanței îndeplinirii sarcinilor sau operațiilor efectuate de utilizator, ci depinde și de extragerea și interpretarea informațiilor provenite din comunicarea involuntară, de la nivelul proceselor fiziologice, captată cu biosenzori precum răspuns galvanic al pielii (GSR), electroencefalogramă (EEG), electromiografie (EMG), electrocardiogramă (EKG) sau ochelari pentru urmărirea și analiza privirii. Reacțiile biologice involuntare sunt răspunsul natural al oamenilor la stările interne, putând fi colectate și interpretate astfel încât să fie determinată starea utilizatorului incluzând estimări ale stării fizice, cum ar fi oboseala, relaxarea, concentrarea, flexibilitatea, etc., estimări ale stării emoționale ca supărarea, bucuria, etc. sau estimări ale stării mentale ca, agitația, creativitatea, stresul, confuzia, apatia, tristețea, etc.

Adaptarea mediului de lucru și a instrucțiunilor este realizată la nivel logic de modulul de stocare și procesare. Modul de stocare a datelor are rolul de a înregistra secvența curentă de antrenament și totalitatea semnalelor captate/produse de dispozitivele de intrare și ieșire, și de a actualiza istoricul/statistica pentru fiecare utilizator și/sau grup țintă.

Modulul de procesare, spre exemplu un sistem de calcul, permite să se conecteze, să achiziționeze și să prelucreze în timp real datele provenite de la toate dispozitivele de intrare și ieșire, să ruleze aplicații pentru identificarea obiectivă și subiectivă a conformității realizării sarcinii de către utilizator, parțial sau în întregime, pentru determinarea acțiunilor utilizatorului, pentru estimarea stării fizice, emoționale și/sau mentale a utilizatorului și să transmită date către toate modulele sau dispozitivele de ieșire pentru configurarea și adaptarea antrenamentului pe baza datelor în timp real și a datelor statistice stocate.



Folosirea acestor date pentru a personaliza mesajele și indicațiile, de exemplu: repetarea instrucțiunilor cu mai multe detalii în caz de confuzie, folosirea unor reformulări în caz de stres, etc., duce din punct de vedere pedagogic și psihologic la o îmbunătățire a eficienței procesului de instruire, respectiv la o scurtare a perioadei necesare de antrenament / instruire, o eliberare mai rapidă a resurselor de antrenament și o intrare mai rapidă în producție pentru noii lucrători.

Invenția prezentată aduce avantajele învățării adaptive și personalizate nu doar bazate pe interacțiunea utilizatorului cu sistemul și a istoricului performanțelor prezente și anterioare, ci și ținând cont de stările fizice, emoționale și/sau mentale ale acestuia, într-un sistem de antrenare pentru sarcini care implică cel puțin parțial operații mecanice, cum ar fi asamblarea unui produs final / subansamblu în cadrul unei linii de producție, asamblarea / dezasamblarea corectă a unor subcomponente, cum ar fi în cazul unui service auto, verificarea calității asamblării unui produs final / subansamblu, în cadrul unor proceduri chirurgicale ce vizează tratarea fracturilor, îndrumarea asupra primei utilizări a unui dispozitiv cum ar fi drujba, mașină de găurit etc., corectarea unor obiceiuri greșite de asamblare a unui produs / subansamblu, etc.

Metoda de instruire și antrenare pentru sarcini care necesită operații manuale utilizată în implementarea unui proces de antrenare este efectuată după logica prezentată în figura 7 și constă în următorii pași:

a. pre-configurarea platformelor mobile **4** prin intermediul sistemelor de manipulare și/sau transport prin spre exemplu modulul cu braț robotic **2** cu elemente standard necesare unui proces de instruire, de exemplu senzori, sisteme redare sunet și imagine, scule specifice operațiilor efectuate cât și prin elemente specifice, de exemplu echipamente necesare operațiilor precum braț robotic colaborativ, echipamente Realitate Augmentată, imprimante 3D, etc.;

b. deplasarea platformei mobile **4** după configurare, în poziția de lucru din cadrul stației de antrenament **3**;

c. începerea procesului de antrenare;

d. captarea datelor provenite de la utilizator și a acțiunilor sale, permanent de la echipamentele de intrare prin intermediul senzorilor și a biosenzorilor instalați pe stația de antrenament, în cadrul echipamentelor de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză și/sau a utilizatorului;

e. analiza acestor date, conform scenariului de antrenament și adaptarea automată și în timp real a mediului de lucru fizic prin intermediul sistemului de manipulare și transport reprezentat de brațului robotic (2) cât și a instrucțiunilor stabilite de configuratorul descris sintetic în Fig. 7 pentru a răspunde necesităților utilizatorului.

#### Exemplul unui proces de instruire pentru asamblarea unui produs

Prezenta invenție permite atât antrenarea operatorilor pentru un proces de asamblare repetitiv cât și pentru operații individuale aplicabile atât în cazul produselor de serie sau unicat cât și pentru operațiuni neprevăzute, cum sunt cele de întreținere sau punere în funcțiune a echipamentelor. Acest fapt se datorează capabilității stației de antrenament, de a-și adapta spațiul de lucru cu care operatorul interacționează, spre exemplu incinta de antrenament (3) din Fig. 1, componente, subansambluri, unelte, echipamente, etc. dar și a instrucțiunilor de asamblare inclusiv a metodei de livrare a acestora, spre exemplu doar auditiv sau vizual, integral auditiv și vizual, parțial auditiv și restul vizual, etc.

Într-un scenariu de instruire pentru o operație de asamblare, componentele corespunzătoare ansamblului sunt transferate din magazie 1 prin intermediul platformelor mobile 4 din Fig. 2 de către modulul cu braț robotic 2 și livrate în spațiul de lucru de către platformele mobile 4. Pentru diferite scenarii de instruire pot fi utilizate mai multe platforme mobile ce constituie spațiul activ de lucru precum și pentru livrarea sculelor, echipamentelor, dispozitivelor de intrare cât și a dispozitivelor de ieșire pentru transmiterea instrucțiunilor necesare utilizatorului pentru scenariul de instruire. Mai mult, dacă antrenamentul o impune, operatorul va purta dispozitive de intrare, senzori non-invazivi, spre exemplu sub formă unei brățări, a unor ochelari, mici ventuze cauciucate, etc.

În cazul unui scenariu de instruire pentru operația de asamblare a unui produs, operatorul poate demara operația conform scenariului de antrenament în momentul în care componentele îi sunt livrate în spațiul de lucru. Pe toată perioada operației, operatorul este monitorizat prin senzorii stației și/sau biosenzori purtați de operator și ghidat pentru finalizarea conformă a procesului. În cazul în care componentele pentru observație, respectiv senzorii pentru identificarea mișcărilor, reacțiilor și a emoțiilor detectează operații neconforme din partea operatorului, acesta este înștiințat prin intermediul unor instrucțiuni adaptate, iar dacă eroarea nu

poate fi remediată îi vor fi livrate alte componente în incinta de antrenament 3. Componentele pot fi înlocuite în totalitate sau doar parțial pentru înlocuirea celor avariate sau asamblate necorespunzător. În cazul în care operatorul continuă cu asamblarea neconformă, operația este simplificată, fiindu-i furnizate mai puține componente cât și instrucțiuni adecvate, spre exemplu instrucțiuni mai simple dacă este stresat sau mai detaliate dacă este confuz, pentru simplificarea operației din antrenamentul de asamblare (Fig. 8). Secvența I prezintă un scenariu de antrenare cu ansamblul complet, 7 secvența II prezintă un scenariu de antrenare cu ansamblul simplificat, 7'.

Operația poate fi simplificată până în punctul în care operatorului îi sunt furnizate componentele una câte una, în ordinea firească de asamblare.

Există și situația opusă, în care operatorul este foarte experimentat, realizează operația corect și într-un timp foarte scurt. În acest caz scenariul de instruire va fi mai solicitant prin furnizarea unui număr mai mare de componente sau prin reducerea instrucțiunilor furnizate, crescând astfel gradul de complexitate al scenariului de antrenament. Stabilirea complexității scenariului de instruire este realizată prin intermediul componentelor de observație a comportamentului operatorului pentru atingerea gradului optim de încărcare cognitivă.

Componentele de observație sunt directe (obiective): dispozitive de intrare cum sunt senzorii pentru identificarea acurateței, vitezei și a corectitudinii mișcărilor operatorului în timpul procesului.

Stația de antrenament și instruire utilizează și componentele de observație indirecte care deduc intențiile subiective ale operatorului. Acestea sunt: dispozitive de intrare cum sunt senzorii pentru monitorizarea răspunsului galvanic pentru a determina schimbarea de stare a operatorului, senzori pentru detecția mișcării retinei și a direcției privirii operatorului, senzori pentru monitorizarea undelor cerebrale (electroencefalogramă) și senzori sonori care identifică și analizează sunetele nonverbale și para-verbale emise de operator (spre exemplu: respirații regulate, tusea, râsul, strănutul, onomatopee, suspine, oftaturi, căscatul, plânsul, etc.).

Componentele de observație directe și indirecte din cadrul sistemului de antrenament sunt controlate independent, putând fi re poziționate în timp real, de-a lungul procesului de instruire pentru optimizarea achiziției de date, excepție sunt senzorii purtați de operator. De exemplu, camera pentru identificarea mișcărilor se poate deplasa pe platforma mobilă pe care este poziționată, secvența II, Fig. 10 sau



cu toată platforma secvența III, Fig. 11 pentru a putea captura diferite mișcări ale operatorului care sunt obturate de alte obiecte sau chiar de către operator **8** din Fig. 9-11, secvențele I, II, III.

De asemenea, stația de instruire este prevăzută cu un sistem de reciclare a componentelor utilizate în scenariile de instruire. Componentele asamblate de operator, corect sau incorect, la finalul antrenamentului sunt dezasamblate automat și repositionate în magazia **1** prin intermediul brațului robotic **2** de tip cobot pentru a asigura necesarul pentru alte antrenamente. În cazul ansamblelor complexe, care nu pot fi dezasamblate automat, este necesară intervenția unui operator uman care va superviza și intervenii asupra procesul pentru dezasamblare.

## REVENDICĂRI

1. Stație de antrenament a utilizatorilor pentru sarcini care necesită operații manuale, **caracterizată prin aceea că**, este constituită dintr-un mediu de lucru adaptabil automat și în timp real ce conține componente fizice reale, componente virtuale spre exemplu simulare în Realitatea Virtuală sau o combinație între cele două, spre exemplu sistem fizic cu instrucțiuni prin Realitate Augmentată, în cadrul căruia trebuie rezolvată sarcina de antrenament, stație formată dintr-o incintă de antrenament (3), de formă paralelipipedică, sau de alte forme, adaptate scopului și/sau necesităților scenariului de antrenare realizată din structuri mecanice, pe care sunt montate cu posibilitate de glisare și / sau de rotație, niște platforme mobile (4) care se pot auto-poziționa în cadrul incintei (3), o magazie (1), care poate fi automată, sau automatizabilă, în care sunt depozitate dispozitive de intrare și ieșire individuale, multiple echipamente de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză individuale sau care încorporează dispozitive de intrare și ieșire necesare instruirii și antrenamentului, echipamente instalate prin intermediul unui sistem de manipulare și/sau transport precum modulul cu braț robotic (2) de tip cobot, montat pe o altă platformă mobilă (4.1) ce vizează strict încărcarea-descărcarea de dispozitive și echipamente din magazia (1) pe platformele mobile (4) conform unui scenariu de antrenament ce implică mai multe dispozitive de intrare care preiau toate datele legate de interacțiunea dintre om și mașină precum spre exemplu cea dintre un om și un sistem de asamblare asistată, spre exemplu un braț robotic colaborativ (5) sau un echipament de prelucrare (6), cel puțin un dispozitiv de ieșire ce transmite informațiile de instruire omului, un modul de procesare, care se conectează, achiziționează și prelucrează în timp real datele provenite de la toate dispozitivele de intrare, echipamente și senzori, dar care poate și să trimită date către toate dispozitivele de ieșire în timp real, stația fiind dotată și cu un modul de stocare pentru informațiile achiziționate în cadrul antrenamentelor, modul care prelucrează / procesează datele de intrare, face legătura între

dispozitivele de intrare și de ieșire cât și echipamente care încorporează dispozitive de intrare și ieșire, și are rolul de a furniza statistica adaptată utilizatorului, ce semnale de ieșire și instrucțiuni să ofere în timpul antrenamentului.

2. Stație de antrenament conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, dispozitivele de intrare, pot fi spre exemplu dispozitive de interacțiune dintre om și mașină, spre exemplu tastaturi, ecrane tactile pentru înregistrarea interactivă de răspunsuri sau cereri din partea utilizatorului, senzori și biosenzori, de exemplu senzor GSR, EEG, EMG, EKG, ochelari analiză privire utilizator și alți senzori relevanți pentru estimarea parametrilor fiziologici, dispozitive și senzori de intrare/ieșire ce sunt situate pe platforme mobile și care își pot adapta poziția relativă în carul platformei în funcție de așezarea/postura/starea utilizatorului.
3. Stație de antrenament conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, dispozitivele de ieșire pot fi dispozitive haptice, de exemplu mănuși cu feedback; actuatoare, de exemplu piston pneumatic; dispozitive optice de prezentare de exemplu ecrane, holograme, reflector, proiector; dispozitive audio spre exemplu boxe, căști audio; interfețe directe om cu sisteme de calcul, spre exemplu interfață creier calculator; dispozitive electrice, spre exemplu electrozi, dispozitive ce generează stimuli olfactivi sau gustativi.
4. Stație de antrenament conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, senzorii de colectare a informațiilor despre utilizator își pot modifica poziția pe platformele mobile (4) **în timpul procesului de instruire** pentru optimizarea sau îmbunătățirea calității informațiilor colectate despre antrenament sau pentru a răspunde reglajelor indicate de utilizator.
5. Stație de antrenament conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, platformele mobile (4) se pot deplasa prin intermediul unui sistem de ghidare care permite până la patru grade de libertate, trei translații și o rotație, însă nu toate deplasările sunt permise în întreg spațiul de lucru al stației de antrenare.

6. Metoda de instruire și antrenare pentru sarcini care necesită operații manuale utilizată în implementarea unui proces de antrenare constă în următorii pași:

- pre-configurarea platformelor mobile **4** prin intermediul sistemelor de manipulare și/sau transport prin spre exemplu modulul cu braț robotic **2** cu elemente standard necesare unui proces de instruire, de exemplu senzori, sisteme redare sunet și imagine, scule specifice operațiilor efectuate cât și prin elemente specifice, de exemplu echipamente necesare operațiilor precum braț robotic colaborativ, echipamente Realitate Augmentată, imprimante 3D, etc.;
- deplasarea platformei mobile **4** după configurare, în poziția de lucru din cadrul stației de antrenament **3**;
- începerea procesului de antrenare ;
- captarea datelor provenite de la utilizator și a acțiunilor sale, permanent de la echipamentele de intrare prin intermediul senzorilor și a biosenzorilor instalați pe stația de antrenament, în cadrul echipamentelor de prelucrare, proiectare, asamblare și diagnoză și/sau a utilizatorului;
- analiza acestor date, conform scenariului de antrenament și adaptarea automată și în timp real a mediul de lucru fizic prin intermediul sistemului de manipulare și transport reprezentat de brațului robotic (**2**) cât și a instrucțiunilor stabilite de configuratorul descris sintetic în Fig. 7 pentru a răspunde necesităților utilizatorului.



Fig. 1 și 2 Vederi stație pentru antrenament;

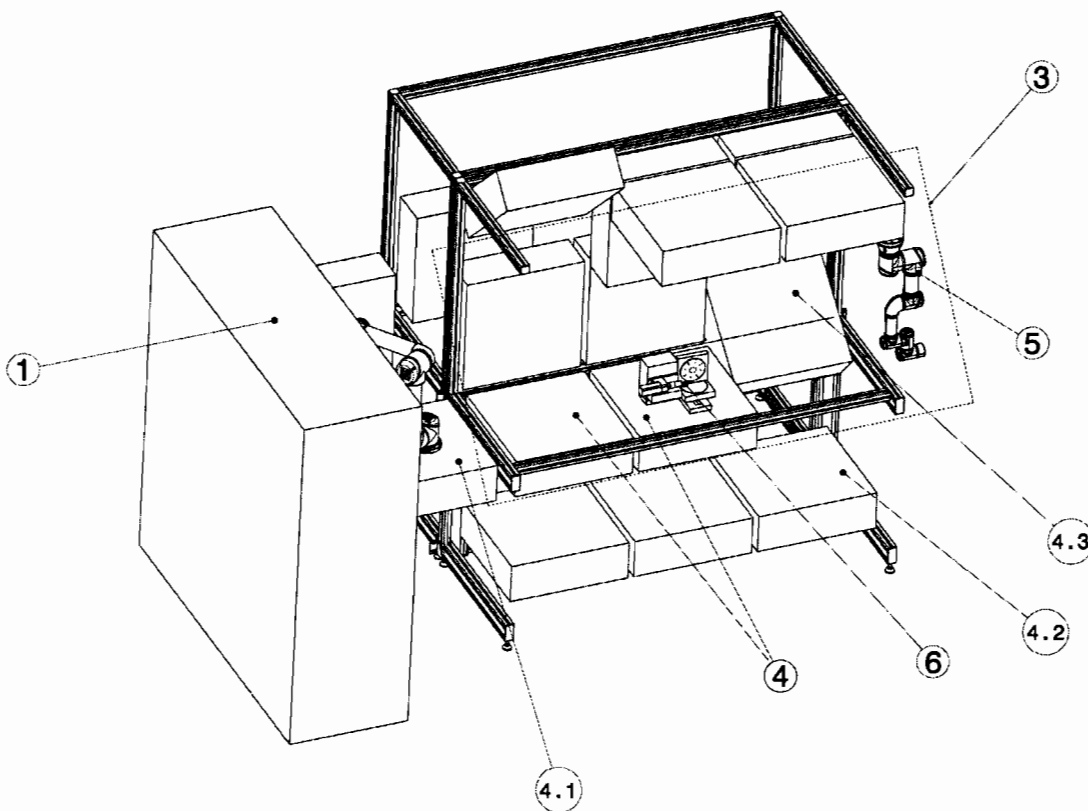
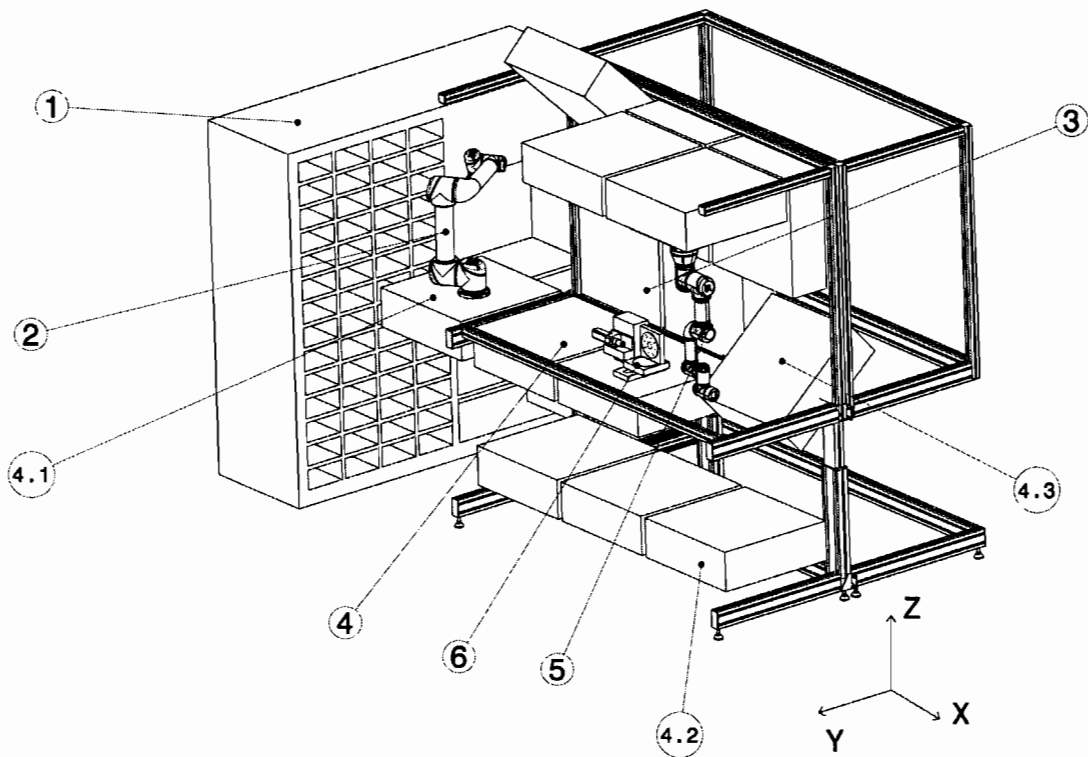


Fig. 3 și 4 Gradele de libertate ale platformelor

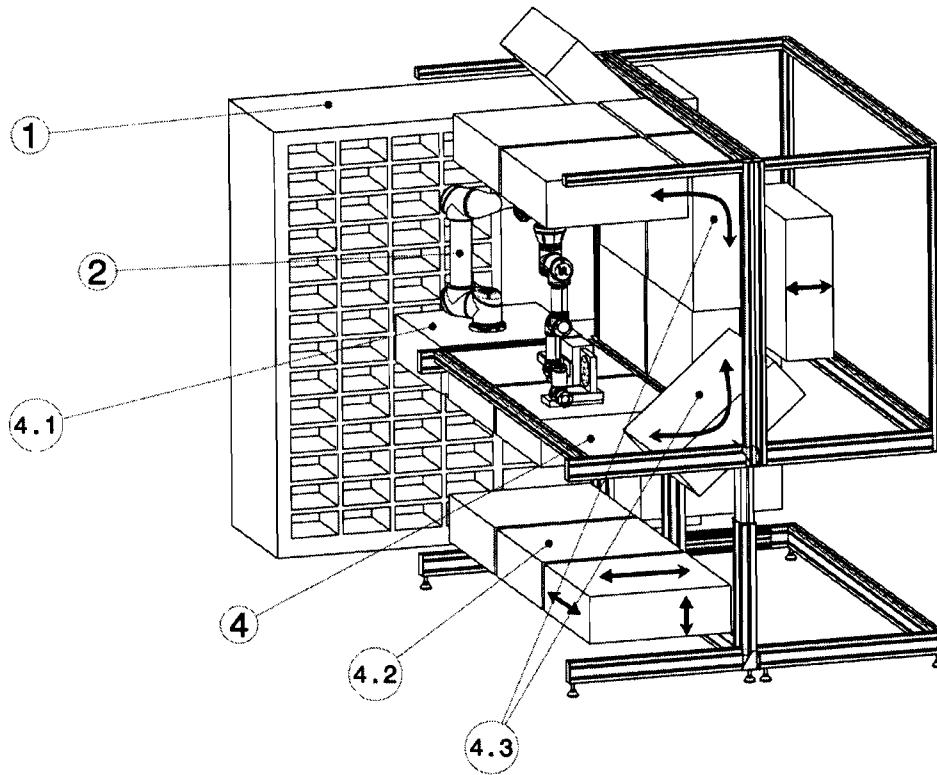
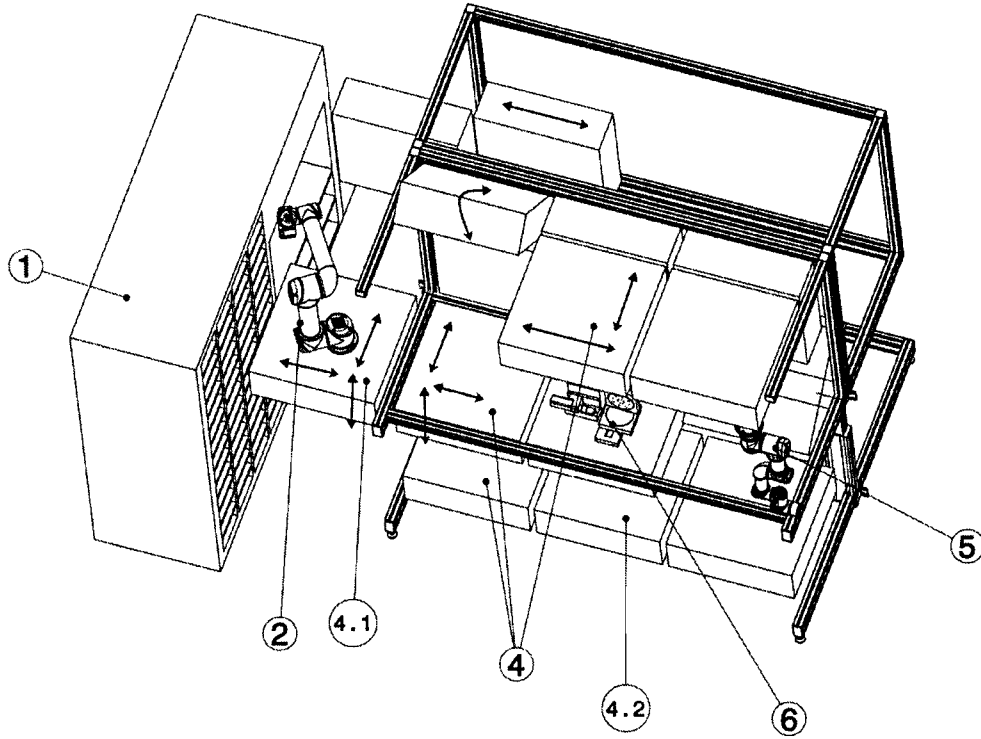


Fig. 5 Vedere izometrică frontală a incintei și a gradelor de libertate pentru deplasarea platformelor mobile;

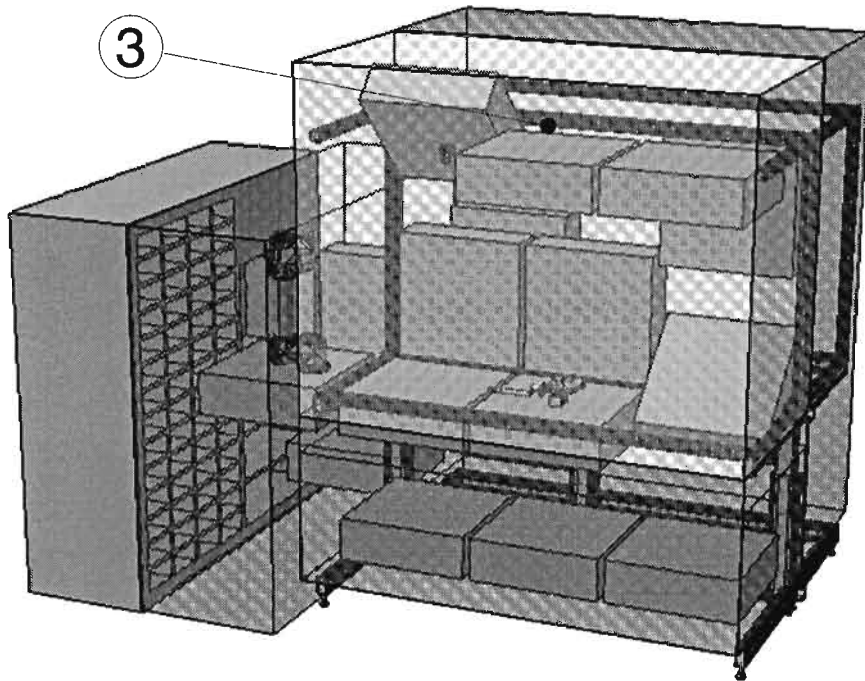
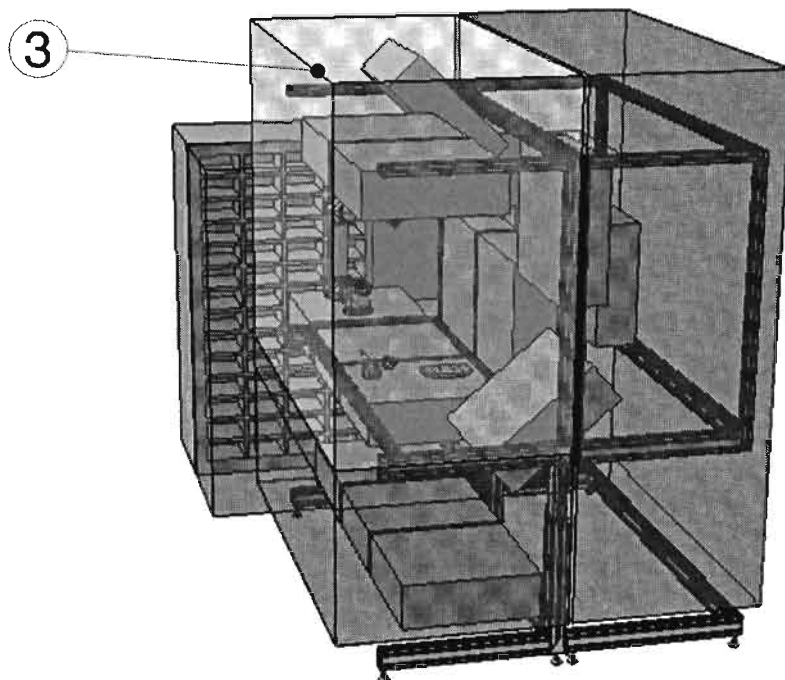


Fig. 6 Vedere izometrică laterală a incintei și a gradelor de libertate pentru deplasarea platformelor mobile;



48

Fig. 7 Logica sistemului de antrenare;

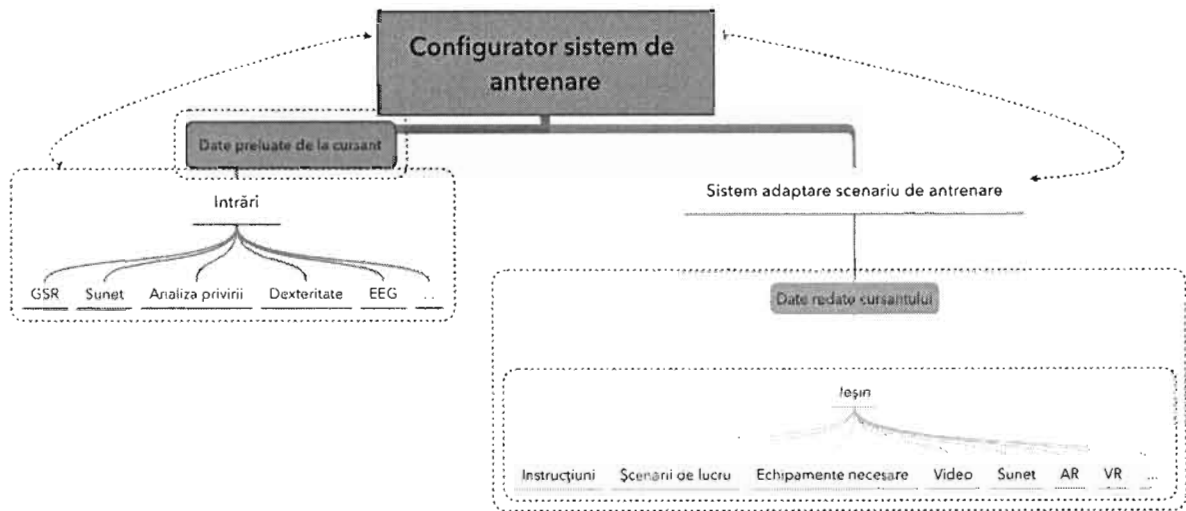
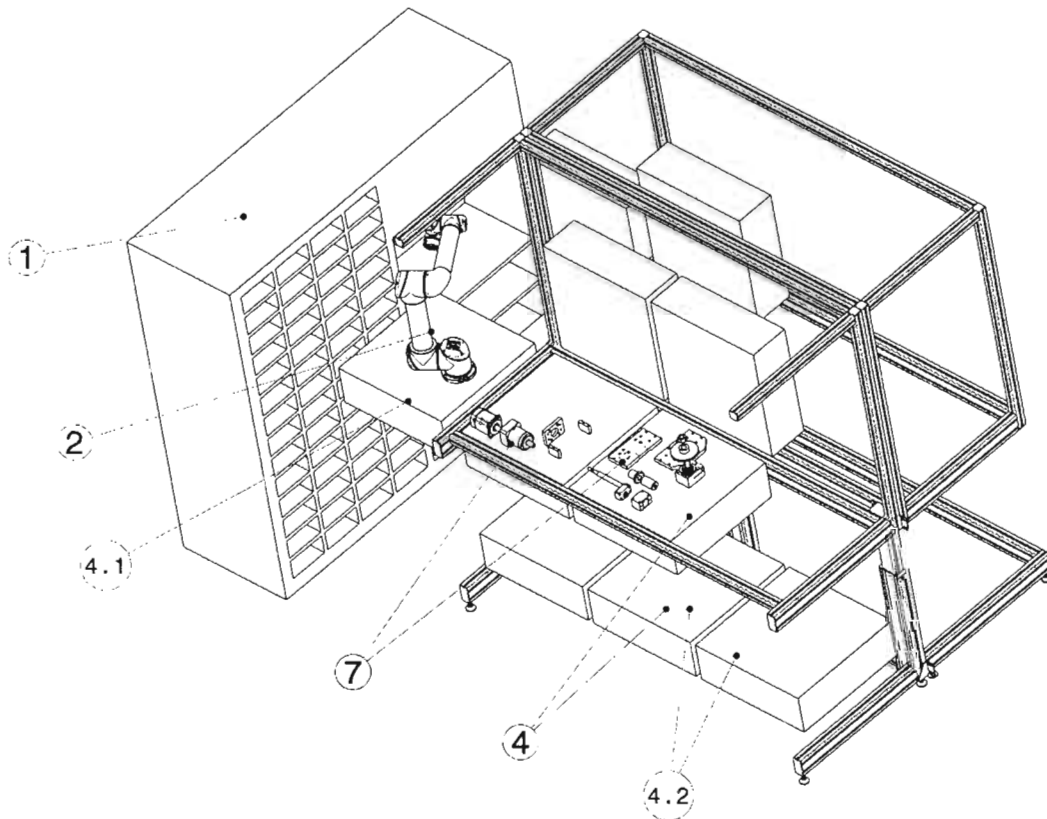
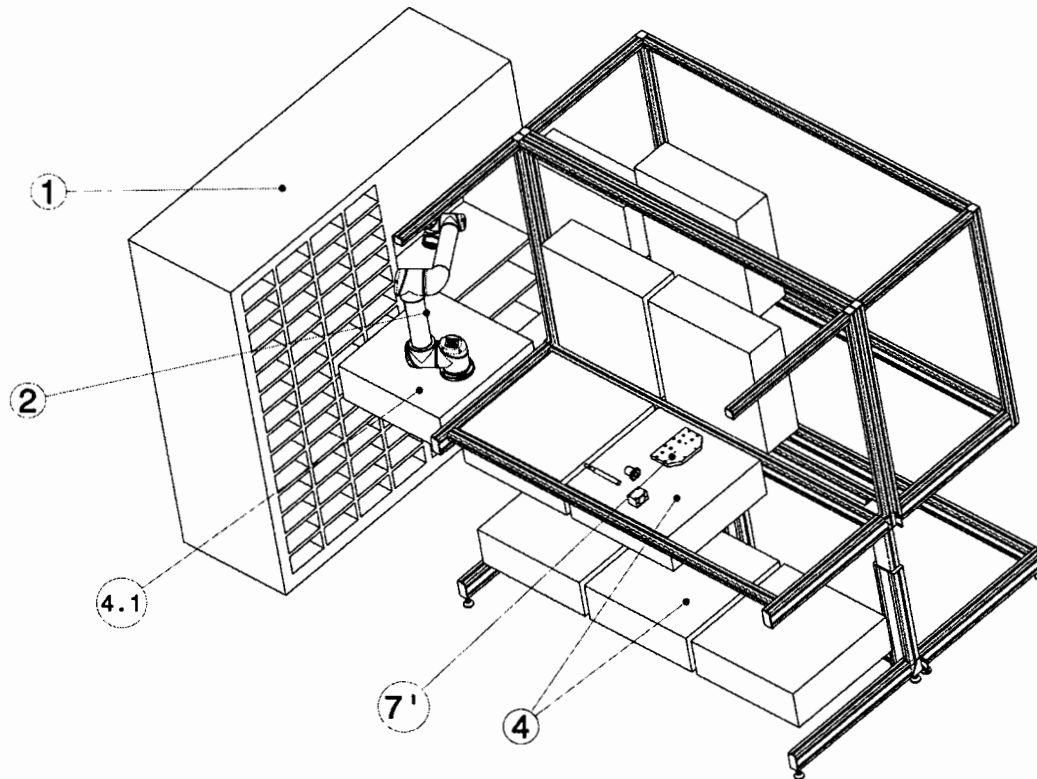


Fig. 8 Reducerea complexității scenariului de antrenament;



Secvența I – Ansamblu complet



Secvența II – Ansamblu simplificat

Fig. 9 Ajustarea automată a senzorilor stației de antrenament – Secvența 1;

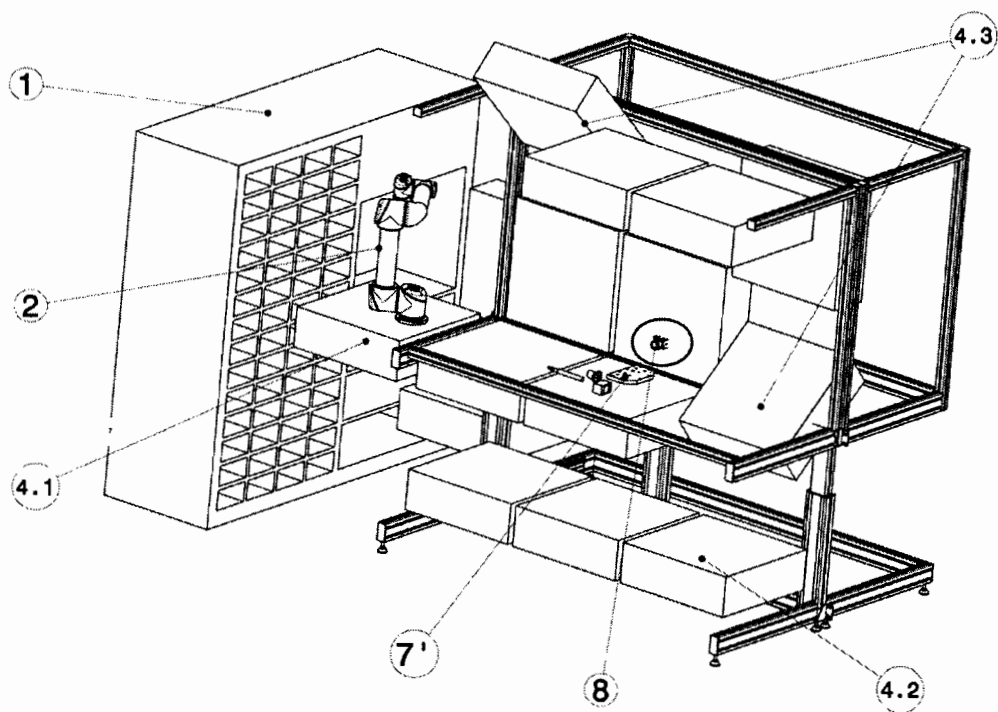


Fig. 10 Ajustarea automată a senzorilor stației de antrenament – Secvența 2;

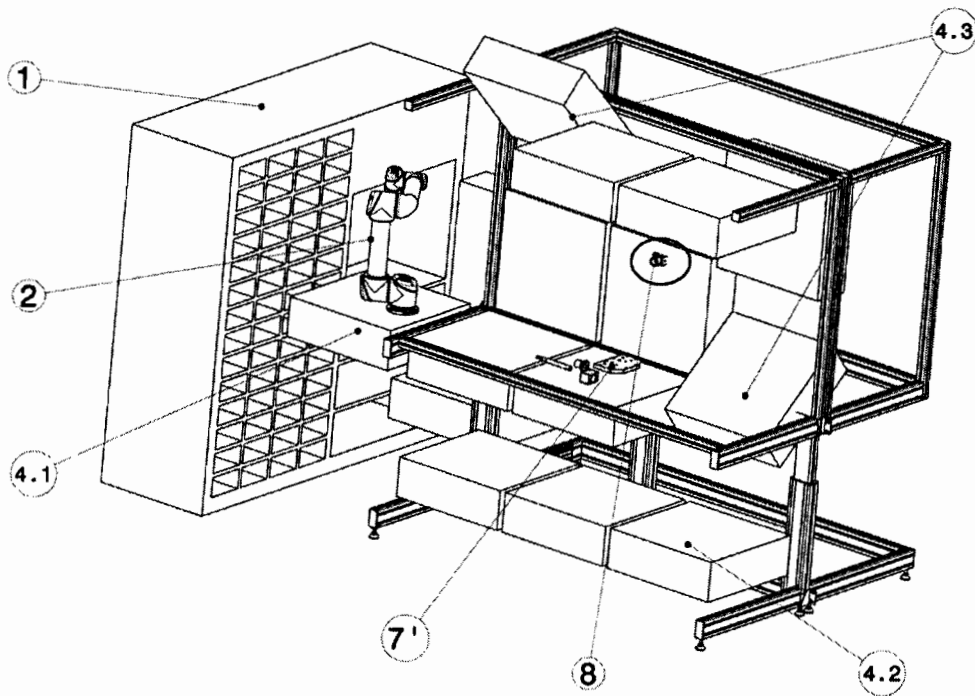


Fig. 11 Ajustarea automată a senzorilor stației de antrenament – Secvența 3;

