

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00277

(22) Data de depozit: 10/05/2019

(41) Data publicării cererii:  
27/11/2020 BOPI nr. 11/2020

(71) Solicitant:  
• STAN OVIDIU, ȘOS. CONSTANȚEI BL.E,  
SC.C, AP.11, MANGALIA, CT, RO;  
• PURCELEAN IOAN, STR.PORUMBEILOR  
NR.27, AP.2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• STAN OVIDIU, ȘOS. CONSTANȚEI BL.E,  
SC.C, AP.11, MANGALIA, CT, RO;

• PURCELEAN IOAN, STR.PORUMBEILOR  
NR.27, AP. 2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:  
CABINET DE PROPRIETATE  
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,  
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1,  
AP. 2, CLUJ NAPOCA, CJ

(54) STAND MOBIL CU ROBOT COLABORATIV  
CU CAPACITATEA DE A SE CALIBRA ÎN RAPORT  
CU POSTUL DE LUCRU ȘI METODĂ DE CALIBRARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand mobil echipat cu un braț robotic colaborativ, având capacitatea de calibrare cu postul de lucru la care este mutat și la o metodă de calibrare. Standul conform invenției este constituit dintr-o structură (10) mecanică care susține un robot (20) care deservește un post (1) de lucru având o stație (30) de lucru care se cuplează cu un conector (50) universal la o unitate (60) de comandă, structura (10) mecanică are o bază (11) cu locașuri pentru mutarea cu ajutorul unui stivuitoar a postului de lucru, calibrarea fiind realizată cu un dispozitiv (70) de calibrare alcătuit dintr-o parte (71) mobilă care se montează în locul unui efector (21) final și este conectată manual cu o altă parte (72) fixată la postul (1) de lucru. Metoda conform invenției constă în fazele de manevrare a unui robot (20) și de utilizare a unui dispozitiv (70) pentru recunoașterea poziției robotului (20) în raport cu postul (1) de lucru la care a fost mutat.

Revendicări: 11  
Figuri: 14

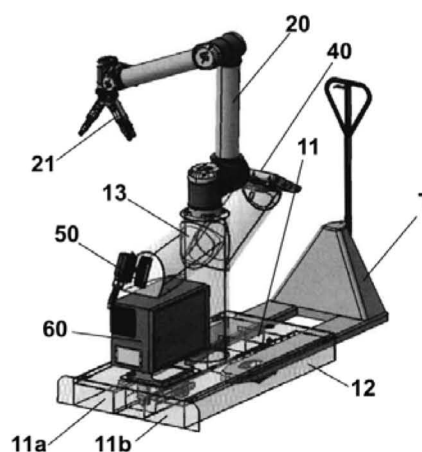


Fig. 3



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2019 00 278
Data depozit 10-05-2019

63

Stand mobil cu robot colaborativ cu capacitatea de a se calibra în raport cu postul de lucru și  
metodă de calibrare

Invenția de referă la un stand mobil echipat cu un braț robotic colaborativ, având capacitatea de calibrare cu postul de lucru la care este mutat. Standul mobil este destinat efectuării unor operații de manipulare de piese sau scule pentru diferite posturi de lucru: mașini unelte, linii de asamblare sau de sudare, linii de transfer etc., cu scopul de a înlocui operatorul uman.

Calibrarea robotului în raport cu postul de lucru la care este mutat constă în stabilirea unor relații între sistemul de coordonate al robotului și sistemul de coordonate al postului de lucru, adică stabilirea poziției robotului față de postul de lucru.

O metodă cunoscută de calibrare constă în plasarea pe baza fixă a robotului a unor interferometre cu laser care scanează mediul și determină poziția robotului față de reperele fixe ale postului de lucru. Metoda este dezavantajoasă atât din punct de vedere al preciziei cât și al costului ridicat. Chiar dacă sistemul de măsurare oferă o precizie bună pentru sistemul de coordonate a bazei robotului, precizia de lucru este afectată de erorile de pe lanțul cinematic dintre baza fixă și efectorul final al robotului.

La ora actuală, în scopul calibrării sistemelor robotice în raport cu postul de lucru sau cu planul general al fabricii, una dintre metodele cunoscute este cea dezvoltată de compania ABB și este constituită în jurul pachetului de programe ABB Robot Studio, destinat sistemelor robotice modulare și nemodulare integrate în celule flexibile de fabricație. Capacitatea de calibrare a sistemului robotic este limitată la metodele parametrice și este puternic afectată de rigiditatea sistemului. În această situație se presupune că modulele și interfețele de conectare sunt perfect rigide, fără jocuri în lagărele articulațiilor și ale transmisiilor mecanice.

Prin această metodă, calibrarea se desfășoară în următoarele etape: modelarea sistemului robotic, măsurarea și identificarea diferențelor între geometria nominală și cea reală a robotului, calculul compensării și aplicarea corecțiilor de eroare. Etapa cea mai laborioasă, care necesită intervenții umane specializate este cea a măsurării, dificil de realizat în mediul de lucru al sistemului robotic.

O altă metodă de calibrare aplicată în mod curent este bazată pe măsurarea punctelor de contact și calcularea unui operator matriceal de transformare între semicuplele sistemului

robotic, după aplicarea corecțiilor liniare obținându-se un efect de reducere a erorii de interschimbabilitate.

Aceste metode actuale de calibrare a roboților în raport cu postul de lucru sunt afectate de de precizia de execuție a elementelor din structura brațului robotic, căreia îi corespund câmpuri de toleranță specifice. În toate situațiile actuale, erorile de natură geometrică ale elementelor constructiv-structurale ale brațului robotic influențează direct precizia poziționării și orientării efectorului final.

Un alt dezavantaj al roboților colaborativi cunoscuți constă în dificultatea conectării rapide și ușoare a acestora la utilități și comunicații, dezavantaj ce este cu atât mai evident cu cât robotul trebuie mutat mai des de la un post de lucru la altul.

Pentru conectarea sistemelor robotice la rețelele de comunicații și utilități, la ora actuală există dispozitive specializate pe tipuri de conexiuni, existând adaptoare pentru comunicații, adaptoare pentru fluide (aer comprimat industrial sau ulei hidraulic), adaptoare specializate pentru curenți de intensitate mare (acționare, sudură sau căliri prin inducție etc.). Aici sunt cunoscute soluțiile ABB prin dispozitivele tip IRC5 102814-8M care centralizează multiple funcții de comunicație. De asemenea sunt cunoscuți conectorii modulari dezvoltați de compania Staubli: conectori cu funcții multiple (pentru controlul parametrilor fizici, linii hidraulice, curenți pentru sudură), conectori rapizi pentru schimbarea de diferite module și efectori precum și dispozitivul CombiTac care cumulează multiple utilități necesare operațiunilor efectuate de sistemul robotic.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a oferi un stand mobil colaborativ și o metodă de calibrare, care poate fi ușor și rapid mutat și conectat la postul de lucru în raport cu care poate fi calibrat rapid și precis, utilizând echipamente care implică costuri reduse.

Standul mobil cu robot colaborativ, conform invenției, este alcătuit dintr-o structură mecanică care susține un robot, cu rol de manipulare a unor piese sau scule, structura mecanică având o bază mobilă cu locașuri pentru o transpaletă cu rol de mutare la un post de lucru și un conector universal de cuplare la stație de lucru aferentă postului de lucru, calibrarea realizându-se cu ajutorul unui dispozitiv de calibrare având o parte mobilă montată în locul efectorului final al robotului și o parte fixă montată la postul de lucru, prin cuplarea manuală celor două părți mobile a dispozitivului de calibrare și cu ajutorul unui program care calculează poziția robotului în funcție de coordonatele cuplelor motoare în poziția cuplată a dispozitivului de calibrare.

Metoda de calibrare a standului mobil cu robot colaborativ presupune efectuarea următoarelor faze:

1. cu ajutorul unei transpalete se deplasează standul mobil cu robot colaborativ la un post de lucru

2. se cuplează standul cu stația de lucru a postului utilizând un conector universal prin care se conectează partea de forță, de utilități, de comandă și senzorică, internet etc.

3. cu ajutorul unui program, standul recunoaște stația și reîncarcă programele aferente deservirii postului de lucru respectiv

4. se montează partea mobilă a dispozitivului de calibrare în locul efectorului final al robotului

5. utilizând interfața programabilă a standului se activează programul colaborativ de calibrare care permite operatorului conducerea manuală a robotului acționând asupra efectorului final

6. operatorul conduce manual partea mobilă a dispozitivului de calibrare instalată pe robot până când o potrivește și o cuplează, într-o singură poziție unic determinată, cu partea fixă montată la postul de lucru,

7. operatorul lansează comanda de calibrare (de stabilire a originii) iar programul colaborativ de calibrare determină poziția spațială a robotului față de postul de lucru, prin calcule de cinematică inversă, în funcție de coordonatele cuplelor motoare în poziția cuplată a celor două părți ale dispozitivului de calibrare.

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției, având ca referință figurile 1.. 14, care reprezintă:

- figura 1, standul mobil cu robot colaborativ instalat la postul de lucru (o mașină CNC);
- figura 2, standul mobil cu robot colaborativ
- figura 3, structura robotului colaborativ cu transpaleta pentru transport;
- figura 4, structura robotului colaborativ
- figura 5, structura robotului colaborativ cu operatorul uman (programatorul)
- figura 6, interfața robot și conectorul universal
- figura 7, dispozitivul de schimbare a efectorului

- figura 8, schimbarea efectorului cu dispozitivul de calibrare
- figura 9, brațul robot cu dispozitivul de calibrare montat
- figura 10, dispozitivul de calibrare care se montează pe brațul robot
- figura 11, dispozitivul de calibrare care se montează la postul de lucru
- figura 12, conectorul universal în vedere de ansamblu
- figura 13, conectorul universal (tata)
- Figura 14, mecanismul de reglare a înălțimii bazei.

Standul mobil echipat cu robot colaborativ, având capacitatea de a se calibra în raport cu postul de lucru 1 este alcătuit dintr-o structură mecanică 10, care susține un robot 20, cu rol de manipulare a unor piese sau scule și o stație de lucru 30 prin care se conectează robotul la circuitele de forță și comandă specifice postului de lucru.

Structura mecanică 10 se compune din baza mobilă 11 alcătuită dintr-o bază 12 pe care este sudat cu un cadru rigid 13 care susține robotul 20, interfața mobilă 40, de programare și comandă a robotului și un conector universal 50, de cuplare cu stația de lucru 30.

Baza mobilă 11, reprezintă unul dintre elementele de noutate ale standului mobil echipat cu braț robotic colaborativ, prin faptul că facilitează mutarea ușoară a sistemului robotic și integrarea rapidă a acestuia în alte posturi de lucru. Mobilitatea standului este asigurată atât prin robustețea și rigiditatea bazei mobile cât și prin faptul că are dimensiunile europaleților EU (1200x 600 mm), putând fi mutată cu o transpaletă manuală T sau cu un stivuitor.

Pentru a asigura stabilitatea robotului în timpul operațiilor, baza 12 este concepută ca o structură metalică sudată din table și profile, oferind greutate și rigiditate. Baza 12 este compusă dintr-o placă 14, în formă de „U”, având o parte superioară 14a și doi pereți laterali 14b și dintr-un profil 15, tot în formă de „U” plasat la mijlocul distanței dintre pereții 14b.

În mod evident, baza mobilă 11 poate fi realizată în mai multe variante, condiția de importantă fiind ca aceasta să aibă dimensiunile specifice europaleților, având față de pardoseală locașurile 11a și 11b, dispuse după dimensiunile europaleților, goluri necesare pentru introducerea transpaletei sau lamelor unui stivuitor.

Pentru asigurarea unei poziții orizontale fixe pe o pardoseală imperfectă, baza 12 este prevăzută cu trei sau patru mecanisme 16, de reglare a înălțimii, mecanisme în sine cunoscute.

Cadrul metalic 13 este proiectat în așa fel încât permite exploatarea brațului robotic colaborativ la întregul potențial, fără a limita mișcările pe vreuna dintre axe. În acest scop,

cadrul metalic 13 are o parte cilindrică verticală 13a care susține robotul 20, o parte cilindrică orizontală 13b pentru conectorul universal 50 și o parte cilindrică înclinată 13c, pentru interfața mobilă 40.

Partea cilindrică orizontală 13b se termină cu o suprafață înclinată 13d, la unghi cuprins între  $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$  față de un plan orizontal. Pentru a facilita cuplarea și decuplarea conectorului universal 50 atunci când robotul este mutat între posturile de lucru, acesta se montează pe suprafața înclinată 13d.

Axa de simetrie a părții cilindrice înclinate 13c face cu axa de simetrie a părții verticale un unghi cuprins între  $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$ . Partea cilindrică înclinată 13c se termină tot cu o suprafață 13e dispusă înclinat la un unghi cuprins între  $15^{\circ}$  și  $30^{\circ}$  față de axa de simetrie a cilindrului 13c. Poziționarea înclinată a părții 13c și suprafața înclinată 13e oferă posibilitatea de a monta interfața mobilă 40 într-o poziție ergonomică pentru operator.

Părțile cilindrice 13a, 13b și 13c au formă tubulară facilitând trecerea prin acestea a tuturor elementelor de cablare.

Prin soluția constructivă aleasă pentru baza mobilă 11, prin greutatea și robustețea acesteia, nu este necesară ancorarea în pardoseală, lucru care reduce substanțial timpul de instalare la un nou post de lucru. Înălțimea cadrului metalic 13, împreună cu dimensiunile bazei mobile conferă ansamblului un grad de ergonomie optim.

Standul robotic colaborativ este destinat unei game largi de operațiuni și aplicații, iar cadrul metalic 13 înglobează și protejează toate liniile de alimentare electrică, de comandă și utilități care deservește sistemul, fiind în același timp proiectat pentru a corespunde încărcărilor și comportamentului dinamic al robotului colaborativ.

Robotul 20 poate fi de tip braț articulată cu șase grade de libertate și este prevăzut cu un efector final 21.

În mod evident, robotul 20 poate avea un număr diferit de grade de libertate și orice structură: articulată, cartezian etc. Efectorul final 21 poate fi o mână mecanică (gripper) având forma specifică aplicației concrete de la postul de lucru, sau poate fi o unealtă sau o sculă adecvată aplicației (cap de frezare, dispozitiv de sablare, cap de sudură etc.).

Indiferent de tipul și forma efectorului final, acesta va avea partea de conectare 22 complementară dispozitivului de schimbare 23, de pe robot.



Dispozitivul de schimbare 23 a efectorului final 21 este compus din două părți: partea fixă 23, montată pe brațul robotic colaborativ și partea detașabilă 22, proiectată astfel încât să se poată monta pe aceasta o gamă variată de efectori. Schimbarea efectorului final se face manual, fiind o operațiune simplă și rapidă.

Efectorul final 21 este partea standului robotic prin care se acționează asupra mediului (mașina de producție, piesa de prelucrat, piesa de manipulat, obiect de măsurat și altele) în conformitate cu destinația lui, care în această situație poate să fie: de manipulare a unor obiecte, scule, capete de forță cu scule) sau de prelucrare, montare sau demontare a unor obiecte de lucru. Adaptarea standului mobil echipat cu robot colaborativ la o anumită situație se realizează prin efectorul final, iar flexibilitatea acestuia depinde nemijlocit de varietatea efectorilor finali suportați.

În situația în care robotul 20 manipulează obiecte de lucru, efectorul final 21 este un dispozitiv de prehensiune, care are rolul de a prinde obiectul de lucru și al solidariza cu ultimul element al brațului robotic colaborativ. Dacă standul mobil este integrat într-un sector de prelucrări, efectorul final este o sculă sau un cap de forță cu sculă antrenată, scula fiind cea care efectuează operația de prelucrare.

În cazul în care operația de prelucrare sau manipulare necesită aport suplimentar de energie (curent electric, aer comprimat, vacuum, presiune de ulei hidraulic etc.) sau de materiale (material de adaos pentru sudare, gaz protector, vopsea lichidă, particule pentru sablare și altele), brațul robotic colaborativ este prevăzut cu sisteme și dispozitive suplimentare care au rolul de a aduce a acestora la efectorul final. Aceste sisteme sunt în sine cunoscute și nu sunt reprezentate în figuri.

Stația de lucru 30 este compusă dintr-o carcasă 31 care conține echipamente electrice și alte echipamente de comunicații și de conexiune.

La intrare, stația 30 este prevăzută cu o cuplă rapidă 32, de conectare la rețeaua de aer comprimat, un conector 33, pentru rețeaua electrică și un conector 34 pentru internet.

Un cablaj universal 35, face legătura dintre stația 30 și unitatea de comandă 60, prin conectorul universal 50.

Interfața mobilă 40 este compusă din totalitatea mijloacelor prin care operatorul comunică cu standul mobil echipat cu robot colaborativ, pentru a vizualiza informații despre starea sistemului robotic și a operațiunilor efectuate, sau pentru a implementa sau schimba



parametrii de funcționare și control ai sistemului robotic deservit. Interfața 40 conține de asemenea și întrerupătoare de blocare a accesului la standul mobil, un întrerupător de urgență 41, un ecran tactil 42, pentru introducerea de date și pentru controlul și gestionarea secvențelor de operațiuni ale sistemului robotic și alte semnalizatoare luminoase și acustice.

Interfața mobilă 40 se poziționează pe partea cilindrică înclinată 13c a cadrului metalic 13 cu ajutorul unui suport 43 care este fixat cu șuruburi.

Un senzor de proximitate 44 semnalizează prezența interfeței 40 pe suportul 43. Când interfața este pe suportul 43, iar operatorul uman programează robotul, un program adecvat limitează mișcările robotului astfel încât acesta să nu-l lovească.

Conectorul universal 50 este alcătuit dintr-un conector „mamă” 51 și un conector „tată” 52. Conectorii 51, 52 au poziționate în corespondență conectorul 53, pentru aer comprimat, conectorul 54, pentru rețeaua electrică, conectorul 55, pentru internet și alți conectori 56, pentru senzorică și comandă.

Conectorul universal 50 este compus din două părți: una fixă (conectorul mamă 51), care este fixată pe standul mobil echipat cu robot colaborativ și o parte mobilă (conectorul tată 52) care conectează standul cu stația de lucru 30. Pentru centralizarea liniilor electrice, de comunicații și utilități a fost proiectat un cablu sub forma unui fascicul flexibil 35, care înglobează toate aceste facilități.

Utilitățile necesare sistemului robotic sunt conectate la robot printr-un singur conector universal 50, de concepție proprie care permite racordarea standului robotizat la rețeaua electrică de putere 54, de aer industrial 53, rețeaua hidraulică, internet, sistemul SCADA 55 al fabricii, conexiune generală GPIO 55, printr-o singură operațiune ușoară și rapidă a operatorului, fără ca acesta să necesite competente de electrică, pneumatică și releistică.

Prin integrarea sistemului robotic în sistemul SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) se realizează monitorizarea, controlul și achiziția de date, în scopul eficientizării funcționării sistemului robotizat, prin centralizarea informațiilor colectate din spațiul de producție într-o unitate de comandă.

Conexiunea GPIO (General Purpose Input-Output) de tip intrare-ieșire, este o conexiune fără scop predefinit, destinația pinilor fiind stabilită de către proiectant în funcție de particularitățile și operațiunile efectuate de către standul robotic colaborativ.



Prin conexiunea la aer comprimat se accesează o formă de energie cu largă utilizare în industrie, având aplicațiile cele mai diverse și destinate unor sisteme de deservire variate. Conexiunea standului robotic la sursa de aer comprimat este necesară pentru acționarea efectorului final în operații specifice precum sablarea, vopsirea sau alimentarea unor actuatori pneumatici.

O altă funcțiune a conectorului universal 50 este alimentarea standului robotizat cu energie electrică, asigurând astfel sursa de energie pentru motoarele electrice, tabloul de conexiuni, sistemele automate precum și alimentarea capului de putere montat pe brațul robotic colaborativ, atunci când operația efectuată de către sistemul robotizat necesită acest lucru.

Unitatea de comandă 60 este de tipul unui calculator de proces și realizează comanda propriu-zisă a sistemului.

Fiecare efector final 21 are integrat un identificator propriu, de efector 65, prin care este recunoscut de către stand. Identificatorul de efector 65 are rolul de a elimina riscul de a monta un efector final necorespunzător postului de lucru și de a comanda lucrul cu acesta. Prin dispozitivul de schimbare a efectorului final se transmite informația la unitatea de comandă 60, care validează efectorul montat sau semnalizează eroarea la schimbarea unui efector neadecvat operației. Identificatorul de efector 65 permite sistemului robotic să identifice dispozitivul de lucru montat, sau faptul că nu este efector montat. Identificarea este făcută prin diferite metode: RFID (Radio Frequency Identificator- Identificare prin semnale pe frecvența radio), coduri DATAMATRIX (coduri sub forma unor tablouri bidimensionale), semnale digitale sau analogice.

Conceptul “Punct zero” se referă la poziționarea robotului 20 în raport cu postul de lucru 1 și stabilirea coordonatelor robotului față de postul de lucru.

Identificarea originii sistemului se face prin așa numita operație de calibrare a standului în funcție de postul de lucru.

Pentru realizarea calibrării se utilizează un dispozitiv de calibrare 70 alcătuit dintr-o parte mobilă 71, care se montează ca efector final și o parte fixă 72, care se poziționează pe postul de lucru 1. La stabilirea originii, cele două părți 71 și 72 se suprapun într-o poziție unic determinată, având la exterior aceeași formă și dimensiune.

Părțile dispozitivului de calibrare 70 au forma unor plăci cilindrice având același diametru în zona de cuplare.



Pentru a se evita erori de conectare între cele două părți ale dispozitiv de calibrare 70, acestea au forme specifice care permit montarea într-o singură poziție, aceea de calibrare. În acest scop, partea mobilă 71 este prevăzută cu o decupare 71a care are aceeași formă și mărime cu decuparea 72a, de pe partea fixă 72.

Decuparea 71a este delimitată de un profil exterior 71b, de formă cilindrică și de un profil interior 71c, având o parte cilindrică 71d și două laturi plane 71e.

În mod similar cu decuparea 71a, decuparea 72a este delimitată de un profil exterior 72b, de formă cilindrică și de un profil interior 72c, având o parte cilindrică 72d și două fețe plane 72e.

Partea fixă 72 este prevăzută cu trei găuri 72f, dispuse asimetric, iar partea mobilă 71 este prevăzută cu trei știfturi 71f, corespondente cu găurile 72f.

Partea fixă 72 este montată pe o placă 73, prevăzută cu găuri 73a, de fixează la postul de lucru 1.

Atunci când operatorul suprapune atât profilele exterioare 71b, 72b cât și fețele plane 71e, 72e, găurile 72f și știfturile 71f sunt în poziția de cuplare unic determinată.

Pe partea cilindrică exterioară a părții mobile 71 este o zonă transparentă 71g, prin care se iluminează cu leduri colorate (roșu, verde, albastru) starea dispozitivului de calibrare.

Calibrarea se realizează în mod colaborativ utilizând atât dispozitivul cât și pachetul de programe care gestionează calibrarea. Metoda de calibrare utilizând dispozitivul 70 și pachetul de programe conferă o înaltă precizie de poziționare și orientare față de planul fabricii (postul de lucru).

Identificarea stației de lucru 30 se face prin aceleași metode ca și identificarea efectorului final 21 și permite sistemului robotizat să identifice stația de lucru în care a fost integrat și să semnaleze eventualele erori. În acest scop se utilizează identificatori 66.

Programele care guvernează latura colaborativă a sistemului robotizat sunt concepute special pentru această aplicație și se bazează pe aplicarea calculului de cinematică inversă pentru recalcularea pozițiilor punctelor și a traiectoriilor parcurse. Printre pachetele de programe concepute în acest scop se enumeră: programe pentru inițializarea sistemului robotic, programe pentru identificarea stației de lucru sau a efectorului final, programe pentru calibrarea robotului și recalcularea punctelor și a traiectoriilor, programe pentru lucrul cu fiecare efector final.

Metoda de calibrare a standului mobil cu robot colaborativ presupune efectuarea următoarelor faze:

1. se montează partea mobilă 71 a dispozitivului de calibrare 70 în locul efectorului final 21
2. prin interfața programabilă 40 se activează programul colaborativ de calibrare care permite operatorului conducerea manuală a robotului prin manevrare de la efectorul final
3. operatorul conduce manual partea mobilă 71 instalată pe robot până când o potrivește și o cuplează cu partea fixă 72, în poziție unic determinată
4. după cuplarea părților 71 și 72, operatorul lansează programul de stabilire a originii
5. programul de calibrare stabilește prin cinematica inversă poziția robotului, în funcție de coordonatele cuplelor motoare în poziția de cuplare a părților 71 și 72.

Prin aplicarea invenției așa cum este descrisă, se obțin următoarele avantaje:

- reducerea timpului și costului de instalare pentru un robot colaborativ la mutarea acestuia la o stație nouă de lucru;
- odată integrat, sistemul robotizat este mobil și poate fi mutat de la o stație la alta fără a fi nevoie să fie reprogramat după mutarea la un alt stand de lucru;
- simplificarea construcției sistemului robotizat;
- posibilitatea de a influența în timp real diagramele V pentru un proces de fabricație;
- calibrarea precisă a poziției dispozitivului în raport cu stația de lucru, utilizând metoda colaborativă;
- eliminarea erorilor umane pentru configurarea parametrilor tehnici atunci când se dorește instalarea unui robot colaborativ la o stație nouă de lucru;
- indexarea stațiilor de lucru și validarea acestora, prin intermediul identificatorilor proprii;
- conectarea rapidă, simultană, simplă și sigură a sistemului robotic la stația de lucru, printr-o singură operațiune cuplare a conectorului universal.

## REVENDICĂRI

1. Stand mobil cu robot colaborativ alcătuit dintr-o structură mecanică (10) care susține un robot (20) pentru operații de manipulare a unor piese sau scule care deservește un post de lucru (1) cu o stație de lucru (30) care se cuplează cu ajutorul unui conector universal (50) la unitatea de comandă (60), **caracterizat prin aceea că**, pentru calibrarea precisă și rapidă atunci când este cuplat la un post de lucru (1), se utilizează un dispozitiv de calibrare (70), alcătuit dintr-o parte mobilă (71), montată în locul efectorului final (21) și condusă manual până ce se cuplează, într-o poziție unic determinată, cu o altă parte fixă (72) la postul de lucru (1), calibrarea realizându-se printr-un program ce utilizează analiza cinematică inversă.
2. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a cuplarea ușoară a părților (71) și (72) acestea au la exterior același formă și dimensiune, iar pentru ca operatorul să vadă poziția de calibrare unic determinată, partea mobilă (71) este prevăzută cu o decupare (71a) care are aceeași formă și mărime cu decuparea (72a), de pe partea fixă (72).
3. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, observatorul identifică ușor poziția unică de cuplare a părților (71) și (72) dată de găurile (72f) și știfturile (71f) prin suprapunerea simultană a profilelor exterioare (71b) cu (72b) și a fețelor plane (71e) cu (72e).
4. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru mutarea rapidă la un post de lucru (1), structura mecanică (10) este concepută pe o bază mobilă (11) cu locașuri (11a) și (11b) pentru o transpaletă sau pentru lamelele unui stivuator.
5. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru protejarea elementelor de cablare, robotul (20) este montat pe un cadru rigid (13) format din părțile cilindrice tubulare (13a), (13b) și (13c) prin care trec toate cablurile.
6. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a oferi cuplarea și decuplarea ergonomică a conectorului universal (50) acesta se montează pe suprafața (13d), a cadrului (13) înclinată la unghi cuprins între 45°-60° față de un plan orizontal.

7. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a oferi o poziție ergonomică a interfeței mobile (40), aceasta se așează pe un suport (43) în sine cunoscut, pe suprafața înclinată (13e) dispusă înclinat la un unghi cuprins între 15° și 30° față de axa de simetrie a părții înclinate (13c) care face cu axa de simetrie a părții verticale (13a) un unghi cuprins între 45°-60°.
8. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru o cuplare rapidă a standului la stația de lucru (30), conectorul universal (50) conține conectorul (53), pentru aer comprimat, conectorul (54), pentru rețeaua electrică, conectorul (55), pentru internet și alți conectori (56), pentru senzorică și comandă.
9. Stand mobil cu robot colaborativ, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru recunoașterea fiecărui post de lucru și selectarea corespunzătoare a efectorilor (21), utilizează identificatori de efector (65) și identificatori (66) pentru stația de lucru (30).
10. Metoda de calibrare a standului mobil cu robot colaborativ cu un post de lucru la care a fost mutat, **caracterizată prin aceea că**, presupune efectuarea următoarelor faze:
  - a. deplasarea standului mobil cu robot colaborativ la postul de lucru
  - b. cuplarea standului cu stația de lucru a postului utilizând un conector universal prin care se conectează partea de forță, de utilități, de comandă și senzorică, internet etc.
  - c. identificarea postului de lucru cu ajutorul unui program și selectarea programelor aferente deservirii postului de lucru respectiv
  - d. schimbarea efectorului final cu partea mobilă a dispozitivului de calibrare
  - e. activarea programului colaborativ de calibrare a standului utilizând interfața programabilă
  - f. conducerea manuală a robotului și cuplarea părții mobile a dispozitivului de calibrare de pe robot, într-o singură poziție unic determinată, cu partea fixă montată la postul de lucru
  - g. calibrarea efectivă cu programul colaborativ de calibrare care determină poziția spațială a robotului față de postul de lucru, prin calcule de cinematica inversă.



11. Metoda de calibrare a standului mobil cu robot colaborativ cu un post de lucru (1) la care a fost mutat, **caracterizată prin aceea că**, presupune efectuarea următoarelor faze:

- a. se montează partea mobilă (71) a dispozitivului de calibrare (70) în locul efectorului final (21)
- b. utilizând interfața programabilă (40) se activează programul colaborativ de calibrare care permite operatorului conducerea manuală a robotului prin manevrarea efectorului final (21)
- c. operatorul conduce manual partea mobilă (71) instalată pe robot până când o potrivește și o cuplează cu partea fixă (72), în poziția de calibrare unic determinată
- d. se dă comanda de calibrare iar programul stabilește poziția robotului față de postul de lucru (1).

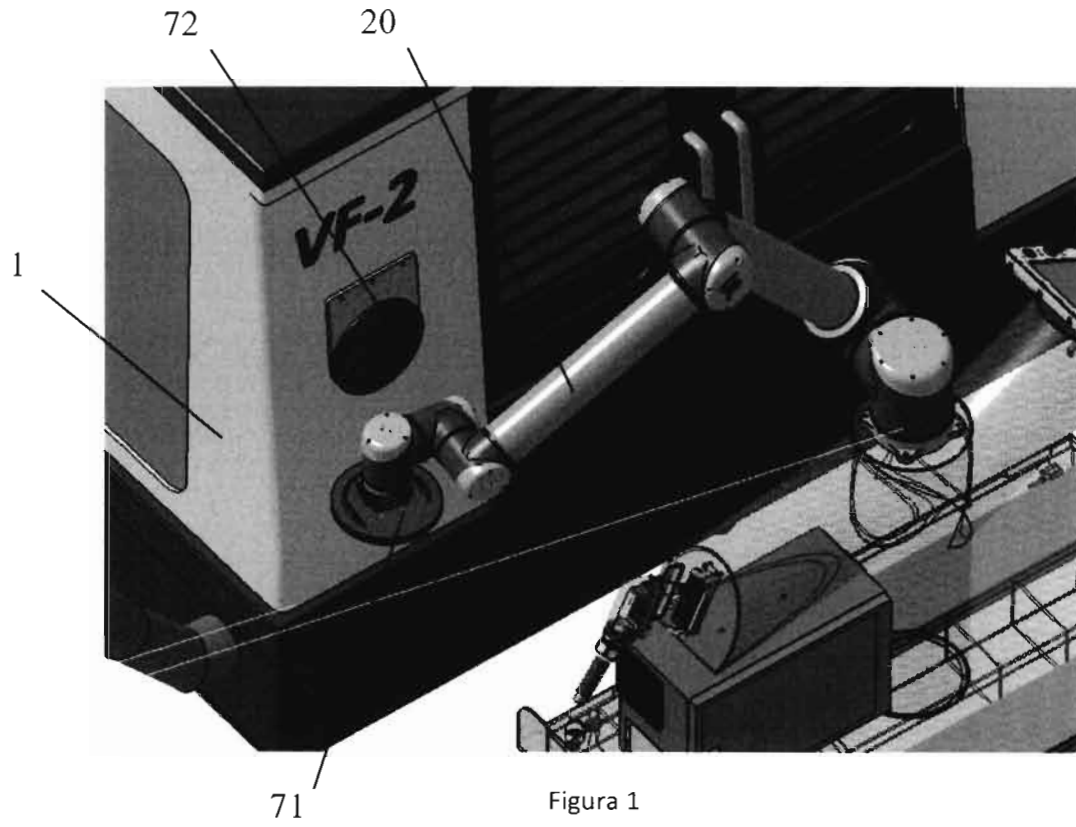


Figura 1

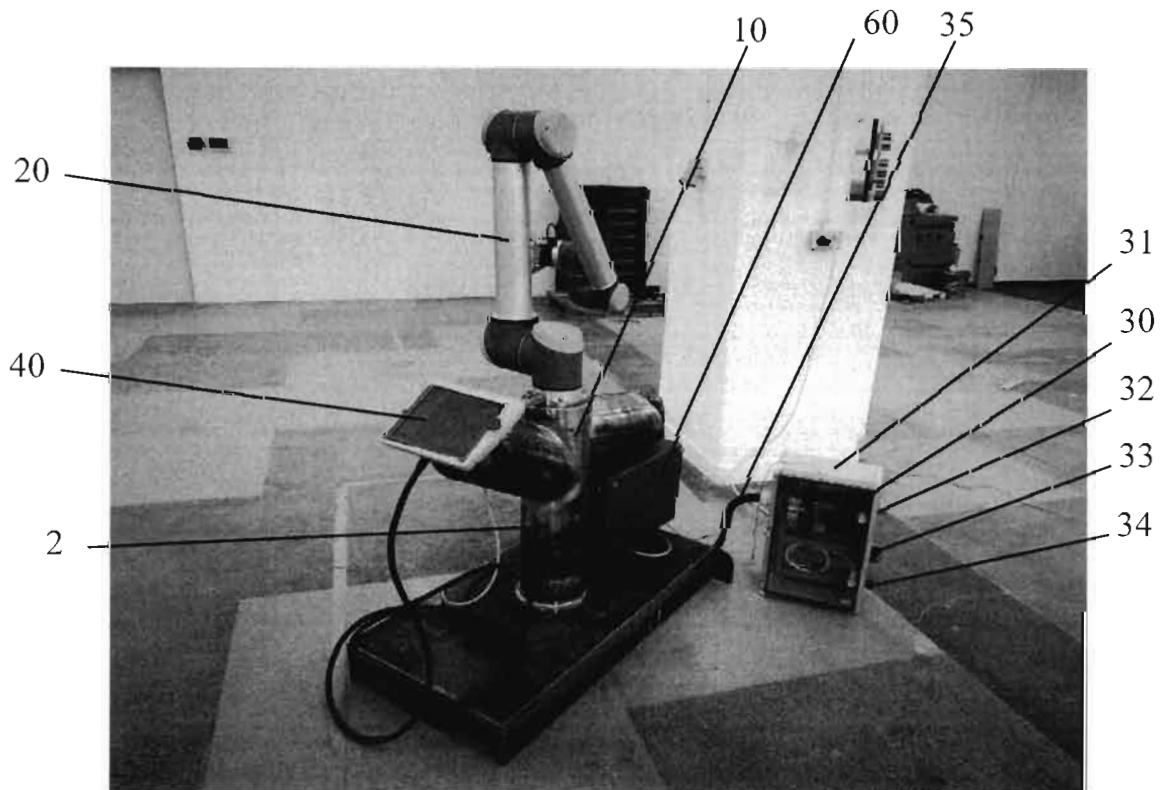


Figura 2

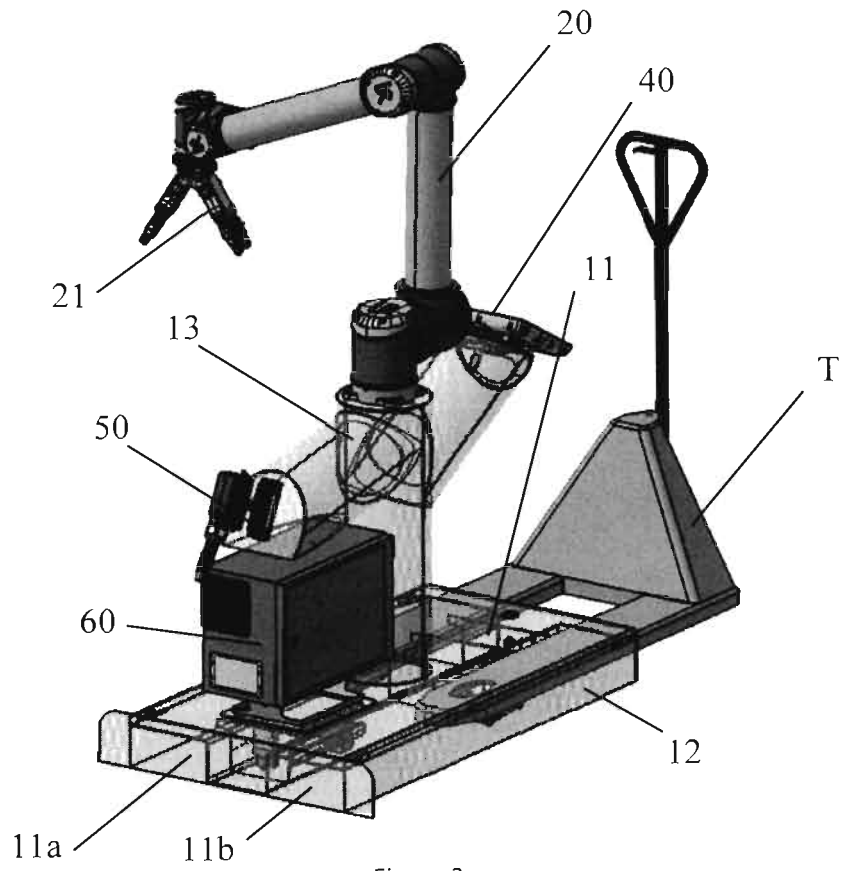


Figura 3

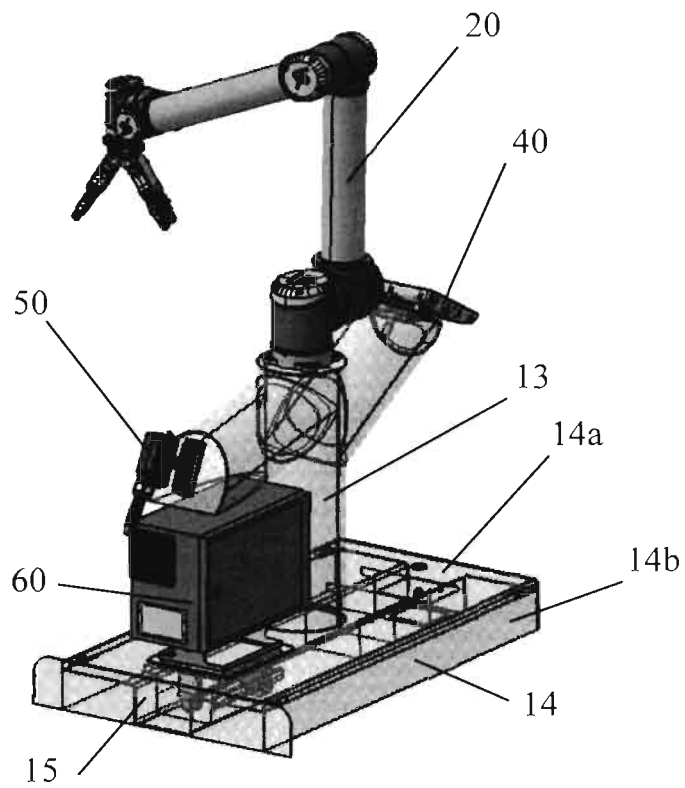


Figura 4



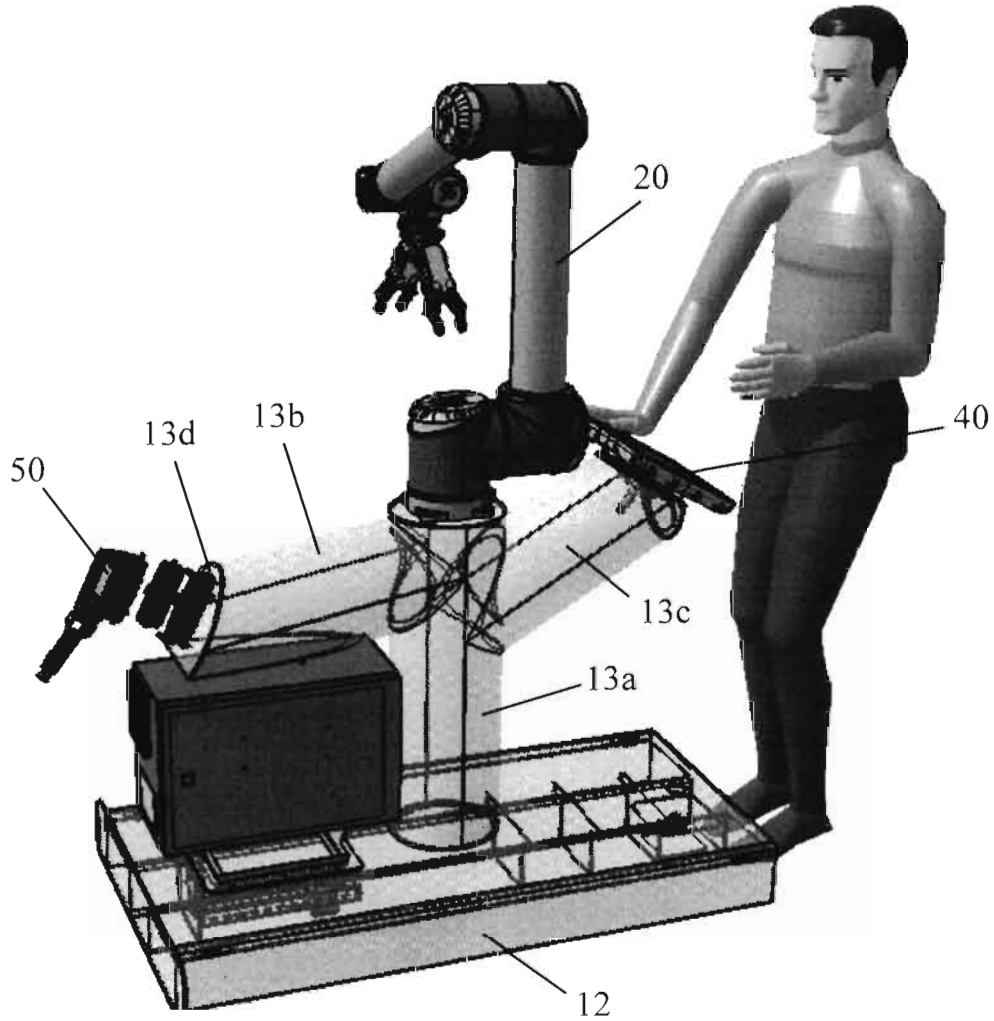


Figura 5

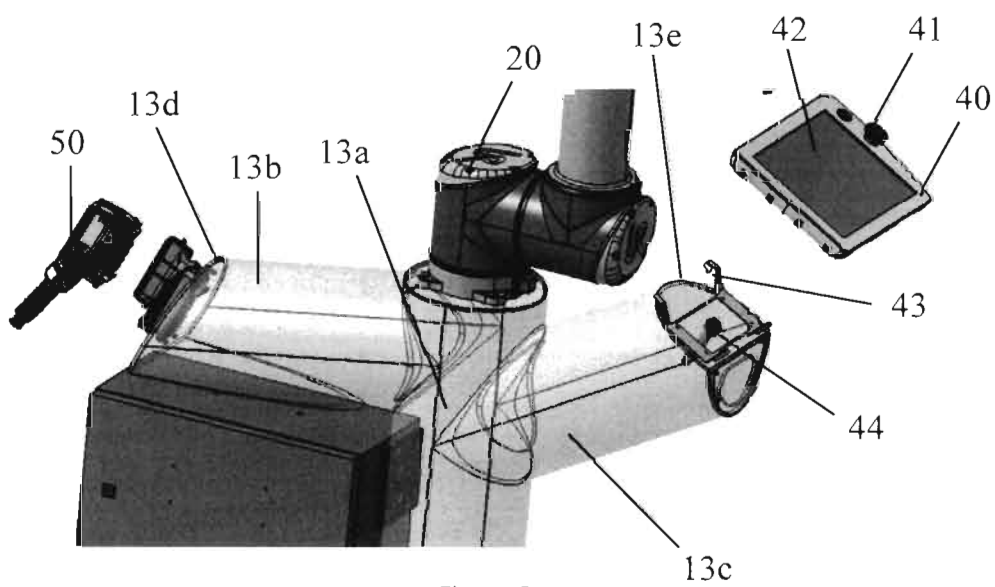


Figura 6

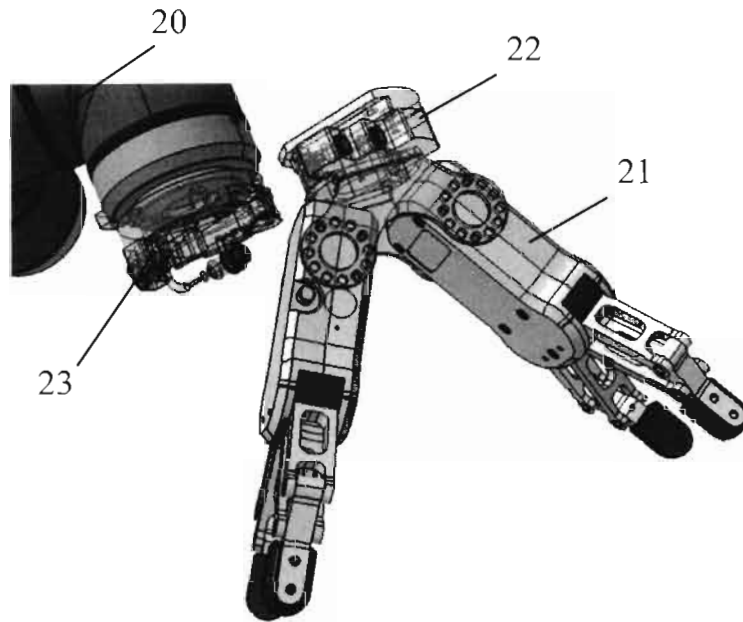


Figura 7

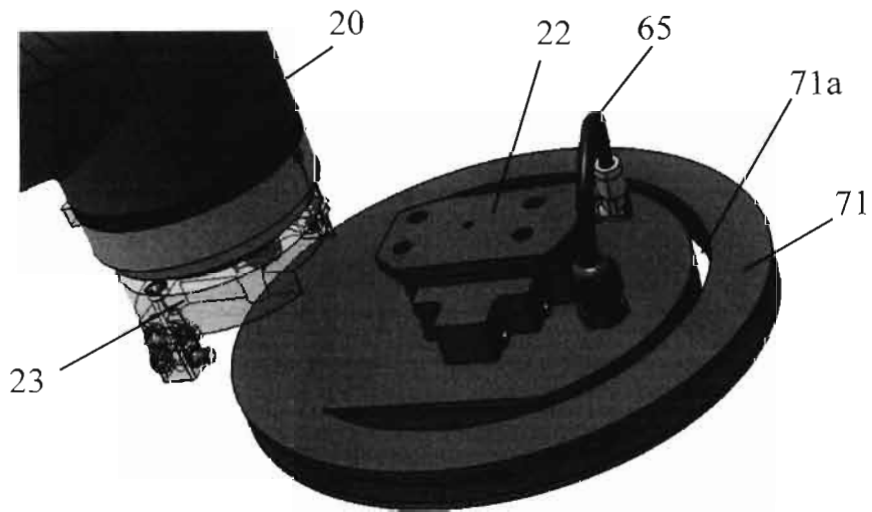


Figura 8

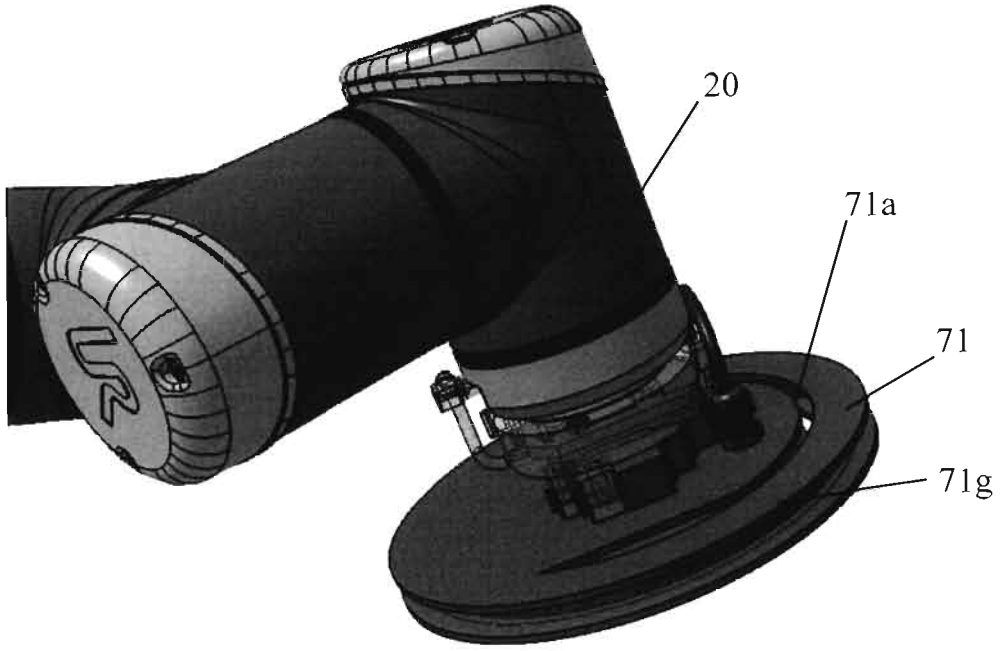


Figura 9

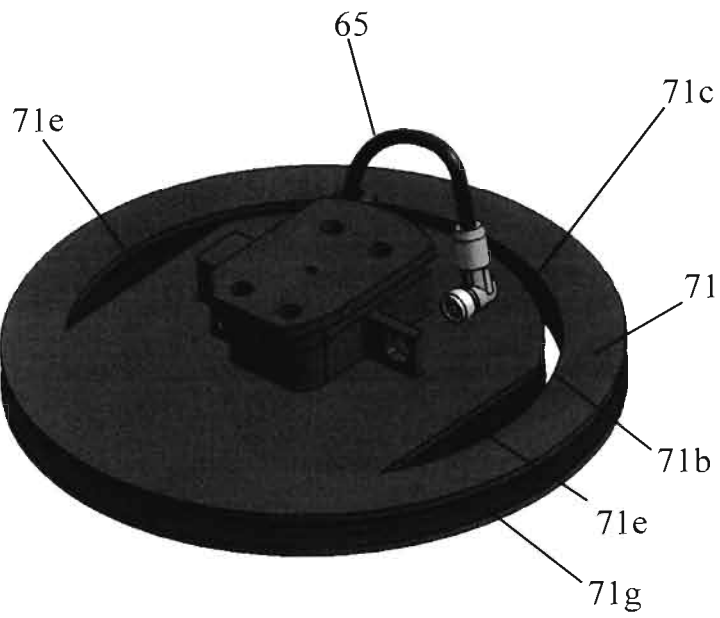


Figura 10

45

a 2019 00277

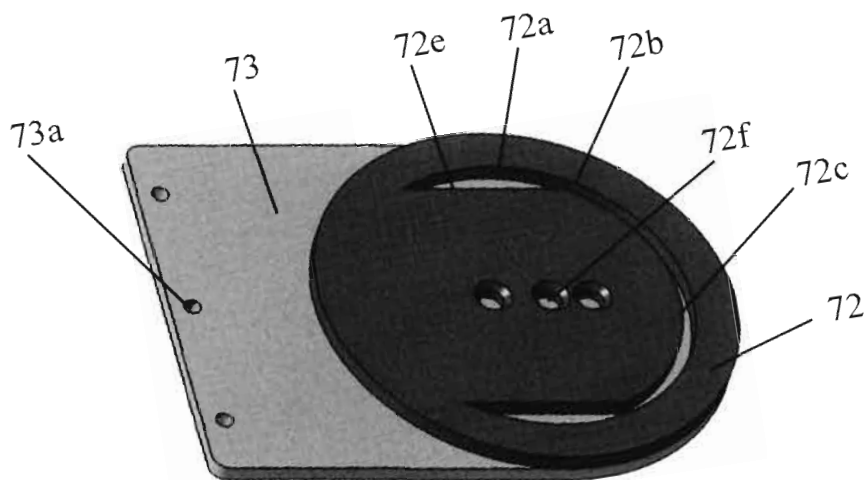


Figura 11

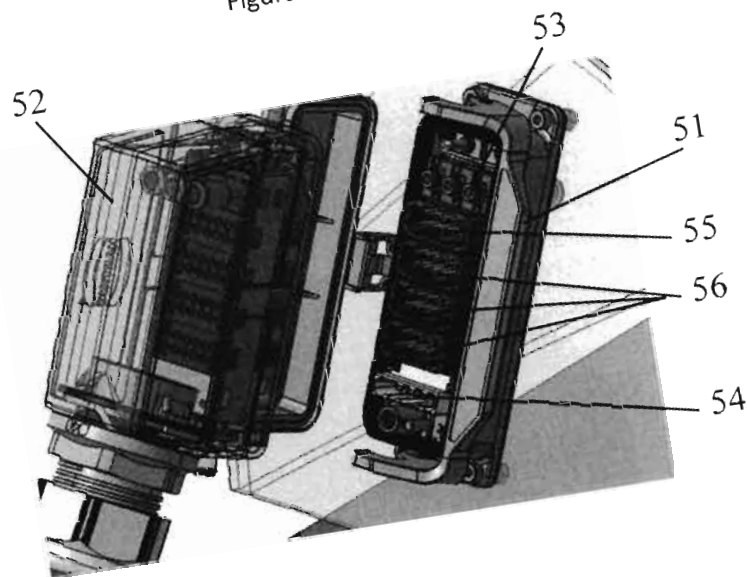


Figura 12

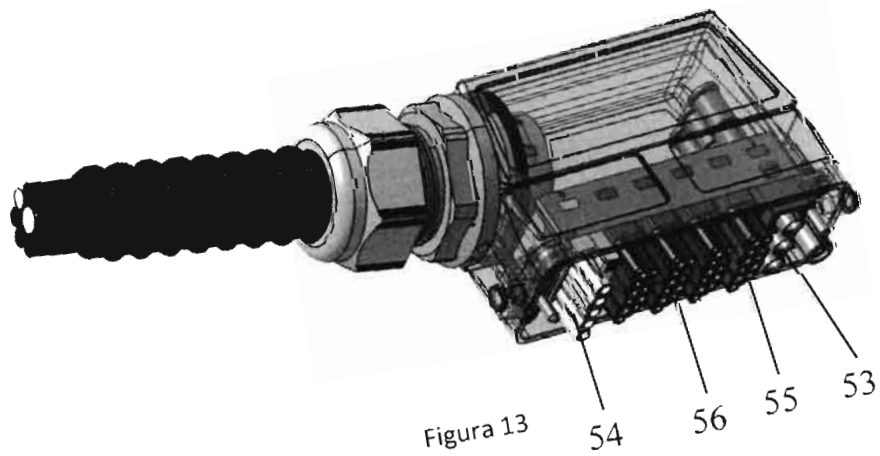


Figura 13

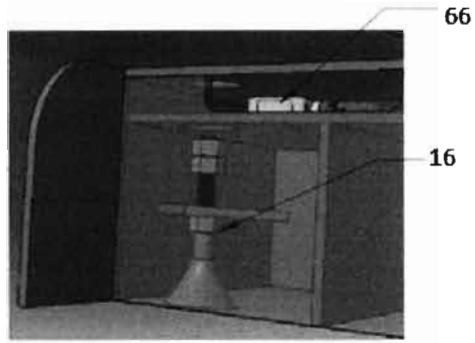


Figura 14