



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2018 00125**

(22) Data de depozit: **23/11/2015**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2023** BOPI nr. **8/2023**

(30) Prioritate:  
**12/11/2015 CN 201510769050.0**

(41) Data publicării cererii:  
**30/08/2019** BOPI nr. **8/2019**

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. **CN 2015/095306 23/11/2015**

(87) Publicare internațională:  
Nr. **WO 2017/079995 18/05/2017**

(73) Titular:  
• **SHANGHAI ELECTRIC NUCLEAR  
POWER EQUIPMENT CO.,LTD., NO.77  
CENGLIN ROAD, LINGANG NEW AREA,  
PUDONG NEW DISTRICT, SHANGHAI, CN**

(72) Inventatori:  
• **YANG CHENG DONG, NO.77 CENGLIN  
ROAD, LINGANG, PUDONG NEW  
DISTRICT, SHANGHAI, CN;**

• **TANG WEIBAO, NO.77 CENGLIN ROAD,  
LINGANG, PUDONG NEW DISTRICT,  
SHANGHAI, CN;**  
• **ZHANG MAOLONG, NO.77 CENGLIN  
ROAD, LINGANG, PUDONG NEW  
DISTRICT, SHANGHAI, CN;**  
• **ZHANG MIN, NO.77 CENGLIN ROAD,  
LINGANG, PUDONG NEW DISTRICT,  
SHANGHAI, CN;**  
• **LUO QING, NO.77 CENGLIN ROAD,  
LINGANG, PUDONG NEW DISTRICT,  
SHANGHAI, CN**

(74) Mandatar:  
**ENPORA BRAND MANAGEMENT S.R.L.,  
STR.GEORGE CĂLINESCU NR.52A, AP.1,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**CN 104588839 A; CN 102430841 A;  
CN 105033419 A**

(54) **SISTEM DE SUDARE CU ROBOT PENTRU SUDAREA  
ÎMBINĂRILOR TUBURI-PLĂCI**



# RO 133553 B1

1           Invenția se referă la un sistem și un procedeu de sudare automată din domeniul  
tehnologiilor pentru sudarea cu robot inteligent și în mod specific- la un sistem și un proce-  
3       deu de sudare cu robot pentru sudarea unor ansambluri tub-placă ale generatorului pentru  
abur al echipamentului principal al unei centrale nucleare.

5           Energia nucleară are avantaje precum lipsa de poluare chimică, capacitatea de  
aprovizionare cu energie constantă și mai puține restricții geologice. Energia nucleară este  
7       orientarea importantă a dezvoltării energiei în viitor. În conformitate cu planul național pentru  
dezvoltarea energiei nucleare pentru 2020, puterea totală instalată a energiei nucleare din  
9       China va ajunge la 40 milioane kW, iar raportul energiei nucleare în capacitatea totală  
instalată a energiei electrice a Chinei va fi îmbunătățită cu 4% cu o capacitate de generare  
11      de energie anuală de 260-280 miliarde kWh.

13          Perioadele de construcție ale proiectelor de energie nucleară vor influența în mod  
semnificativ costurile lor. Generatorul pentru vapori este principalul echipament al centralei  
nucleare, iar sudarea ansamblului tub-placă a tubului în timpul fabricării sale este un proces  
15      cheie. Calitatea și eficiența sudurii ansamblu tub-placă a tubului va influența în mod direct  
rezistența la coroziune și etanșeitățile la aer a părții plăcii tubului și durata construcției gene-  
17      ratorului de vapori.

Numărul de îmbinări pentru sudarea ansamblului tub-placă a tubului:

19          De exemplu, în cazul generatorului AP1000, vor fi 20050 de îmbinări prin sudură între  
tub și placa tubului. În prezent, sudarea este făcută, în principal, prin ținerea manuală a  
21      pistoalelor de sudură pentru tub-placa tubului, ceea ce conduce la o eficiență scăzută a  
sudării.

23          În stadiul tehnicii este cunoscut **CN 104588839 A** care prezintă un sistem de sudare  
robotizat care include un sistem de control și următoarele dispozitive conectate și controlate  
25      de acesta: două dispozitive de sudare automate cu șase grade de libertate și niște pistolete  
de sudură, fiecare dispozitiv de sudare automată prinzând pistolul de sudură corespunzător  
27      poziției de lucru corespunzătoare, fiecare pistol de sudură efectuând sudarea specifică de  
prelucrat incluzând de asemenea un sistem de detectare, prin care, în funcție de forma  
29      sudurii, se face inspecția online a calității sudurii. Metoda automată de sudare specifică, cu  
sistemul de sudare robotizat menționat, include instalarea mai multor piese de prelucrat pe  
31      niște cadre suport, platforma sistemului fiind mutată în partea din față a piesei de prelucrat,  
astfel încât echipamentul așezat pe platforma sistemului de sudură robotizat să poată  
33      efectua operațiuni corespunzătoare în modul următor: - fiecare robot industrial apucă un  
pistol de sudură corespunzător în poziția curentă pentru a poziționa pistolul de sudură; la  
35      comanda sistemului de comandă se începe sudarea, iar un semnal de finalizare a sudării  
este dat după terminarea sudării unei singure piese de prelucrat, (descriere, paragrafele  
37      0023-0030 revendicări 1, 2 + fig.3).

39          Se cunoaște de asemenea din stadiul tehnicii **CN 102430841 A**, care prezintă un  
robot de sudare cu arc și cu laser și o metodă de control al sudurii cu urmărirea cusăturilor  
bazată pe planificarea sudării, prin combinarea informațiilor și folosind în mod cuprinzător  
41      un mecanism de detectare și predicție a senzorului, o transmisie cu mecanism de  
compensare a întârzierii, un mecanism de selectare a traseului cusăturii și un mecanism  
43      online de sinteză a urmelor de sudură în 6 dimensiuni, planificarea senzorilor fiind introdusă  
în programarea offline astfel încât un șablon al unei soluții totale pentru urmărirea întregii  
45      cusături să poată fi furnizat pentru aspectul microscopic, sudarea cu pistol de sudură și  
starea de funcționare a robotului fiind asigurată prin planificarea senzorilor, (descriere,  
47      revendicări 1-4 + fig.1-5).

# RO 133553 B1

Se cunoaște de asemenea în stadiul tehnicii <b>CN 105033419 A</b> , care prezintă un robot de sudare de tip mobil, bazat pe urmărirea liniei de sudare a imaginii de sudură și care cuprinde un cărucior robot de sudare de tip mobil, o șină de ghidare, un sistem de control al robotului de sudură, o sursă de energie pentru sudare, un sistem de alimentare cu sârmă, un pistol de sudură, o imagine pentru planul de sudură, un sistem de colectare și procesare și un circuit de interfață online, o cameră CCD a sistemului de colectare și procesare a imaginilor fiind prevăzută cu un sistem de filtrare a luminii arcului și fiind montată pe un mecanism de blocare/alunecare sus-îjos al căruciorului robotului de sudură printr-o placă de legătură cu reglare tridimensională în procesul de sudare, o imagine a grupului de sudură fiind transmisă online și un algoritm de estimare a abaterii de sudură cu valoarea extremă a curburii fiind utilizat pentru extragerea unei valori a abaterii de sudare, sistemul de control al robotului de sudură controlând un mecanism de execuție de urmărire a liniei de sudare a robotului de sudură care face sudarea complet automată printr-o stație nefixă, în special pentru lucrările de montaj pe șantier.	1 3 5 7 9 11 13
Prezenta invenție propune un sistem pentru sudarea cu robot și un procedeu de sudare pentru sudarea ansamblului tub-placă a tubului generatorului de abur al centralei nucleare, în locul actualei situații de sudare manuală a ansamblului tub-placă specific tuburilor generatorului de abur, care are astfel de funcții cum ar fi: identificarea și ghidarea poziției de sudare inițiale în timpul procesului de sudare automată ansamblu tub-placă a tubului, planificarea rutei și programarea offline, sudarea automată a ansamblului tub-placă specific tuburilor cu robot, inspecția automată și înlocuirea electrozilor din tungsten și inspecția online a calității cusăturii sudate.	15 17 19 21
Pentru a atinge obiectivele de mai sus, prezenta invenție prevede un sistem pentru sudarea cu robot, care are un modul central pentru control și următoarele dispozitive conectate la el prin semnale și controlate de el:	23 25
- cel puțin un robot industrial cu șase grade de libertate, al cărui domeniu de lucru trebuie să se suprapună pentru a acoperi toate pozițiile de sudare ale îmbinărilor prin sudură dintre tub și placa tubului;	27
- cel puțin un pistol de sudură tuburi-placă a tuburilor; fiecare robot industrial va ține cel puțin un pistol corespondent pentru sudura tub-placă a tubului, în golul corespondent al tubului; pistoalele pentru sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor, la fiecare gol de tub vor fi întrebuițate pentru a suda îmbinările dintre tub și placa tubului;	29 31
- modulul pentru inspectarea online a calității cusăturilor de sudură: pentru a inspecta online calitatea îmbinărilor sudate funcție de aspectul acestor cusături.	33
De preferință, sistemul de sudare cu robot are un modul pentru planificarea traseului și pentru programarea offline, conectat prin semnal la și aflat sub controlul unui modul central pentru comandă, pentru a planifica traseele pentru sudare pentru mai mulți roboți industriali, pentru a împiedica ciocnirea roboților și pentru a efectua programarea offline funcție de planurile stabilite.	35 37 39
De preferință, numitul sistem pentru sudarea cu robot are și un modul pentru scanarea cu laser și pentru poziționare, care se conectează la și se găsește sub controlul modulului central pentru comandă prin semnale, care poate să scaneze golul tubului cu senzorul său cu laser pentru a obține coordonatele cercului de sudare ca valori de referință pentru identificarea și ghidarea pozițiilor de sudare inițiale.	41 43
De preferință, numitul sistem pentru sudarea cu robot are doi roboți industriali și fiecare robot posedă două pistoale pentru sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor, întrebuițate pentru a efectua sudarea automată în argon cu arc electric cu electrozi din tungsten a îmbinărilor dintre tuburi și plăcile tuburilor.	45 47

# RO 133553 B1

1 De preferință, numiții roboți industriali sunt instalați pe suportii verticali corespondenți  
și se pot deplasa pe orizontală de-a lungul suportilor și numiții roboți industriali sunt capabili  
3 să se deplaseze în sus și în jos pe suportii verticali.

De preferință, numiții suportii verticali sunt instalați pe platforma sistemului și se pot  
5 deplasa cu platforma, iar numita platformă a sistemului se poate deplasa la fiecare ansamblu  
tub-placă a fiecărei piese de prelucrat prin sudură, de-a lungul șinelor de pe sol.

7 Numitele piese pentru prelucrat sunt generatoarele de abur amplasate pe suportii lor.  
De preferință, pe numita platformă a sistemului sunt instalate următoarele dispozitive:

9 - platforma pentru înlocuirea automată a electrozilor din tungsten: platforma se  
găsește în domeniul de operare al robotului industrial corespondent pentru a înlocui electrozii  
11 din tungsten;

- alimentarea cu energie a sudării, pentru a alimenta cu energie numitele pistoale  
13 pentru sudarea ansamblului tub-placă a tubului;

- tabloul pentru comanda robotului: pentru a instala dispozitivele pentru comandă  
15 pentru fiecare robot industrial;

- platforma centrală pentru comandă: pentru a instala numitul modul central pentru  
17 comandă, modulul pentru inspecția online pentru calitatea îmbinării sudate, modulul pentru  
planificarea traseului și pentru programarea offline și modulul pentru scanarea și poziționarea  
19 cu laser.

De preferință, numiții suportii verticali trebuie să fie instalați cu suportii pentru atârnare  
21 pentru a amplasa cablurile roboților industriali și pistoalele pentru sudura ansamblului  
tub-placă specific tuburilor corespondente.

23 Șinele de pe sol ale numitei platforme a sistemului includ șine orizontale și șine  
longitudinale.

25 De preferință, numitul modul pentru inspecția online pentru calitatea cusăturii sudurii  
este destinat inspecției online, pe baza imaginii reconstruite 3D a cusăturilor de sudură care  
27 este făcută în conformitate cu rezultatele scanării îmbinărilor cu senzorul cu laser.

De preferință, numitul sensor cu laser este instalat la extremitatea frontală a brațului  
29 numitului robot industrial.

O altă soluție tehnică din această invenție este aceea de a pune la dispoziție un  
31 procedeu de sudare a sistemului de sudare cu robot, inclusiv următoarele procese:

- instalarea mai multor piese pentru prelucrare pe suportii corespondenți;  
33 - deplasarea platformei sistemului către placa tubului uneia dintre piesele pentru  
prelucrare pe șinele de pe sol pentru a permite ca dispozitivele instalate pe platforma  
35 sistemului pentru sudare cu robot să realizeze operațiile corepunzătoare.

Fiecare robot industrial va ține unul dintre pistoalele pentru sudare corespondente  
37 în poziția de sudare corespondentă golului tubului, care trebuie să fie sudat pe placa tubului  
pentru a poziționa pistolul de sudare. După poziționarea pistolului pentru sudare, robotul va  
39 elibera prinderea pistolului pentru sudare pentru a ține un alt pistol pentru sudare  
corespondent.

41 Pistolul pentru sudare poziționat va începe sudura în conformitate cu comenzile de  
la modulul central de comandă. După terminarea sudării ansamblu tub-placă a tubului, va  
43 fi trimis un semnal despre terminarea sudării. Robotul industrial va apuca pistolul de sudură  
care a trimis semnalul de terminare și îl va pune în următorul gol pentru poziționare pentru  
45 a conduce următoarea sudare tuburi-plăci ale tuburilor.

După terminarea sudării tuturor tuburilor și plăcilor tuburilor pe o piesă pentru  
47 prelucrare prin cooperarea dintre roboții industriali și pistoalele lor pentru sudare, platforma  
pentru sistem va fi deplasată către placa de tub a viitoarei piese pentru prelucrare prin  
49 intermediul șinelor de sol până când sunt sudate toate îmbinările tuburi-plăci ale tuburilor.

# RO 133553 B1

De preferință, procedeul de sudare de mai sus include: fiecare robot industrial va antrena deplasarea senzorului laser instalat pe brațul frontal pentru a scana golul de tub care trebuie să fie sudat pe placa tubului și pentru a determina poziția centrală a golului tubului cu modulul pentru scanarea și pentru poziționarea cu laser pentru a permite robotului industrial să trimită unul dintre pistoalele pentru sudare corespondente către poziția de sudare corespondentă golului tubului.

De preferință, numitul procedeu pentru sudare include de asemenea:

- după terminarea sudării unei îmbinări tuburi-plăci ale tuburilor, îmbinarea tuburi-plăci ale tuburilor va fi scanată cu senzorul cu laser pentru a obține imaginea reconstruită 3D a îmbinării sudate, prin intermediul modulului pentru inspecția online, și se va efectua inspecția online și avertizarea privind defectele de calitate ale calității îmbinării funcție de aspectul îmbinării.

De preferință, numitul procedeu pentru sudare include de asemenea: după instalarea mai multor piese pentru prelucrare pe suportii lor, vor fi stabilite modelele 1:1/ 3D pentru piesele pentru prelucrare, care vor fi introduse în sistemul de comandă a robotului; și, după deplasarea platformei sistemului către partea frontală a plăcii tubului oricărei piese pentru prelucrare, va fi efectuată operația de instruire manuală a roboților industriali, coordonate prezente ale piesei pentru prelucrare fiind apoi confirmate pe baza mai multor puncte de referință pentru a corecta sistemul de coordonate al modelului 3D al piesei pentru prelucrare, iar modulul pentru planificarea traseului și programarea offline va fi întrebuintat pentru a implementa planul de anti-ciocnire al traseelor mai multor roboți industriali și pentru a efectua programarea offline pentru plan.

De preferință, atunci când oricare dintre pistoalele pentru sudură a fost pus în poziția de sudură a golului tubului care trebuie să fie sudat de robotul industrial, tubul auxiliar pneumatic pentru expandare, instalat la partea superioară a pistolului, va fi introdus în golul tubului, iar tubul pentru expandare se va extinde în mod automat după ce pistolul pentru sudare ajunge în poziția axială. După confirmarea extinderii, robotul va elibera prinderea pistolului.

Această invenție prezintă un sistem de sudare cu robot și procedeul lui de sudare, care se găsește în domeniul tehnologiei automate pentru sudarea cu robot, și aplicabilă sudării ansamblului tub-placă specific tuburilor generatorului de abur, echipamentul principal al centralei nucleare. Roboții industriali din invenție au avantajul unei eficiențe de lucru ridicate, al stabilității, fiabilității și înaltei precizii de repetare. Întrebuintarea roboților pentru a înlocui munca manuală în operațiile de sudare, are avantaje evidente în ceea ce privește eficiența sudării, asigurarea calității și stabilității produsului, îmbunătățirea condițiilor de lucru și reducerea volumului de muncă.

Invenția prezintă avantajul că poate să fie întrebuintată pentru a realiza identificarea și ghidarea automată, planificarea traseului și programarea offline, sudarea automată cu roboți a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor și inspecția online a calității cusăturii sudate, care este de mare importanță pentru îmbunătățirea eficienței sudării ansamblu tub-placă a tubului, garantarea stabilității calității cusăturii sudurii, reducerea perioadelor de livrare a generatoarelor pentru abur și îmbunătățirea costurilor energiei nucleare.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură și cu fig. 1...3 care reprezintă:

- fig. 1, prezintă structura sistemului de sudare cu robot pentru sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor unui generator pentru abur- echipamentul principal al centralei nucleare;

- fig. 2, prezintă schema numitului sistem pentru sudarea cu robot;

# RO 133553 B1

1 - fig. 3, prezintă diagrama tehnologică a procedurii de sudare a numitului sistem  
2 pentru sudare cu robot.

3 Modalități de realizare a invenției vor fi descrise în detaliu, după cum urmează, pe  
4 baza figurilor și vor fi implementate pe baza procedurii tehnice al acestei invenții. Sunt puse  
5 la dispoziție procedurile de implementare detaliate și procesul de operare, dar domeniul de  
6 protecție al acestei invenții nu este limitat la aceste modalități de realizare.

7 După cum se poate vedea în fig. 1, prezenta invenție pune la dispoziție un sistem  
8 pentru sudarea cu robot destinat sudării ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor genera-  
9 torului pentru abur, echipamentul principal al centralei nucleare, care include: roboți  
10 industriali (doi- în cazul exemplului de realizare), modulul pentru planificarea traseului și  
11 pentru programarea offline, modulul laser pentru scanare și poziționare, pistolul pentru  
12 sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor, modulul pentru inspecția online pentru  
13 calitatea cusăturii sudate și modulul central de comandă, întrebunțat pentru comanda  
14 operațiunilor modulelor de mai sus și a pieselor de prelucrat.

15 Cei doi roboți industriali cu șase grade de libertate (în continuare denumiți doar  
16 "roboți") sunt instalați pe suporturi verticale cu șine de ghidare, care se pot deplasa orizontal.  
17 Roboții pot să fie deplasați în sus și în jos pe suporturi pentru a termina sudarea părții  
18 superioare a plăcii tubului și a părții inferioare a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor.  
19 Suporturi verticale se pot deplasa orizontal pe șinele de ghidare, pentru a-i face pe roboți să  
20 se deplaseze orizontal, să termine sudarea părții din stânga a plăcii tubului și a părții din  
21 dreapta a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor. Prin urmare, cu suporturi verticale, roboții  
22 se pot deplasa în sus și în jos, la stânga și la dreapta. Cu ajutorul acoperirii domeniilor de  
23 lucru ale celor doi roboți, poate să fie acoperită întreaga suprafață a plăcii tubului pentru a  
24 realiza sudarea tuturor tuburilor și plăcilor tuburilor cu numai doi roboți.

25 Numitul modul pentru planificarea traseului și programarea offline poate să fie  
26 întrebunțat pentru a planifica traseele de sudare ale celor doi roboți și pentru a optimiza  
27 traseele prin simulare pentru a obține planul de planificare a traseului optimizat, pentru a  
28 îmbunătăți eficiența sudării și pentru a preveni ciocnirile celor doi roboți. Pentru planul  
29 planificării optimizate a traseului, este întrebunțată programarea offline pentru a înlocui  
30 programarea complicată cu ajutorul manualului și pentru a îmbunătăți astfel eficiența sudării  
31 tuburi-plăci ale tuburilor generatorului pentru abur.

32 Numitul modul pentru scanarea și pentru poziționarea cu laser poate să fie  
33 întrebunțat pentru a realiza scanarea cu laser a golurilor tuburilor cu senzori cu laser și  
34 pentru a obține coordonatele centrului de ciclu prin intermediul algoritmului corespondent,  
35 care vor fi coordonatele poziției spațiale care pot să fie identificate de roboți.

36 În conformitate cu coordonatele, roboții pot să fie controlați pentru a ajunge în centrul  
37 ciclului golului tubului pentru a realiza identificarea ghidării automate a poziției de sudare  
38 inițială pentru sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor.

39 Această invenție întrebunțează pistoale pentru sudura ansamblurilor tub-placă  
40 specifice tuburilor și alimentarea cu energie pentru sudarea ansamblului tub-placă specific  
41 tuburilor. Roboții țin pistoalele pentru sudare, care vor fi poziționate prin introducerea  
42 miezului pentru poziționare în golul tubului. Sub protecția unei acoperiri cu două straturi de  
43 gaz pentru protecție, electrodul din tungsten se va roti automat pentru a realiza sudarea cu  
44 arc electric cu electrozi din tungsten a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor (în moda-  
45 litatea de realizare, este întrebunțat pentru a implementa sudarea cu arc electric cu electrod  
46 din tungsten fără vergea din metal de adaos). Cu doi roboți, sudarea cu arc electric cu  
47 electrozi din tungsten a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor poate să fie efectuată cu  
48 cele patru pistoale pentru sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor, ale celor doi  
49 roboți. Adică, fiecare robot poate să țină două pistoale de sudare corespondente pentru a  
50 efectua sudarea la diferite goluri de tub.

# RO 133553 B1

Modulul pentru inspecția online a calității cusăturii sudate poate să fie întrebuințat pentru a realiza inspecția online a cusăturilor sudării ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor. După sudarea îmbinării ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor, cusăturile pot să fie scanate cu senzorul cu laser și apoi aspectul cusăturilor sudate ale tuburilor-plăcilor de tuburi vor fi obținute prin reconstrucția 3D, în conformitate cu aspectul; porii, incluziunile de zgură, conicitățile și alte defecte pot să fie identificate în mod automat, astfel realizând inspecția online a calității cusăturilor.

Numitul modul central pentru comandă poate să fie întrebuințat pentru a comanda senzorul cu laser pentru a scana golul tubului și a realiza identificarea și ghidarea pozițiilor de sudare inițiale, pentru a comanda modulul pentru planificarea traseului și programarea offline, pentru a comanda roboții care să țină pistoalele pentru sudare cu care să realizeze sudarea automată a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor.

În conformitate cu aspectul electrodului din tungsten, acest modul detectează în mod automat și schimbă electrodul din tungsten, comandă senzorul cu laser pentru a scana cusăturile sudate și a obține aspectul cusăturilor și pentru a realiza inspecția online a calității cusăturii în conformitate cu aspectul cusăturilor.

Fig. 2 prezintă un exemplu de structură a sistemului pentru sudare cu robot. Sistemul pentru sudarea cu robot din acest exemplu include: platforma sistemului **50** și două grupuri de dispozitive instalate pe platforma sistemului **50** și care se deplasează de-a lungul șinelor orizontale **301** sau longitudinale **302** de pe sol; fiecare grup de dispozitive este compus dintr-un suport vertical **10**, suport de agățare **90**, roboți industriali cu șase grade de libertate **20**, alimentarea cu energie pentru sudarea ansamblului tub-placă specifice tuburilor **70**, pistoalele pentru sudarea ansamblului tub-placă specifice tuburilor **30**, platforma pentru înlocuirea automată a electrodului din tungsten **40**, platforma centrală pentru comandă **60** și tabloul pentru comandă a robotului **80** instalat pe platforma **50** pentru cele două grupe de dispozitive (modulul de funcționare corespondent cu comanda celor două grupuri de dispozitive sunt instalate în platforma tabloului).

Figura prezintă, de asemenea, două generatoare pentru abur **100** și plăcile tuburilor lor care urmează să fie sudate și respectivii suportți **200** ai celor două generatoare pentru abur. În cazul în care configurația celor două generatoare pentru abur **100** (piesele pentru prelucrat, în cele ce urmează) este diferită de aceea specificată în fig. 2, amplasarea șinelor pentru ghidare pe sol poate să fie reglată corespunzător pentru a deplasa lin platforma sistemului **50** către placa tubului fiecărei piese pentru prelucrare.

După cum a fost menționat în cele de mai sus, suportul vertical **10** poate deplasa robotul **20** pe el pentru a se deplasa orizontal, și poate deplasa robotul **20** pe suportul vertical **10** în sus și în jos. Mișcarea orizontală a suportului vertical **10** poate să fie realizată prin deplasarea platformei sistemului **50**. Dacă este necesar, pot să fie instalate șine pentru ghidare pe platforma sistemului **50** pentru deplasarea suportului vertical **10**.

Suportul pentru atârnare **90** este instalat pe suportul vertical **10** și cablurile pistoalelor pentru sudarea ansamblului tub-placă specific tuburilor **30**, care conectează alimentarea cu energie pentru sudare **70** și altele corespondente fiecărui robot **20**, sunt legate de suportți pentru a împiedica intervenția sau deschiderea circuitului din cauza atingerii cablurilor în timpul operației de sudare.

Platforma pentru înlocuirea automată a electrodului din tungsten **40** se găsește în domeniul de operare al roboților **20** și este întrebuințată pentru înlocuirea electrozilor din tungsten. Platforma pentru înlocuirea automată a electrodului din tungsten **40** poate să fie întrebuințată pentru așezarea pistoalelor **30** pentru sudarea ansamblului tub-placă specifice

# RO 133553 B1

1 tuburilor. Pe platforma sistemului **50** pot să fie instalate trepte către platforma pentru înlocui-  
3 rea automată a electrodului din tungsten **40** pentru a facilita verificarea de către operatori a  
stării dispozitivelor respective.

5 Modulul pentru planificarea traseului și pentru programarea offline, modulul pentru  
scanare și poziționare, modulul pentru inspecția online a calității cusăturii și modulul central  
7 pentru comandă menționate sunt instalate pe platforma centrală pentru comandă **60**.  
Sistemele pentru comanda roboților pot să fie instalate în platforma centrală pentru comandă  
**60** și/sau în dulapul pentru comanda robotului **80**.

9 După cum se poate vedea în fig. 3, procedeul pentru sudare realizat cu ajutorul  
echipamentului de sudare cu robot al prezentei solicitări include următoarele etape:

11 S1. Instalarea și fixarea celor două generatoare pentru abur (piesele pentru  
prelucrare) pe suportii lor corespondenți;

13 S2. Stabilirea modelelor 1:1/ 3D ale pieselor pentru prelucrare, care vor fi introduse  
în sistemul pentru comanda robotului;

15 S3. Deplasarea platformei sistemului înspre poziția corespunzătoare chiar în fața  
plăcii tubului unei piese pentru prelucrare, prin intermediul șinelor pentru ghidare orizontale  
17 și longitudinale de pe sol și fixarea platformei;

19 S4. Întrebuințarea instrucțiunilor din manual pentru a confirma coordonatele prezente  
ale pieselor pentru prelucrare pe baza punctelor de referință de la 3 la 4 și corectarea  
sistemului de coordonate al modelelor 3D ale pieselor pentru prelucrare;

21 S5. Optimizarea traseelor pentru sudarea ansamblului tub-placă, specifice tuburilor,  
ale celor doi roboți, pentru a obține planul de traseu de sudare optimizat și pentru a realiza  
23 programarea offline;

25 S6. Robotul se deplasează înspre suportii pentru amplasarea pistoalelor pentru  
sudare, pentru a lua un pistol pentru sudare, cu identificarea poziției centrale a golului tubului  
care trebuie să fie sudat, cu ajutorul senzorului cu laser instalat pe brațul frontal al robotului  
27 și detectarea adâncimii ansamblului tubului și a intervalului de extindere a tubului;

29 S7. Robotul ia pistolul pentru deplasare către poziția pentru sudare și introduce  
electrodul pentru poziționarea sudării în golul tubului care trebuie să fie sudat. Tubul auxiliar  
pneumatic de extindere, instalat la partea superioară a pistolului pentru sudare, va fi introdus  
31 în golul tubului, iar tubul pentru extindere se va extinde în mod automat după ce pistolul  
pentru sudare ajunge în poziția axială. După confirmarea extinderii, robotul va elibera  
33 prinderea pistolului;

35 S8. Pornirea programului pentru sudare a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor,  
pentru a comanda și poziționa pistolul de sudare pentru a începe operația de sudare și  
37 trimiterea semnalului de terminare a sudării după sudarea fiecărei îmbinări: ansamblu  
tub-placă a tubului;

39 S9. Roboții vor coopera cu senzorul cu laser pentru a scana îmbinările sudate ale  
ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor și a obține aspectul îmbinărilor sudate prin  
reconstrucția 3D, pentru a identifica orice defect prin identificarea automată a aspectului  
41 îmbinărilor și pentru a opri operația de sudare și a avertiza în cazul vreunui defect;

43 S10. Robotul va coopera cu senzorul cu laser pentru a scana următorul gol de tub  
în scopul identificării coordonatelor sale centrale, detectării adâncimii tubului și a intervalului  
pentru expandare al tubului și pentru a da alarma în cazul unei neconformități;

45 S11. După primirea semnalului privind terminarea sudării de la oricare dintre  
pistoalele pentru sudare, robotul se va poziționa în mod automat și va lua pistolul pentru  
47 sudare pentru a suda următoarea îmbinare dintre tub și placa tubului;



# RO 133553 B1

S12. Se repetă etapele S6-S11, robotul și pistolul său pentru sudare corespondent operând în același mod. Perioadele de întrebuințare a celor două pistoale pentru sudare sunt decalate. Cele două pistoale pentru sudare ale celuilalt robot vor fi operate în același mod. În acest fel, vor fi sudate în mod automat toate îmbinările tuburi-plăci ale tuburilor unei piese pentru prelucrare (generatorul pentru abur) cu cei doi roboți și cele patru pistoale pentru sudare;	1 3 5
S13. Se deplasează platforma sistemului către poziția potrivită în fața plăcii tubului următoarei piese pentru prelucrare prin șinele pentru ghidare orizontale și longitudinale pe sol și se fixează platforma sistemului;	7 9
S14. Se repetă etapele de la S4 la S11 pentru a termina sudarea tuturor îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor unei piese pentru prelucrare, (ale generatorului de abur).	11
Sistemul prezentat poate să fie întrebuințat pentru a realiza funcțiile de identificare și de ghidare a pozițiilor inițiale pentru sudare ale operației de sudare a ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor generatorului pentru abur al echipamentului nuclear principal, planificarea traseului de sudare și programarea offline, sudarea automată cu robot a îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor, inspecția automată și înlocuirea electrozilor din tungsten, și inspecția online a calității îmbinării sudate. Sistemul de sudare pentru îmbinările ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor generatorului pentru abur poate să îmbunătățească în mod efectiv eficiența sudării ansamblurilor tub-placă specifice tuburilor, să sporească stabilitatea calității îmbinărilor și să reducă perioadele de furnizare a generatoarelor pentru abur.	13 15 17 19 21
Chiar dacă obiectul invenției a fost prezentat în detaliu prin intermediul exemplului preferențial de mai sus, descrierea de mai sus nu trebuie să fie considerată ca o limitare a invenției. După citirea conținutului de mai sus, personalul tehnic din domeniu va fi conștient de diversele modificări și înlocuiri care se pot aduce invenției. Prin urmare, domeniul de protecție al invenției nu va fi limitat decât de revendicările atașate.	23 25

# RO 133553 B1

## Revendicări

1

3

1. Sistem de sudare cu robot pentru sudarea îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor, numitul sistem de sudare cu robot având un modul central pentru comandă și următoarele dispozitive conectate prin semnal la numitul modul și sub controlul numitului modul:

5

7

- cel puțin un robot industrial cu șase grade de libertate, al cărui domeniu de lucru se poate suprapune pentru a acoperi poziții de sudare ale tuturor golurilor tuburilor pe fiecare piesă pentru prelucrare;

9

- un modul pentru inspecția online a calității îmbinării sudate, inspectează online calitatea îmbinării sudate în conformitate cu aspectul îmbinărilor sudate;

11

- mai multe pistoale de sudare, pentru sudarea îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor după ce au fost adecvat poziționate în golurile de tub corespondente;

13

15

- o platformă a sistemului, care este capabilă să se deplaseze la placa tubului fiecărei piese pentru prelucrare de-a lungul șinelor pentru ghidare de pe sol, fiecare robot industrial și pistol pentru sudare fiind instalat pe platforma sistemului și fiind deplasabil cu platforma sistemului, **caracterizat prin aceea că**, fiecare dintre roboții industriali este configurat pentru a prelua și poziționa o multitudine de pistoale pentru sudare corespondente robotului industrial menționat într-o manieră eșalonată, în care fiecare dintre roboții industriali este configurat pentru a apuca unul dintre pistoalele de sudură corespondente și a-l plasa într-o poziție de sudare la unul dintre golurile tubului, după ce pistolul pentru sudare este introdus în golul tubului printr-un ax al miezului de poziționare și poziționat, și pentru eliberarea prinderii pistolului pentru sudare astfel încât să apuce un alt pistol pentru sudare corespondent robotului industrial și să plaseze celălalt pistol pentru sudare într-o poziție de sudare al unui alt gol al tubului.

25

27

29

2. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, are un modul pentru planificarea traseului și pentru programarea offline, conectat prin semnal la modulul central pentru comandă și aflat sub controlul modulului central pentru comandă, pentru a planifica traseele pentru sudare pentru mai mulți roboți industriali astfel încât să se împiedice ciocnirea roboților și să realizeze programarea offline funcție de planurile stabilite.

31

33

35

3. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 1 sau 2, **caracterizat prin aceea că**, numitul sistem pentru sudare cu robot are un modul pentru scanarea și poziționarea cu laser care este conectat la și se află sub comanda modulului central pentru comandă prin semnal, care poate scana interiorul tuburilor cu senzorul lui cu laser pentru a obține coordonatele centrului ciclului ca valori de referință pentru identificarea și ghidarea pozițiilor inițiale de sudare.

37

39

4. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, numitul sistem pentru sudare cu robot are doi roboți industriali și fiecare robot are două pistoale pentru sudarea ansamblurilor tuburi-plăci ale tuburilor, întrebuintate pentru a realiza sudarea automată cu arc electric cu electrozi din tungsten în argon a îmbinărilor dintre tuburi și plăcile tuburilor.

41

43

45

5. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că**, numita platformă a sistemului este instalată cu suportți verticali capabili să se miște cu platforma sistemului, iar roboții industriali sunt instalați pe suportți verticali corespondenți și sunt capabili să se deplaseze în sus și în jos de-a lungul suportților.

6. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 5, **caracterizat prin aceea că**, numitele piese pentru prelucrat sunt generatoare de abur instalate pe suportții lor.

# RO 133553 B1

7. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 6, **caracterizat prin aceea că**, pe numita platformă a sistemului sunt instalate următoarele dispozitive: 1
- platforma pentru înlocuirea automată a electrozilor din tungsten, care se găsește în domeniul de operare al robotului industrial corespondent pentru a înlocui electrozii din tungsten; 3 5
  - alimentarea cu energie pentru sudare, pentru a alimenta cu energie numitele pistoale de sudare a ansamblurilor tuburi-plăci ale tuburilor; 7
  - panoul pentru comanda robotului, pentru a instala dispozitivele pentru controlul fiecărui robot industrial; 9
  - platforma centrală pentru comandă: pentru a instala numitul modul central pentru comandă, modulul pentru inspecția online a calității îmbinării sudate, modulul pentru planificarea traseului și programarea offline și modulul pentru scanarea și poziționarea cu laser. 11 13
8. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că**, numiții suportți verticali sunt instalați cu suportii de atârănare corespondenți pentru a amplasa cablurile roboților industriali și pistoalele pentru sudarea îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor corespondente, șinele de pe sol ale numitei platforme a sistemului incluzând șine orizontale și șine longitudinale. 15 17
9. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, numitul modul pentru inspecția online a calității îmbinării sudate este echipat conform necesarului de inspecție pe baza imaginii 3D reconstruite a îmbinărilor sudate care sunt făcute în conformitate cu rezultatele scanării îmbinărilor cu senzorul cu laser. 19 21
10. Sistem de sudare cu robot, conform revendicării 3 sau 9, **caracterizat prin aceea că**, numitul senzor cu laser este instalat la extremitatea frontală a brațului numitului robot industrial. 23 25
11. Procedeu pentru sudarea îmbinărilor tuburi-plăci ale unor tuburi metalice, bazat pe un sistem de sudare cu robot, realizat prin etape de: -instalare a mai multor piese pentru prelucrare pe suportii lor corespondenți; -deplasarea platformei sistemului la placa tuburilor uneia dintre piesele pentru prelucrare, prin intermediul șinelor de pe sol, pentru a permite dispozitivelor instalate pe platforma sistemului pentru sudare cu robot să efectueze operațiile corespondente; -apucarea mai multor pistoale pentru sudare și poziționarea lor de roboții industriali menționați pe placa tubului menționat, la golurile tubului corespondente plăcii începând efectuarea sudării îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor, corespondente golurilor tubului, conform comenzilor de la un modul central de comandă, pistoalele pentru sudare fiind poziționate conform situației prezente și trimițând un semnal de finalizare la terminarea sudurii, **caracterizat prin aceea că**, 35
- fiecare robot industrial este capabil să ia și să plaseze o multitudine de pistoale pentru sudare corespondente robotului industrial într-o manieră eșalonată, astfel încât respectivul robot industrial apucă unul dintre pistoalele pentru sudare care a trimis un semnal de finalizare și îl poziționează într-o poziție de sudare corespondentă unuia dintre golurile tubului, iar după ce pistolul pentru sudare este introdus cu axul central în golul tubului și poziționat, robotul industrial menționat eliberează prinderea pistolului pentru sudare pentru a prinde un alt pistol pentru sudare care a trimis un semnal de finalizare și plasează celălalt pistol pentru sudare într-o poziție de sudare la un alt gol al tubului în vederea efectuării sudării următoarei perechi tub-placă a tubului; 37 39 41 43 45
  - după terminarea sudării tuturor îmbinărilor tuburi-plăci ale tuburilor pe o piesă pentru prelucrare, prin cooperarea dintre roboții industriali și pistoalele lor pentru sudare, platforma sistemului va fi deplasată la placa de tub a altei piese pentru prelucrare prin intermediul șinelor de sol până când sunt sudate toate îmbinările tuburi-plăci ale tuburilor pe cealaltă piesă pentru prelucrat menționată. 47 49

# RO 133553 B1

1           12. Procedeu pentru sudare, conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că**,  
mai include următoarele etape: -fiecare robot industrial antrenează deplasarea senzorului  
3 cu laser instalat pe brațul lui frontal pentru a scana golul tubului care urmează să fie sudat  
pe placa de tub și pentru a determina poziția centrală a golului tubului cu modulul pentru  
5 scanare și poziționare cu laser astfel încât să permit robotului industrial să trimită unul dintre  
pistoalele pentru sudare corespondente în poziția de sudare specifică a golului tubului.

7           13. Procedeu pentru sudare, conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că**,  
numitul procedeu pentru sudare include:

9           - după terminarea sudării unei îmbinări tub-placă a unui tub, îmbinarea sudată  
tub-placă este scanată cu senzorul cu laser pentru a obține imaginea reconstrucției 3D a  
11 îmbinării sudate prin modulul pentru inspecția online și pentru a efectua inspecția online și  
avertizarea de defect a calității îmbinării sudate funcție de aspectul îmbinării.

13          14. Procedeu pentru sudare, conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** mai  
include și următoarele etape:

15          - după instalarea mai multor piese pentru prelucrare pe suportii lor, sunt stabilite  
modelele 3D/ 1:1 ale pieselor pentru prelucrare, care vor fi introduse în sistemul pentru  
17 comanda robotului și după deplasarea platformei sistemului către partea frontală a unei piese  
pentru prelucrare, este efectuată operația de instruire manuală a roboților industriali,  
19 coordonatele prezente ale piesei pentru prelucrare fiind confirmate pe baza mai multor puncte  
de referință pentru a corecta sistemul de coordonate al modelului 3D al piesei pentru  
21 prelucrare, iar modulul pentru planificarea traseului și pentru programarea offline este  
întrebuințat pentru a implementa planul împotriva ciocnirii pentru traseele de sudare ale  
23 roboților industriali și pentru a efectua programarea offline pentru plan.

25          15. Procedeu pentru sudare, conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că**,  
atunci când un pistol pentru sudare a fost pus în poziția de sudare a golului tubului care  
urmează să fie sudat de robotul industrial, un tub pneumatic auxiliar de extindere pentru  
27 poziționare, instalat la partea superioară a pistolului pentru sudare, este introdus în golul  
tubului, iar tubul pentru extindere se extinde în mod automat după ce pistolul pentru sudare  
29 ajunge în poziția axială, după confirmarea extinderii, robotul eliberând prinderea pistolului.

(51) Int.Cl.

**B23K 9/127** (2006.01);

**B23K 9/167** (2006.01);

**B23K 9/173** (2006.01)

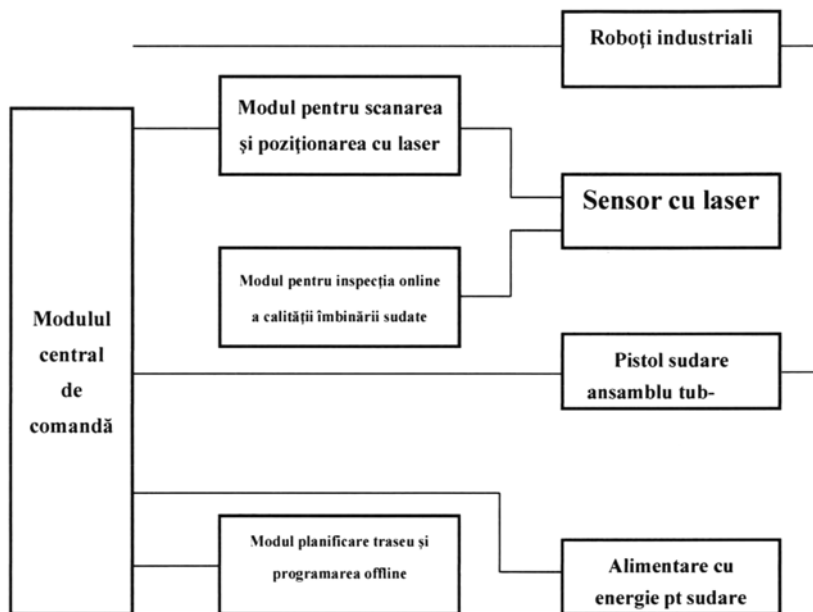


Fig. 1

(51) Int.Cl.

**B23K 9/127** (2006.01);

**B23K 9/167** (2006.01);

**B23K 9/173** (2006.01)

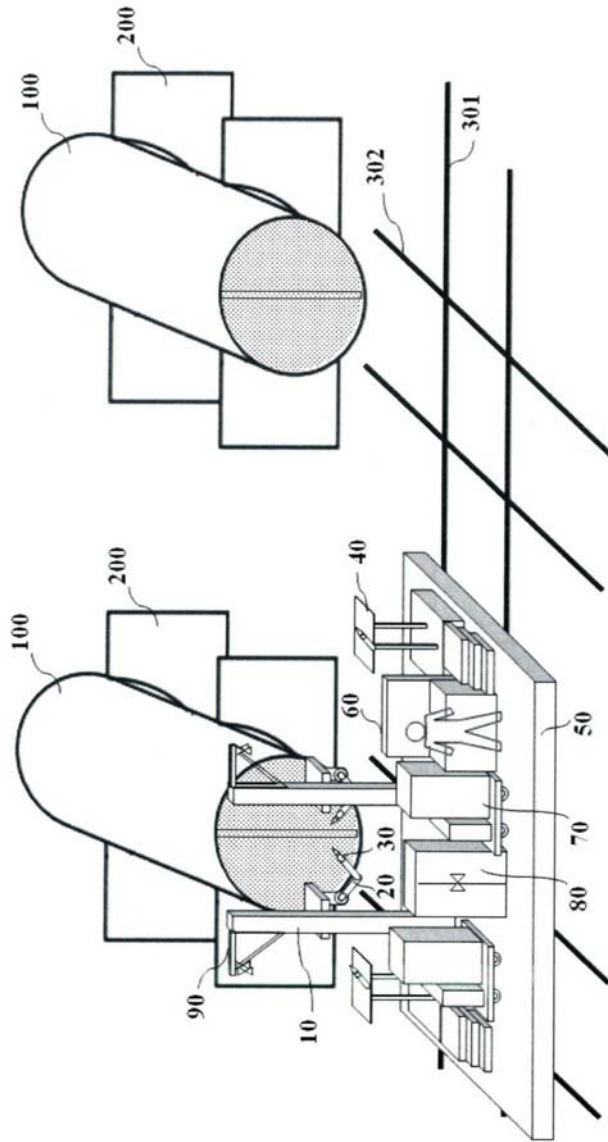


Fig. 2

(51) Int.Cl.

**B23K 9/127** (2006.01);

**B23K 9/167** (2006.01);

**B23K 9/173** (2006.01)

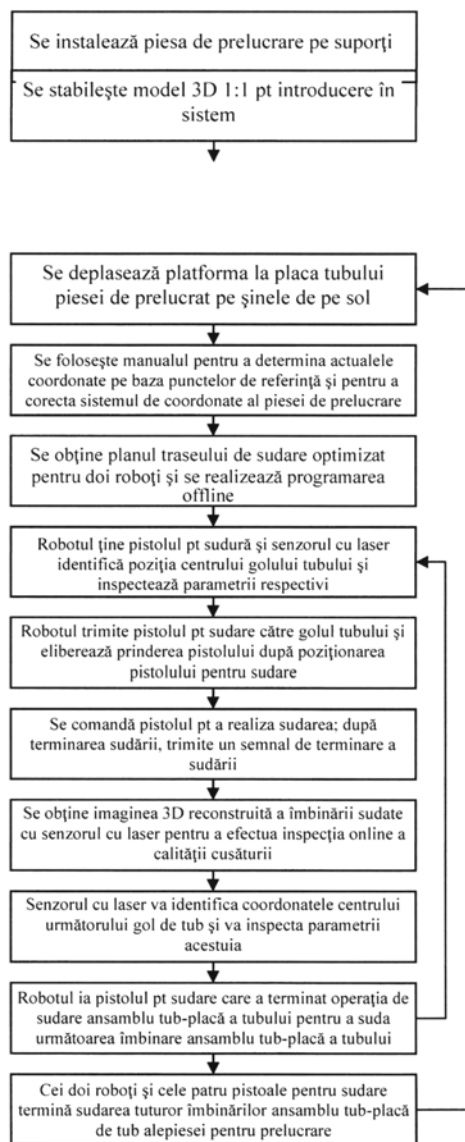


Fig. 3

