



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00372

(22) Data de depozit: 02/06/2015

(41) Data publicării cererii:
30/01/2017 BOPI nr. 1/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SUDURĂ
ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE - ISIM
TIMIȘOARA, BD.MIHAI VITEAZUL NR.30,
TIMIȘOARA, TM, RO

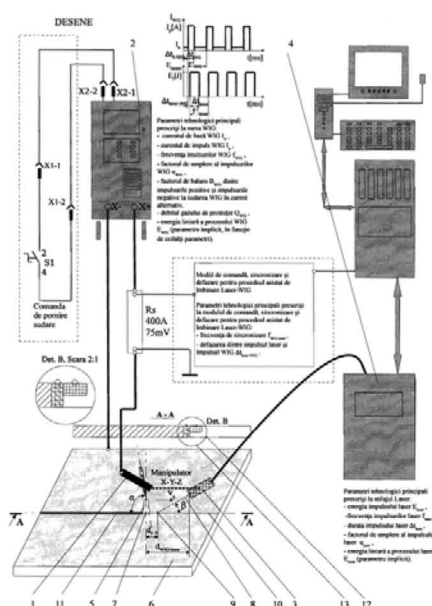
(72) Inventatori:
• BİRDEANU AUREL-VALENTIN,
STR. LUDWIG VON YBL NR. 6, AP. 9,
TIMIȘOARA, TM, RO;
• VERBIȚCHI VICTOR,
STR.DUMITRU KIRIAC, NR.10, AP.11,
TIMIȘOARA, TM, RO

(54) PROCEDU DE ÎMBINARE ASISTAT LASER-WIG ÎN
IMPULSURI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu asistat de îmbinare a unor materiale metalice. Procedeu conform invenției este o combinație între procedeu de sudare cu laser în regim pulsant, și procedeu de sudare WIG în impulsuri, și constă în utilizarea unui cap (1) de sudare WIG, alimentat de la o sursă (2) de sudare WIG pulsantă, având un curent nominal de 1...250 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...300 Hz, în combinație cu un cap (3) de sudare laser al unui laser (4) din categoria Nd-YAG, având puterea nominală maximă în impuls de 5 kW, și frecvența nominală a impulsurilor laser de 0...300 Hz, cele două capete (1 și 3) de sudare fiind amplasate la o distanță de 20...50 mm în așa fel încât axa de simetrie a coloanei arcului electric al capului de sudare WIG intersectează suprafața (6) metalului într-un punct (7), respectiv, raza (8) laser intersectează suprafața (6) metalului într-un alt punct (9), în zona rostului (10) unde urmează să se execute îmbinarea (11), ceea ce face ca energia dezvoltată de arcul electric al capului de sudare WIG să se însumeze în spațiu cu energia produsă de raza laser, respectiv, energia razei laser să varieze în timp în mod controlat, în raport cu energia fiecărui impuls desudare WIG, în scopul topirii uniforme a metalului, pentru realizarea îmbinării în zona (12) de la suprafața acestuia, în timp ce arcul electric de sudare WIG pătrund în metal până la o adâncime de 1...2 mm, ceea ce conduce la topirea metalului în profunzime, concretizată în realizarea unei zone (13) de adâncime a îmbinării sudate.

Revendicări: 2
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



(a) **Procedeu de îmbinare asistat LASER-WIG în impulsuri**

- Descrierea invenției -

(b) Invenția se referă la un procedeu asistat de îmbinare a anumitor materiale de bază metalice cu proprietăți speciale. Procedeu este o combinație între procedeu de sudare cu laser în regim pulsant și procedeu de sudare WIG în impulsuri. Principiul procedeuului constă în pornirea sudării WIG în impulsuri de frecvență în domeniul 0... 300 Hz, în așa fel încât fiecare impuls al curentului de sudare WIG declanșează un impuls de sudare cu laser, după un defazaj reglabil. Cele două procese sunt separate în spațiu pentru limitarea interacțiunii. În funcție de raportul de energii avem de-a face cu sudare WIG asistată de fascicul laser și respectiv sudare laser în regim pulsant asistată de WIG.

(c) În prezent se cunoaște în tehnica actuală sudarea cu laser, caracterizată în primul rând prin concentrarea energiei pe o suprafață redusă, realizând o densitate mare de energie de ordinul 10^{10} W/m², ceea ce permite obținerea unui gradient de temperatură ridicat între zona supusă radiației și zona adiacentă. În acest mod, sudurile pot fi executate practic la rece, fără încălzirea piesei metal de bază în toată masa acesteia, fapt care permite ca deformațiile să fie minime. Sudarea cu laser are un randament energetic mai redus, deoarece anumite materiale reflectă radiația laser, iar astfel energia înaltă a acesteia nu poate fi utilizată în mod eficient. Pe de altă parte, majoritatea materialelor metalice sunt opace la radiația laser, de aceea ea este absorbită doar în stratul superficial, ceea ce nu favorizează realizarea unei suduri corespunzătoare, cu rezistență mecanică ridicată.

Dimpotrivă, sudarea WIG are densitatea de energie de ordinul 10^9 W/m², dar este un procedeu de sudare cu arc electric și astfel ea are pătrundere mai mare în metalul de bază, datorită energiei liniare mai mari a procedeuului, iar acest lucru poate completa efectele energetice ale fasciculului laser, care au loc preponderent la suprafața metalului de bază.

Sunt cunoscute în tehnica actuală unele procedee de îmbinare prin sudare a

materialelor cu proprietăți speciale: cel mai larg domeniu de aplicații îl au procedeele de sudare cu arc electric. Ele realizează un factor de concentrare a energiei de ordinul 10^9 W/m², respectiv o energie liniară de 2,5...15 kJ/cm. Factorul de concentrare a energiei nu are o valoare suficient de ridicată pentru topirea metalului de bază în vederea obținerii îmbinării în anumite condiții, spre exemplu în cazul procedurii WIG fără metal de adaos.

Energia liniară specifică procedurilor de sudare cu arc electric este mai ridicată decât la sudarea cu laser, fapt care permite topirea metalului de bază și realizarea îmbinării pe o anumită adâncime, corespunzătoare unui rând de sudură. Energia liniară de valoare mai înaltă conduce însă la creșterea temperaturii metalului de bază și la anumite variații de temperatură în timpul aplicării procedurilor cu arc electric, ceea ce are drept consecință producerea unor modificări structurale ale metalului de bază sau ale rândurilor de sudură anterioare, modificări care nu se află complet sub controlul executantului sudurii. De asemenea, cantitatea de căldură acumulată în metalul de bază provoacă deformații ale metalului de bază, iar acestea cauzează probleme tehnologice dificile, întrucât este necesară îndreptarea tablelor sau a pieselor de metal de bază, ceea ce necesită utilaje și dispozitive speciale, precum și timp de lucru suplimentar, care contribuie la creșterea costului lucrării de îmbinare.

Procedeele cu arc electric au dezavantajul că nu permit un control suficient asupra desfășurării procesului de sudare și realizarea de suduri fără deformații ale metalului de bază. De asemenea, se impune un aport energetic suplimentar al unui alt procedeu pentru creșterea nivelului de concentrare a energiei, la procedeele de sudare cu arc electric.

- (d) Invenția rezolvă problema elaborării unui procedeu asistat care să permită realizarea de îmbinări, conform anumitor cerințe tehnice, fără consum de material de adaos, cu consum redus de energie și cu deformații minime, a unor piese de metal de bază de volum relativ mic, având grosimea de câțiva milimetri.
- (e) Procedeu, conform invenției înlătură dezavantajele prezentate mai sus, prin aceea că procedeu de sudare WIG (Wolfram Inert Gas) în impulsuri este utilizat în combinație cu procedeu de sudare cu laser în regim pulsant, pentru executarea unor îmbinări ale unor piese din anumite materiale, având grosimea mai mare decât

adâncimea de pătrunderea a radiației laser în metalul de bază în cauză, respectiv având un rost al îmbinării (ca o formă de pregătire a îmbinării) care nu permite executarea îmbinării prin procedeul WIG fără metal de adaos. Această combinație este caracterizată prin aceea că procedeul de sudare cu laser are un aport de energie suplimentar, în scopul topirii elementelor de la suprafața rostului îmbinării; respectiv, procedeul de sudare WIG în impulsuri contribuie la obținerea unei valori mai mari a pătrunderii procesului de topire pe o adâncime de 1..3 mm în metalul de bază, în scopul executării unei suduri corespunzătoare în toată secțiunea transversală a rostului pregătit pentru îmbinare.

(f) Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- Procedeul asistat LASER-WIG realizează îmbinări corespunzătoare fără metal de adaos într-o zonă de la suprafața unui rost de sudare destinat procedeului de sudare WIG, prin aportul suplimentar de energie al procedeului laser.

- Procedeul asistat LASER-WIG realizează îmbinări corespunzătoare fără metal de adaos într-o zonă situată în adâncimea unui rost de sudare destinat procedeului de sudare cu laser, ca urmare a pătrunderii în metalul de bază a arcului electric de sudare WIG.

- Controlul asupra formei, dimensiunilor, aspectului și proprietăților metalului îmbinării este asigurat prin: energia liniară a procedeului asistat LASER-WIG, parametrii impulsurilor LASER, parametrii impulsurilor WIG, distanța dintre capul de sudare WIG și capul de sudare cu laser, decalajul spațial dintre axa arcului electric și raza laser, defazarea dintre impulsul WIG și impulsul laser, viteza de sudare, precum și prin ceilalți parametri ai procesului asistat Laser- WIG.

- Energia liniară caracteristică a procedeului este relativ ridicată, în domeniul 1,6...4,8 kJ/mm, la o putere instalată mai mare, datorată sursei de sudare WIG.

- Deformația pieselor de metal de bază care se îmbină prin procedeul asistat LASER- WIG este neglijabilă, deoarece energia liniară a procesului este redusă, deși energia de topire este mare, fiind asigurată prin efectul de concentrare dat de valoarea ridicată a curentului de impuls WIG, cumulat cu efectul de concentrare produs de energia impulsului laser. De asemenea, cantitatea de căldură acumulată în metalul de bază, care provoacă deformații ale metalului de bază, este redusă.

- Nu există variațiile de temperatură din timpul aplicării procedeelor de sudare

cu arc electric, care ar avea drept consecință producerea unor modificări structurale ale metalului de bază sau ale rândurilor de sudură anterioare, modificări care nu se află complet sub controlul executantului sudurii, iar de aceea ele trebuie evitate.

- Se pot executa corecții individuale ale fiecărui parametru, cu ponderea sa specifică asupra efectelor cumulative ale procedurii asistat.

- (g) Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figura 1, care prezintă principiul procedurii de îmbinare asistat LASER - WIG în impulsuri.
- (h) Procedul conform invenției se realizează cu ajutorul unui cap de sudare WIG (1), alimentat de la o sursă de sudare WIG pulsant (2), având curentul nominal de 1...250 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...300Hz, în combinație cu un cap de sudare laser (3) al unui utilaj laser (4) din categoria Nd-YAG, având puterea nominală maximă în impuls de 5kW și frecvența nominală a impulsurilor laser de 0...300 Hz, în cadrul unui ansamblu, unde cele două capete de sudare se află la o distanță de 20...50 mm, în așa fel încât axa de simetrie a coloanei arcului electric al capului de sudare WIG (5) intersectează suprafața metalului de bază (6) într-un punct (7), respectiv raza laser (8) intersectează suprafața metalului de bază într-un punct (9), în zona rostului (10) unde urmează să se execute îmbinarea (11), ceea ce face ca energia dezvoltată de arcul electric al capului de sudare WIG să se însumeze în spațiu cu energia produsă de raza laser, respectiv energia razei laser să varieze în timp într-un mod controlat, în raport cu energia fiecărui impuls de sudare WIG, prin ajustarea defazării dintre impulsul laser și impulsul WIG, în scopul topirii uniforme a metalului de bază, pentru realizarea îmbinării în zona (12) de la suprafața metalului de bază, în timp ce arcul electric de sudare WIG pătrunde în metalul de bază până la o adâncime de 1...2 mm, ceea ce conduce la topirea metalului de bază în profunzime, concretizată în realizarea unei zone (13) de adâncime a îmbinării sudate, astfel încât se constituie în acest mod o îmbinare sudată având pătrundere completă și caracteristici mecanice corespunzătoare, fără defecte din categoriile lipsă de topire, lipsă de pătrundere, lipsă de material, sufluri, retasuri, fisuri, incluziuni, etc., respectiv fără deformări importante ale pieselor de metal de bază, ceea ce este posibil prin cumulara efectelor procesului de sudare WIG pulsant cu efectele

procesului de sudare cu laser în impulsuri, în cadrul unui procedeu asistat LASER - WIG, prin care se execută îmbinări la piese de dimensiuni medii, din materiale cu proprietăți speciale, respectiv acest lucru nu ar fi posibil prin utilizarea separată a fiecărui procedeu de sudare, iar procedeu asistat de sudare LASER-WIG este determinat prin următorii parametri tehnologici principali specifici: curentul de bază WIG I_b , curentul de impuls WIG I_p , frecvența impulsurilor WIG f_{WIG} , factorul de umplere al impulsurilor WIG u_{WIG} , factorul de balans B_{WIG} dintre irnpulsurile pozitive și impulsurile negative la sudarea WIG în curent alternativ, debitul gazului de protecție Q_{WIG} , energia impulsului laser E_{laser} , frecvența impulsurilor laser f_{laser} , durata impulsului laser Δt_{laser} , factorul de umplere al impulsului laser u_{laser} , defazarea dintre impulsul laser și impulsul WIG $\Delta t_{laser-WIG}$, distanța $d_{WIG-laser}$ dintre capul de sudare WIG și capul de sudare laser, decalarea d_{7-9} dintre punctele de intersecție al axei arcului electric cu metalul de bază și al razei laser cu metalul de bază, unghiul de înclinare α al capului de sudare WIG în planul de sudare, unghiul de înclinare β al fasciculului laser în planul de sudare, viteza de sudare v_s , energia liniară a procesului WIG E_{WIG} (parametru implicit, în funcție de ceilalți parametri ai procedeuului WIG) și energia liniară a procesului laser E_{laser} (parametru implicit, în funcție de ceilalți parametri ai procedeuului Laser).

- (i) Inventția poate fi aplicată industrial în industria de automobile, construcții de mașini, electronică, transport feroviar și rutier, industria aerospațială, construcții navale, fabricația recipientelor, sudarea țevilor, execuția echipamentelor de energie nucleară și electrică, industria de petrol și gaze, prelucrarea produselor alimentare și altele, conform experimentărilor și analizei tehnice efectuate de autori asupra procedeuului asistat laser-WIG. Câteva exemple se prezintă în continuare.

Aplicațiile laser-WIG posibile în industria de automobile constau din: piese de motoare, piese de transmisie, alternatoare, solenoizi, injectoare, suduri ale tuburilor injectoare pe corp, filtre de combustibil, echipamente de aer condiționat și airbag-uri. Este posibilă sudarea cu laser-WIG a componentelor circulare cu toleranță redusă ale transmisiei, cum ar fi roțile dințate și carcasele, cu grosimea materialului cuprinsă de obicei între 1 și 6 mm. Sistemul de umflare a airbag-ului poate fi, de asemenea, sudat cu laser-WIG, datorită aportului de energie controlat și timpului de sudare scurt, după cum este necesar pentru a evita evaporarea unor componente chimice. Prin

sudarea laser-WIG a eboșelor adaptate se pot executa semifabricate mari din tablă, din oțel sau din oțel acoperit, care au deformații mici sau abia perceptibile. Eboșele adaptate sunt de mai multe categorii: șine, panouri de scaun, panouri cilindrice, interioare de uși, exterioare laterale ale caroseriei, etc. Sudarea acoperișului la panourile laterale este o altă aplicație.

Diverse suduri laser-WIG realizabile în industria construcțiilor de mașini sunt următoarele: suduri de prindere, suduri cap la cap longitudinale și circulare, suduri între o secțiune subțire și una groasă, suduri de scule, încărcare prin sudare, suduri de reparație a matrițelor, etc. Sudarea precisă a instrumentelor medicale, cu aport minim de căldură și deformație minimă este una dintre aplicații.

Carcase de metal pentru dispozitive electronice amplasate în interior, precum și cutii de relee electronice pot fi sudate prin procedeul laser-WIG.

Procedeul laser-WIG este ideal pentru aplicații dificile, cum ar fi straturi de rădăcină la sudarea conductelor, îmbinări disimilare ale metalelor, etc. Când se sudează metale disimilare, fasciculul laser poate fi deplasat spre materialul cu temperatura de topire mai mare, conductivitatea termică și reflexia mai ridicate, pentru a optimiza condițiile de topire.

Procedeul asistat de sudare laser-WIG se aplică aproape la toate metalele sudabile, având grosimea în domeniul de la 0,4 mm până la 1,5 mm.

Se poate efectua sudarea laser-WIG a diverselor mărci de oțeluri inoxidabile austenitice: 304, 309L, 316L, precum și a aliajelor de nichel: monel 400, inconel 600 și inconel 825.

Este posibil de realizat sudarea laser-WIG a unor vârfuri rezistente la uzare din aliaj stellite 6 pe bare de oțel.

Prin utilizarea unui laser Nd:YAG în regim pulsant, având putere în puls până la 5000W și durata de puls de ordinul milisecundelor, în combinație cu o sursă de sudare WIG, la un curent până la 80 A, poate fi realizată sudarea unor table de oțel inoxidabil de aproximativ 1.2 mm grosime, cu viteze de până la aproximativ 480 mm/min.

Revendicări

1. Procedeu de îmbinare asistat LASER-WIG pulsant, **caracterizat prin aceea că el se realizează** cu ajutorul unui cap de sudare WIG (1), alimentat de la o sursă de sudare WIG pulsant (2), având curentul nominal de 1... 250 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...300Hz, în combinație cu un cap de sudare laser (3) al unui utilaj laser (4) din categoria Nd-YAG, având puterea nominală maximă în impuls de 5kW și frecvența nominală a impulsurilor laser de 0...300 Hz, în cadrul unui ansamblu, unde cele două capete de sudare se află la o distanță de 20...50 mm, în așa fel încât axa de simetrie a coloanei arcului electric al capului de sudare WIG (5) intersectează suprafața metalului de bază (6) într-un punct (7), respectiv raza laser (8) intersectează suprafața metalului de bază într-un punct (9), în zona rostului (10), unde urmează să se execute îmbinarea (11), ceea ce face ca energia dezvoltată de arcul electric al capului de sudare WIG să se însumeze în spațiu cu energia produsă de raza laser, respectiv energia razei laser să varieze în timp într-un mod controlat, în raport cu energia fiecărui impuls de sudare WIG, prin ajustarea defazării dintre impulsul laser și impulsul WIG, în scopul topirii uniforme a metalului de bază, pentru realizarea îmbinării în zona (12) de la suprafața metalului de bază, în timp ce arcul electric de sudare WIG pătrunde în metalul de bază până la o adâncime de 1...3 mm, ceea ce conduce la topirea metalului de bază în profunzime, concretizată în realizarea unei zone (13) de adâncime a îmbinării sudate, astfel încât se constituie în acest mod o îmbinare sudată având pătrundere completă și caracteristici mecanice corespunzătoare, fără defecte din categoriile lipsă de topire, lipsă de pătrundere, lipsă de material, sufluri, retasuri, fisuri, incluziuni, etc., respectiv fără deformații importante ale pieselor de metal de bază, ceea ce este posibil prin cumularea efectelor procesului de sudare WIG pulsant cu efectele procesului de sudare cu laser în impulsuri, în cadrul unui procedeu asistat LASER - WIG, prin care se execută îmbinări la piese de dimensiuni medii, din materiale cu proprietăți speciale, respectiv acest lucru nu ar fi posibil prin utilizarea separată a fiecărui procedeu de sudare. Cele două procese sunt separate în spațiu pentru limitarea interacțiunii. În funcție de raportul de energii avem de-a face cu sudare WIG asistată de fascicul laser și respectiv sudare laser în regim pulsant asistată de WIG.

2. Procedeu de îmbinare asistat LASER - WIG pulsant, care se realizează cu ajutorul unui cap de sudare WIG (1), alimentat de la o sursă de sudare WIG pulsant (2), având curentul nominal de 1... 250 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...300Hz, în combinație cu un cap de sudare laser (3) al unui utilaj laser (4) din categoria Nd-YAG, având puterea nominală maximă în impuls

de 5kW și frecvența nominală a impulsurilor laser de 0...300 Hz, în cadrul unui ansamblu, unde cele două capete de sudare se află la o distanță de 20...50 mm, în așa fel încât energia dezvoltată de arcul electric al capului de sudare WIG să se însumeze în spațiu cu energia produsă de raza laser, respectiv energia razei laser să varieze în timp într-un mod controlat, în raport cu energia fiecărui impuls de sudare WIG, iar procedeul asistat de sudare LASER-WIG **este caracterizat prin aceea că** el are următorii parametri tehnologici principali specifici: curentul de bază WIG I_b , curentul de impuls WIG I_p , frecvența impulsurilor WIG f_{WIG} , factorul de umplere al impulsurilor WIG u_{WIG} , factorul de balans B_{WIG} dintre impulsurile pozitive și impulsurile negative la sudarea WIG în curent alternativ, debitul gazului de protecție Q_{WIG} , energia impulsului laser E_{laser} , frecvența impulsurilor laser f_{laser} , durata impulsului laser Δt_{laser} , factorul de umplere al impulsului laser u_{laser} , defazarea dintre impulsul laser și impulsul WIG $\Delta t_{laser-WIG}$, distanța $d_{WIG-laser}$ dintre capul de sudare WIG și capul de sudare laser, decalarea d_{7-9} dintre punctele de intersecție al axei arcului electric cu metalul de bază și al razei laser cu metalul de bază, unghiul de înclinare α al capului de sudare WIG în planul de sudare, unghiul de înclinare β al fasciculului laser în planul de sudare, viteza de sudare v_s , energia liniară a procesului WIG E_{WIG} (parametru implicit, în funcție de ceilalți parametri ai procedurii WIG) și energia liniară a procesului laser E_{laser} (parametru implicit, în funcție de ceilalți parametri ai procedurii Laser).

DESENE

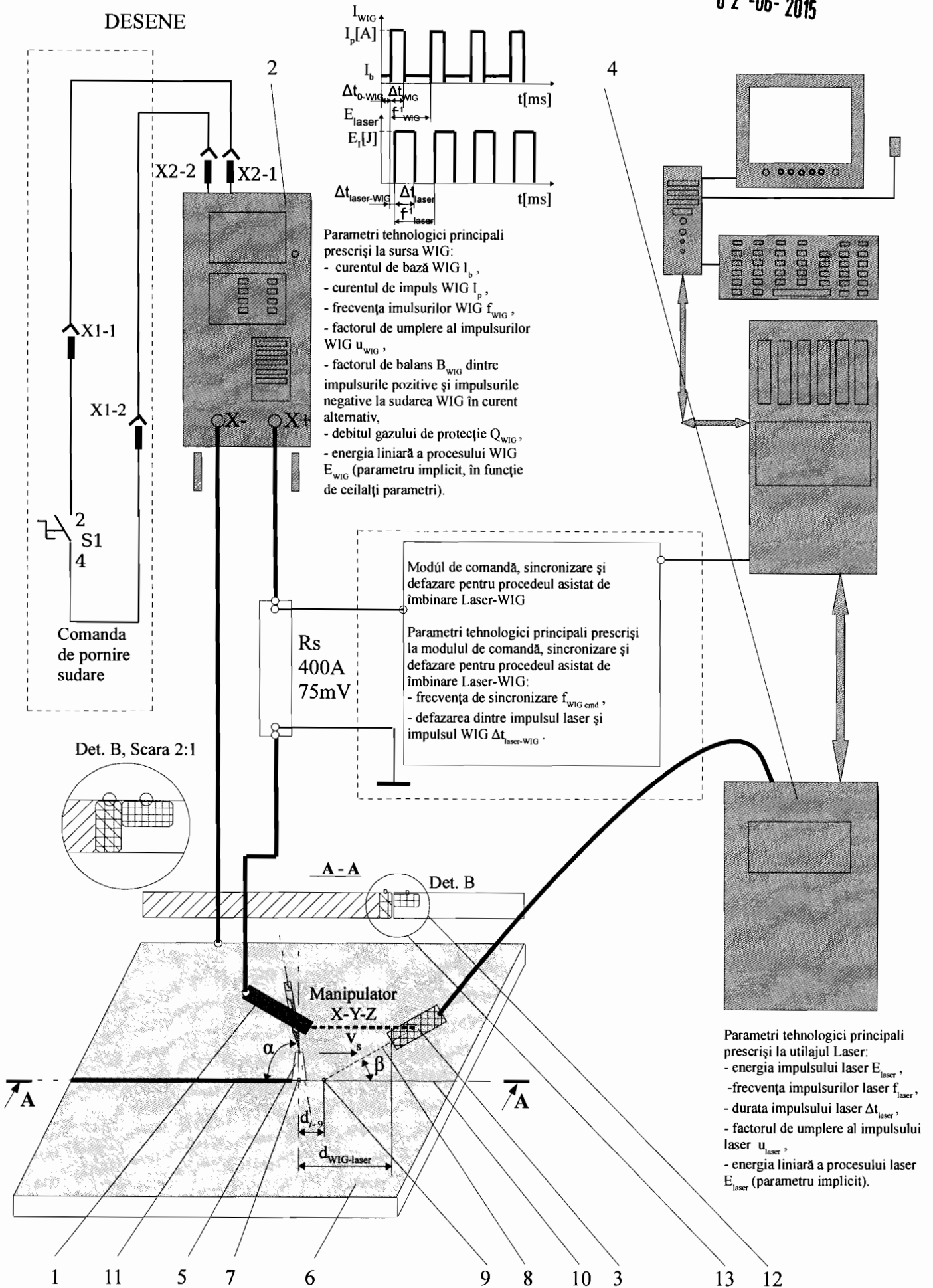


Figura 1