



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01291

(22) Data de depozit: 08.12.2010

(41) Data publicării cererii:  
30.08.2012 BOPI nr. 8/2012

(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:  
• BÎRDEANU AUREL VALENTIN,  
STR. PETRE SERGESCU NR. 7, BL. C2,  
SC. 1, AP. 13, DROBETA-TURNU SEVERIN,  
MH, RO;  
• VERBIȚCHI VICTOR,  
STR. DUMITRU KIRIAC, NR.10, AP.11,  
TIMIȘOARA, TM, RO

(54) SISTEM DE SINCRONIZARE ȘI CONTROL AL DEFAZAJULUI,  
PENTRU UN PROCEDEU DE SUDARE TANDEM LASER  
PULSAT ȘI WIG PULSAT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de sincronizare și control al defazajului la un procedeu de îmbinare în tandem Laser - WIG, aplicat la anumite materiale de bază metalice, care constă în utilizarea sudării WIG în impulsuri cu frecvența în domeniul 0...600 Hz, astfel încât fiecare impuls al curentului de sudare WIG să declanșeze un impuls de sudare cu laser, sincronizat sau după un defazaj reglabil. Sistemul conform invenției este format dintr-un șunt (1) pentru măsurarea curentului de sudare dat de un cap de sudare WIG (2), alimentat de la o sursă de sudare WIG pulsată (3), având curentul nominal de 150...250 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...300 Hz, laserul fiind comandat de la PC-ul propriu (6) unde se prescriu parametrii de funcționare, toate elementele menționate făcând parte dintr-un utilaj combinat Laser - WIG, iar semnalul de curent preluat de pe șunt (1) este amplificat într-un etaj cu circuitul integrat operațional (7), după care impulsurile amplificate sunt aplicate la intrarea unui trigger Schmitt din circuitul integrat, pentru aducerea impulsurilor la forma dreptunghiulară standardizată, apoi impulsurile sunt date la intrarea unui circuit integrat temporizator, unde are loc defazarea semnalului, introdus pe una dintre cele două intrări ale unei porți logice ȘI-1, al cărei semnal de ieșire este introdus mai departe, pe una dintre cele două intrări ale unei porți logice ȘI-2 din cadrul circuitului integrat, la a doua intrare fiind aplicat semnalul de la comanda externă pentru generarea impulsurilor laser, astfel încât

aceste două semnale sunt sincronizate reciproc prin funcția ȘI-2, urmând ca semnalul de la ieșirea porții ȘI-2 să fie dat la intrarea unui circuit integrat inversor, unde are loc inversarea logicii semnalului cu un tranzistor de putere, colectorul acestuia preluând impulsurile finale, pentru comanda generării fiecărui impuls laser, transmis prin cablul de interconectare la interfața de timp real, a utilajului laser (5).

Revendicări: 1  
Figuri: 3

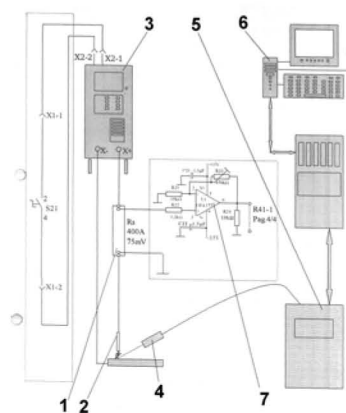
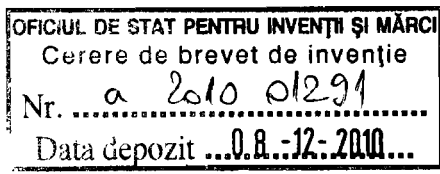


Fig. 1





**Sistem de sincronizare și control al defazajului  
 pentru un procedeu de sudare tandem Laser pulsat și WIG pulsat  
 - Descrierea invenției -**

Autori: Ing. Fiz. Bîrdeanu Valentin\*; Dr. Ing. Verbițchi Victor\*

\* Institutul Național de Cercetare- Dezvoltare în Sudură și Încercări de Materiale –  
 ISIM Timișoara

Solicitant- Titular: Institutul Național de Cercetare- Dezvoltare în Sudură și Încercări de Materiale –  
 ISIM Timișoara

Invenția se referă la un sistem de sincronizare și control al defazajului la un proces tehnologic de îmbinare în tandem Laser- WIG, aplicat la anumite materiale de bază metalice.

Sistemul este destinat pentru procedeul menționat, care este o combinație între procedeul de sudare cu laser în impulsuri și procedeul de sudare WIG în impulsuri. Principiul de funcționare al sistemului constă în utilizarea sudării WIG în impulsuri de o frecvență în domeniul 0... 600 Hz, în așa fel încât fiecare impuls al curentului de sudare WIG să declanșeze un impuls de sudare cu laser, sincronizat sau după un defazaj reglabil.

În stadiul actual [1-6], randamentul energetic al sudării cu laser este afectat de faptul că anumite materiale reflectă radiația laser, iar 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 [7] 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 procedeului, iar acest lucru poate completa efectele energetice ale fascicului laser, care au loc preponderent la suprafața metalului de bază.

Sunt cunoscute în tehnica actuală unele sisteme electronice pentru generarea unor impulsuri de comandă necesare în tehnică [1-7]. Sursele actuale de sudare cu arcul electric, prin procedeul WIG sunt realizate în soluție constructivă cu inverter, având frecvența internă de funcționare de 20...100 kHz. Etajul final de putere al inverterului este realizat cu tranzistori de tip MOSFET sau IGBT, care primesc în baza lor impulsuri de la un sistem de comandă și reglare a parametrilor interni de funcționare ai inverterului, precum și a parametrilor tehnologici de utilizare a sursei de sudare. Tensiunea alternativă de frecvență ridicată de ieșire a inverterului este

transformată în următoarele moduri: redresare pentru sudare în curent continuu; formarea de impulsuri pentru sudare prin procedeul WIG pulsant, cu frecvența de 0...250Hz; generarea unei tensiuni alternative sintetice de joasă frecvență, având forma de undă dreptunghiulară, triunghiulară, sinusoidală sau alte forme, pentru sudare WIG în curent alternativ, cu reglarea balansului între alternața pozitivă și alternața negativă ale tensiunii arcului electric, care produce curentul de sudare.

Procedeul WIG de sudare cu arc electric realizează un factor de concentrare a energiei de ordinul  $10^9$  W/m<sup>2</sup>, 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.

Pe de altă parte, procedeul tehnologic de sudare cu laser poate fi realizat, de asemenea, sub formă de impulsuri, în cazul laserelor cu dioxid de carbon, de tip Nd:YAG sau cu diode. Sistemele de excitație ale acestor lasere sunt echipate cu generatoare electronice de putere, care funcționează în regim de impulsuri și alimentează elementul de excitație optică a laserului. Un utilaj laser generează impulsuri laser având frecvența reglabilă în domeniul 0... 600 Hz, având un sistem propriu de comandă și control

Sudarea cu laser este caracterizată în primul rând prin concentrarea energiei pe o suprafață redusă, realizând o densitate mare de energie de ordinul  $10^{12}$ W/m<sup>2</sup>, 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. Laserele actuale de putere redusă au puterea medie nominală de 100...300 W, respectiv puterea maximă în impuls de 3...5 kW, ceea ce înseamnă că ele sunt de putere relativ mică, în comparație cu utilajele de sudare cu arcul electric, a căror putere instalată este de 10...25 kVA.

În scopul obținerii unor avantaje tehnologice cumulate, poate fi utilizat un procedeu de îmbinare în tandem Laser-WIG. Acest proces de îmbinare însumează proprietățile și caracteristicile procedurilor componente, dar el are și anumite proprietăți și caracteristici proprii. De aceea, această variantă tehnologică necesită un sistem de comandă original, concepută în funcție de cerințele tehnice specifice ale procesului în tandem.

Se impune corelarea impulsurilor de comandă ale sursei de sudare WIG, cu impulsurile de comandă ale utilajului laser, în scopul obținerii efectelor energetice necesare din punct de vedere tehnologic, în procesul de sudare. Corelarea înseamnă sincronizarea impulsurilor în scopul cumulării efectelor energetice ale curentului de sudare WIG și ale impulsului laser, în anumite situații. În alte situații este necesară defazarea în timp a impulsurilor, pentru distribuirea în timp și în spațiu, într-un anumit mod, a efectelor energetice ale curentului de sudare WIG și ale fasciculului laser.

Problema pe care o rezolvă invenția este realizarea unui sistem de sincronizare și control al defazajului dintre impulsurile curentului de sudare WIG și impulsurile laser, pentru această variantă tehnologică de îmbinare Laser- WIG, care să permită prescrierea frecvenței de repetare a impulsurilor de curent WIG în domeniul 0...600 Hz și prescrierea în mod separat a defazării impulsurilor laser față de impulsurile curentului de sudare WIG, în scopul realizării de îmbinări, conform anumitor cerințe tehnologice, cu sau fără consum de material de adaos, cu consum redus de energie și cu deformații minime ale unor metale de bază.

Sistemul de sincronizare și control al defazajului pentru procesul în tandem Laser- WIG, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că sistemul preia unele semnale de la o sursă de sudare WIG (Wolfram Inert Gas) în impulsuri, pe care le prelucrează electronic [8-12], iar în funcție de aceste semnale prelucrate, el dă anumite comenzi unui utilaj laser cu funcționare în impulsuri, pentru corelarea funcționării celor două componente ale sistemului tandem. Prescrierea și ajustarea sincronizării sau defazajului pentru comenzile de declanșare a impulsurilor laser, față de curentul de sudare WIG, sunt necesare ca modalități tehnice de rezolvare prin caracteristicile funcționale ale utilajelor de sudare, a cerințelor tehnologice 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.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1; 2 și 3, care prezintă un sistem de sincronizare și control al defazajului pentru procesul în tandem Laser- WIG

Sistemul de sincronizare și control al defazajului pentru procesul de îmbinare în tandem Laser- WIG, conform invenției, este format dintr-un șunt (1) pentru măsurarea curentului de sudare dat de către un cap de sudare WIG (2), alimentat de la o sursă de sudare WIG pulsant (3), având curentul nominal de 150... 350 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...600Hz în combinație cu un cap de sudare laser (4) al unui utilaj laser (5) cu funcționare în regim pulsant, având puterea nominală maximă în impuls de 5kW și frecvența nominală a impulsurilor laser de 0... 600 Hz, laserul fiind comandat de la computerul propriu (6), unde se prescriu parametrii de funcționare, toate componentele menționate făcând parte dintr-un utilaj combinat Laser- WIG, iar semnalul de curent preluat de pe șuntul (1) este amplificat într-un etaj cu circuitul integrat amplificator operațional (7), după care impulsurile amplificate sunt aplicate la intrarea unui trigger Schmitt din circuitul integrat (8), pentru aducerea impulsurilor la forma dreptunghiulară standardizată, apoi impulsurile sunt date la intrarea unui circuit integrat temporizator (9), unde are loc defazarea semnalului, introdus în continuare pe una dintre cele două intrări ale unei porți logice ȘI-1 din cadrul circuitului integrat (10), la a doua intrare fiind aplicat semnalul de confirmare de

genul *Laserul este gata pentru impuls*, preluat prin cablul de interconectare de la interfața de timp real a utilajului laser (5), astfel încât aceste două semnale sunt condiționate reciproc prin funcția ȘI-1, al cărei semnal de ieșire este introdus mai departe pe una dintre cele două intrări ale unei porți logice ȘI-2 din cadrul circuitului integrat (10), la a doua intrare fiind aplicat semnalul de la comanda externă (opțională) pentru generarea impulsurilor laser, astfel încât aceste două semnale sunt sincronizate reciproc prin funcția ȘI-2, după care semnalul de la ieșirea porții ȘI-2 este dat la intrarea unui circuit integrat inversor (11), unde are loc inversarea logicii semnalului, introdus în continuare pe baza unui tranzistor de putere (12), iar de la colectorul acestuia se preiau impulsurile finale pentru comanda generării fiecărui impuls laser, transmise prin cablul de interconectare la o interfață de timp real a utilajului laser (5), în așa fel încât fiecare impuls generat de către laser este sincronizat sau are un defazaj ajustabil față de curentul de sudare WIG, este condiționat de un semnal de genul *Laserul este gata pentru impuls* și este sincronizat cu fiecare impuls de la o comanda externă (opțională) a laserului.

Sistemul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- Sistemul produce semnale de comandă pentru generarea fiecărui impuls laser, sincronizat cu fiecare impuls de curent de sudare WIG, în cadrul unui posibil utilaj combinat, pentru îmbinarea în tandem Laser- WIG, ceea ce permite aportul suplimentar de energie al procedeului laser, în scopul creșterii performanțelor procedeului de sudare WIG.

- Sistemul dă semnale de comanda pentru generarea fiecărui impuls laser, având un defazaj ajustabil față de fiecare impuls de curent de sudare WIG, în cadrul unui posibil utilaj combinat, pentru îmbinarea în tandem Laser- WIG, ceea ce realizează distribuirea în mod controlat, în spațiu și în timp a aportului de energie al curentului de sudare WIG, în corelație cu aportul de energie al laserului.

- Sistemul asigură controlul asupra formei, dimensiunilor, aspectului și proprietăților metalului îmbinării este asigurat prin defazarea ajustabilă dintre impulsul WIG și impulsul laser, care constituie astfel un parametru tehnologic al procesului în tandem Laser- WIG.

- Deformația pieselor de metal de bază care se îmbină în tandem Laser- WIG este controlată în mod mai adecvat prin intermediul defazajului ajustabil dintre impulsurile laser și impulsurile WIG.

## Referințe bibliografice

1 Stauer, Herbert; Rührnössl, Manfred; Miesbacher, Gerhard; Hubinger, Manfred; Haberler, Wolfgang; Berger, Ewald (Assignee: Fronius International GmbH): Patent USA 6844521. Issued on January 18, 2005. US Classes: 219/121.63, 219/74, Gas supply (e.g., by ingredient of electrode, by external source) 219/121.78, 219/137.2. With consumable electrode device 219/121.48. Device for a laser-hybrid welding process. <http://www.patentstorm.us/patents/6844521/claims.html>.

2. T. Weber (2003): **Laser-WIG-Hybrid- schweißverfahren**. Corrosion News - Materials and Corrosion 4/2003. Materials and Corrosion, 54: 264–269. doi: 10.1002/maco.200390056. © 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. [www3.interscience.wiley.com/journal/104524210/articletext](http://www3.interscience.wiley.com/journal/104524210/articletext).
3. Briand, Francis (Paris, FR); Dubet, Olivier (Franconville, FR); Chovet, Orinne (Conflans Ste Honorine, FR): (2007). **Process for laser-ARC hybrid welding aluminized metal workpieces**. United States Patent Application 20080011720 Application Number: 11/826111. Publication Date: 01/17/2008. Filing Date: 07/12/2007. International Classes: **B23K31/02; B23K26/20; B23K9/16**. Assignee: L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE (PARIS, FR). [www.freepatentsonline.com/y2008/0011720.html](http://www.freepatentsonline.com/y2008/0011720.html).
4. TWI Technology Engineering (The Welding Institute Ltd. Cambridge, UK): **Hybrid Laser-Arc Welding**. [http://www.twi.co.uk/content/laser\\_hybrid.html](http://www.twi.co.uk/content/laser_hybrid.html).
5. Ming Gao\*, Xiaoyan Zeng, Qianwu Hu, Jun Yan (\*Division of Laser Science and Technology, Wuhan National Laboratory for Optoelectronics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074, PR China); **Laser-TIG hybrid welding of ultra-fine grained steel**. *Journal of materials processing technology* 209 (2009) 785–791. Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jmatprotec](http://www.elsevier.com/locate/jmatprotec).
6. Ilie Mariana; Birdeanu Valentin; Verbičchi Victor; Ciucă Cristian; ș.a.: **Contract 71088. Sistem integrat de determinare a sudabilității cu fascicul laser a materialelor polimerice, de monitorizare și control în timp real a procesului de sudare. Etapa 5/2010. Sistem integrat experimental**. ISIM Timișoara.
7. Kemppi: **Mastertig ACDC 2500W Pulse TIG Welding Source**. [www.kemppi.com](http://www.kemppi.com)
8. Analog Devices: **OP 177 Ultraprecision Operational Amplifier**. [www.analog.com/.../op177/.../product.html](http://www.analog.com/.../op177/.../product.html)
9. Philips Semiconductors: **HEF4093 Datasheet.pdf – Schmitt Trigger**. [www.datasheetcatalog.com/.../HEF4093.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/.../HEF4093.shtml)
10. ST Microelectronics: **TS555 Low Power Single C-MOS Timers**. January 1999. <http://www.st.com/stonline>
11. Philips Semiconductors: **HEF4069 Datasheet pdf - Hex inverter - Philips**. [www.datasheetcatalog.com/.../HEF4069.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/.../HEF4069.shtml)
12. Philips Semiconductors: **Application notes. HEF 4081 BD Gates; Quadruple 2-input And Gate**. [www.digchip.com/datasheets/.../parts\\_he12.php](http://www.digchip.com/datasheets/.../parts_he12.php).

**Sistem de sincronizare și control al defazajului  
pentru un procedeu de sudare tandem Laser pulsat și WIG pulsat  
- Revendicări -**

1. Sistem de sincronizare și control al defazajului pentru un procedeu de sudare în tandem Laser- WIG, **caracterizat prin aceea că** este format dintr-un șunt (1) pentru măsurarea curentului de sudare dat de către un cap de sudare WIG (2), alimentat de la o sursă de sudare WIG pulsat (3), având curentul nominal de 150... 350 A și frecvența nominală a impulsurilor de 0...600Hz, în combinație cu un cap de sudare laser (4) al unui utilaj laser (5) cu funcționarea în regim pulsat, având puterea nominală maximă în impuls de 5kW și frecvența nominală a impulsurilor laser de 0...300 Hz, laserul putând să fie comandat de la computerul propriu (6), unde se prescriu parametrii de funcționare, toate componentele menționate făcând parte dintr-un sistem combinat Laser- WIG, iar semnalul de curent preluat de pe șuntul (1) este amplificat într-un etaj cu circuitul integrat amplificator operațional (7), după care impulsurile amplificate sunt aplicate la intrarea unui trigger Schmitt din circuitul integrat (8), pentru aducerea impulsurilor la forma dreptunghiulară standardizată, apoi impulsurile sunt date la intrarea unui circuit integrat temporizator (9), unde are loc defazarea semnalului, introdus în continuare pe una dintre cele două intrări ale unei porți logice ȘI-1 din cadrul circuitului integrat (10), la a doua intrare fiind aplicat un semnal de confirmare de genul *Laserul este gata pentru impuls*, preluat prin cablul de interconectare de la o interfață de timp real a utilajului laser (5), astfel încât aceste două semnale sunt condiționate reciproc prin funcția ȘI-1, al cărei semnal de ieșire este introdus mai departe pe una dintre cele două intrări ale unei porți logice ȘI-2 din cadrul circuitului integrat (10), la a doua intrare fiind aplicat semnalul de la comanda externă (opțională) pentru generarea impulsurilor laser, astfel încât aceste două semnale sunt sincronizate reciproc prin funcția ȘI-2, după care semnalul de la ieșirea porții ȘI-2 este dat la intrarea unui circuit integrat inversor (11), unde are loc inversarea logicii semnalului, introdus în continuare pe baza unui tranzistor de putere (12), iar de la colectorul acestuia se preiau impulsurile finale pentru comanda generării fiecărui impuls laser, transmise prin cablul de interconectare la interfața de timp real a utilajului laser (5), în așa fel încât fiecare impuls generat de către laser este sincronizat sau are un defazaj ajustabil față de curentul de sudare WIG, este condiționat de semnalul de genul *Laserul este gata pentru impuls* și este sincronizat cu fiecare impuls de la o comandă externă (opțională) a laserului.

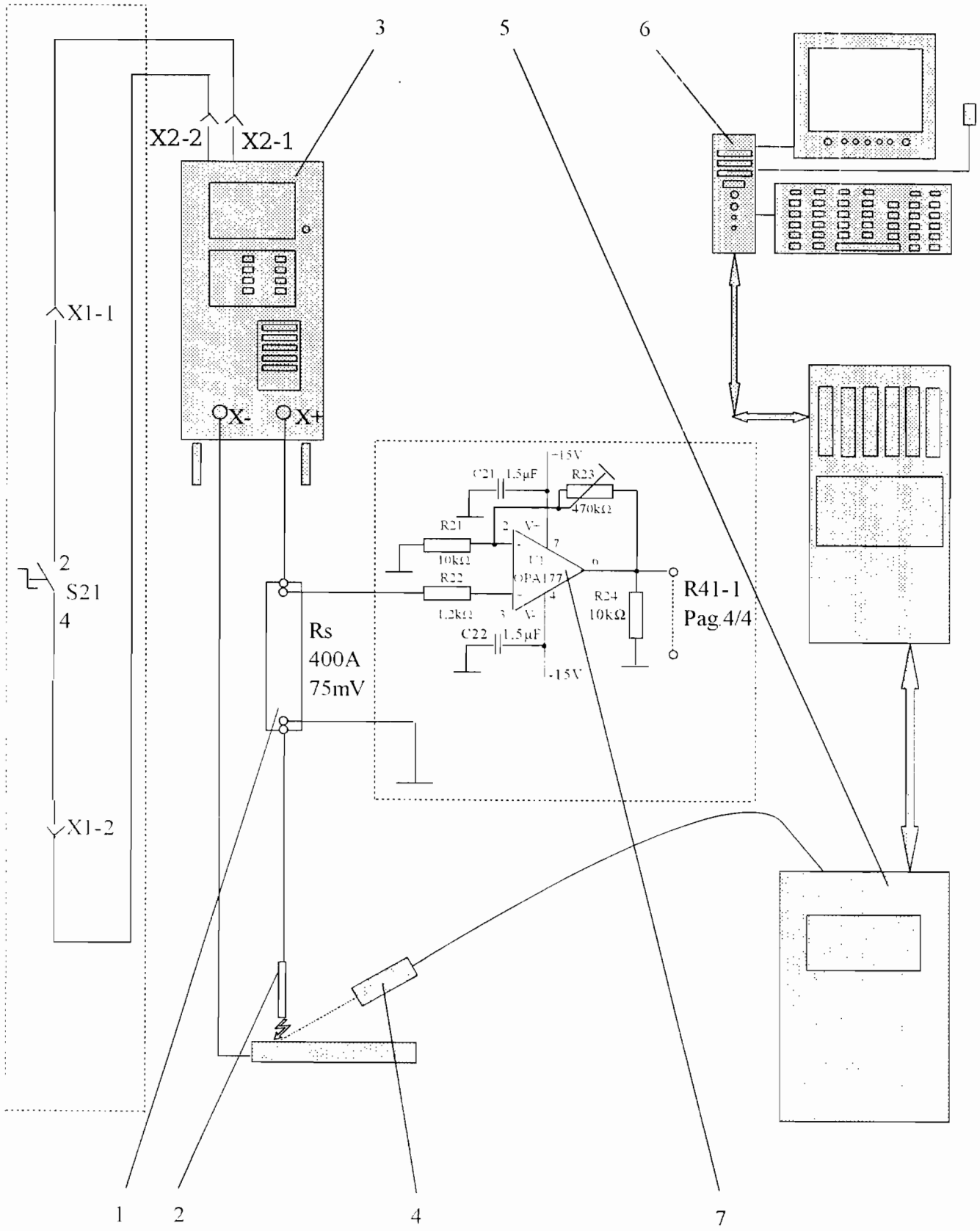
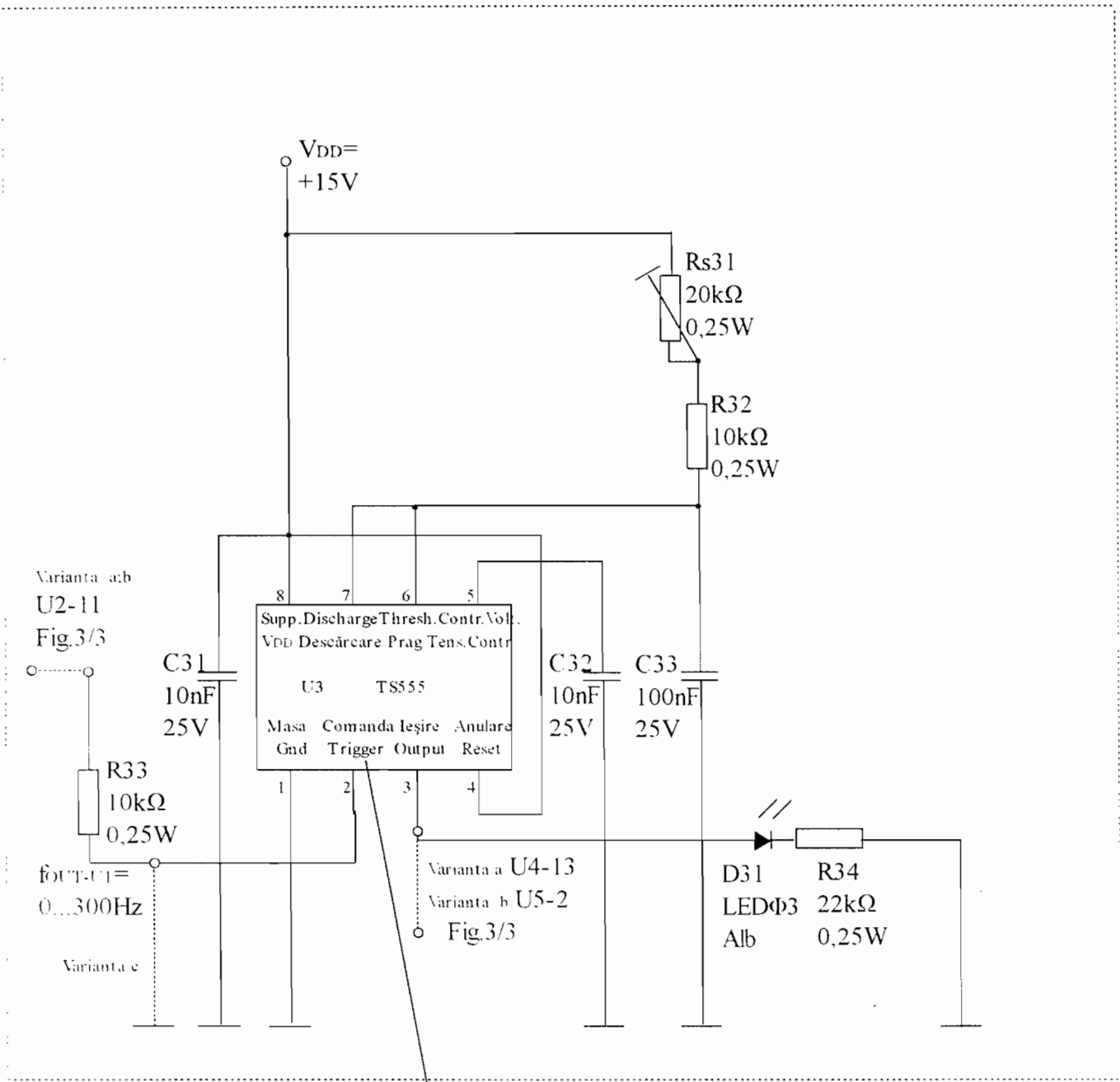


Figura 1 / 3





9

Figura 2 / 3

W

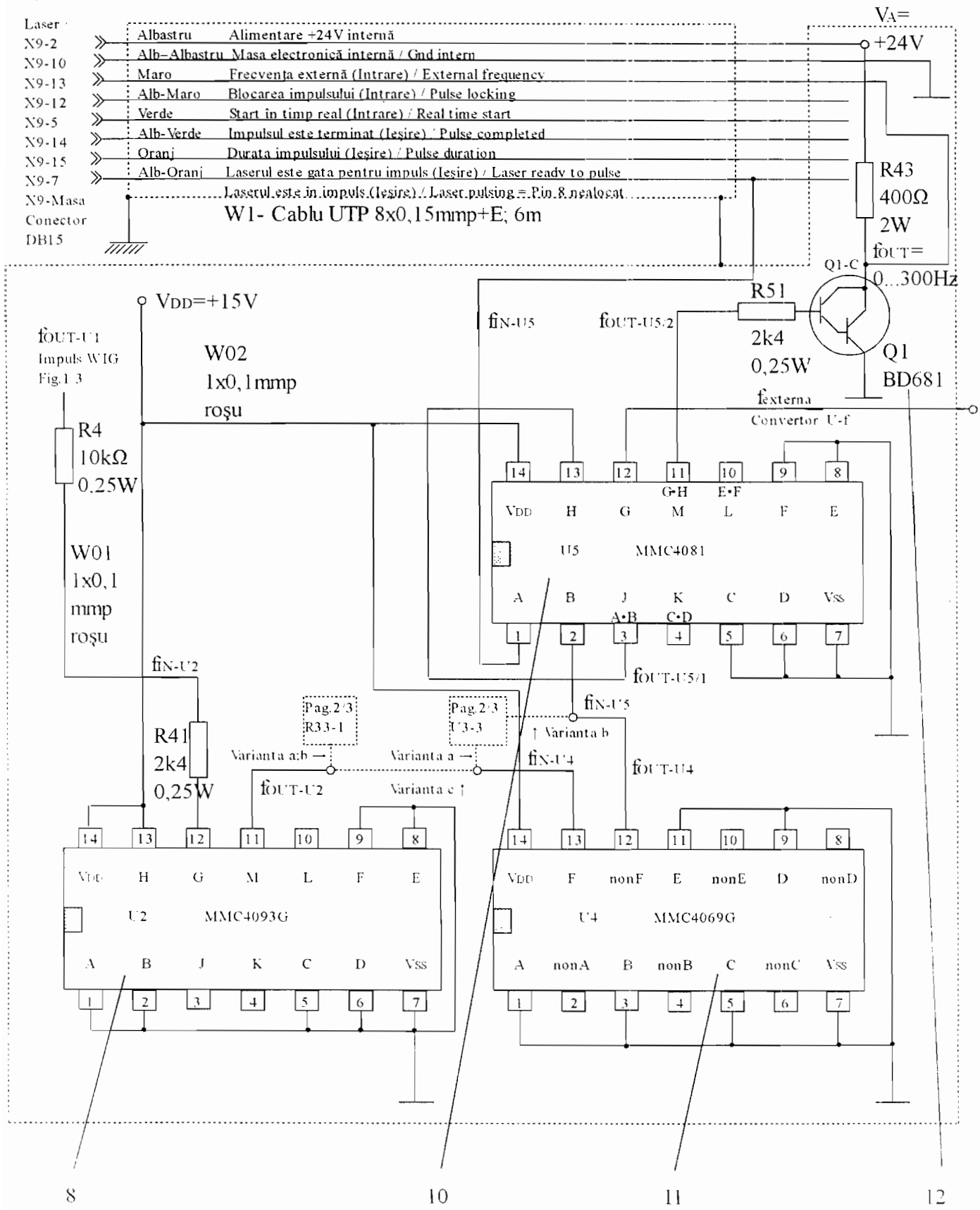


Figura 3 / 3