

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00266

(22) Data de depozit: 20.04.2012

(41) Data publicării cererii:  
29.11.2013 BOPI nr. 11/2013

(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:  
• OANCĂ OCTAVIAN VICTOR,  
STR. SOROCA NR. 11, AP. 10, TIMIȘOARA,  
TM, RO;  
• SÎRBU NICUȘOR ALIN,  
INTRAREA POGONICI NR. 4, ET. 4, AP. 66,  
TIMIȘOARA, TM, RO

*Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor, depuse conform art. 35,  
alin. (20), din HG nr. 547/2008.*

## (54) PROCEDEU ȘI APARAT DE SUDARE HIBRIDĂ PRIN PRESIUNE ȘI CU ULTRASUNETE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la un aparat pentru sudarea materialelor metalice de tipul tablelor subțiri, sârmelor sau foliilor în industria constructoare de mașini. Procedeu conform invenției constă în aceea că sudarea materialelor metalice se face cu ajutorul unei sonotrode ce realizează, simultan, sudarea electrică prin presiune și sudarea cu ultrasunete. Aparatul conform invenției în cadrul căruia este aplicat procedeu este alcătuit dintr-un transformator de sudare, o instalație electrică de forță, care acționează împreună cu un contactor static cu tiristoare, și dintr-un modul de comandă și programare, ce asigură dialogul cu utilizatorul, generează semnalele de PWM, afișează elementele de sistem și generează ciclograme de sudare conform diagramei caracteristice a unei mașini de sudare electrică prin presiune.

Revendicări: 4  
Figuri: 8

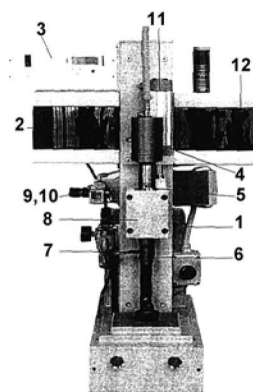
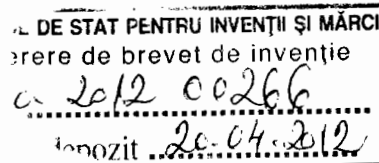


Fig. 1





(a) **Procedeu și aparat de sudare hibridă prin presiune și cu ultrasunete**

**Descriere**

(b) Domeniul tehnic la care se referă invenția este industria constructoare de mașini la operații de îmbinare nedemontabilă prin sudare a materialelor metalice cu dimensiuni mai mici de 0,9 mm (grosimi, diametre).

(c) În prezent, nu se folosește acest procedeu hibrid, în structura care face obiectul prezentei propuneri de brevet de invenție.

(d) Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea de îmbinări / microîmbinări a materialelor metalice de tipul tablelor subțiri, sârmelor, foliilor, într-un câmp dimensional având ca valori limită 0,2, respectiv 0,9 mm, în conformitate cu standardele, normele în vigoare, ori cu cerințele tehnice ale utilizatorilor din domeniu, care se regăsesc în documentația tehnică aferentă.

(e) Invenția se referă la aplicarea unui procedeu de sudare hibrid, respectiv la un aparat de sudare pentru rezolvarea problemei tehnice prezentate anterior.

Procedeu de sudare este hibrid și se referă la sudarea electrică prin presiune și cu ultrasunete a materialelor metalice cu aplicații multiple în industria electrotehnică, autovehicule, electronică.

Acest procedeu se realizează utilizând sudarea electrică prin presiune, ca procedeu clasic, care funcționează în tandem cu procedul de sudare cu ultrasunete.

Specificul acestui procedeu constă în utilizarea cu rolul de electrod de sudare, la sudarea prin procedeul electric prin presiune, a sonotrodei specializate pentru sudare, parte a unui sistem ultraacustic, compus din convertor piezoceramic, booster cu raport de transformare 1:1 și modul de programare a sistemului.

Procedeu de sudare electrică prin presiune se compune din un transformator de sudare, o instalație electrică de forță, care acționează în sistem împreună cu contactorul static cu tiristoare și un modul de comandă și programare care are următoarele funcții: asigurarea dialogului cu utilizatorul, generarea semnalelor de PWM, afișarea elementelor de sistem, generarea ciclogramei de sudare conform diagramei caracteristice a mașinilor de sudat electric prin presiune.

- (f) Avantajele invenției în raport cu stadiul tehnicii sunt următoarele:
- caracterul hibrid al procesului, conferit de alăturarea celor două procedee, sudarea electrică prin presiune și sudarea cu ultrasunete care însumează avantajele utilizării celor două procedee de îmbinare;
  - reducerea timpului de îmbinare prin utilizarea acestui procedeu hibrid, în locul altor două procedee, deci în loc de o sumă de doi timpi, rezultă o valoare însumată a timpilor cu suprapuneri evidente;
  - un control al parametrilor tehnologici de lucru ale celor două procedee, prin posibilitatea programării acestora deci de a combina într-o succesiune necesară valorile, astfel că îmbinarea rezultată să fie conformă cu cerințele rezultate din documentația tehnologică aferentă;

(g) Aparatul pentru sudarea hibridă prin presiune și cu ultrasunete este conceput într-o structură modulară, fiind compus conform figurii 1, din elementele constitutive ale unui echipament de sudare electrică prin presiune în puncte: transformator de sudare (32 kVA, 330 V, 50 Hz), parte a instalației electrice de forță, poziția 1. Transformatorul de sudare împreună cu un contactor static cu tiristoare și cu un modul de comandă și programare, poziția 2, alcătuiesc componentele necesare realizării sudării electrice prin presiune. Realizarea secvențelor necesare, pentru operația de sudare, este dată de componenta software a modului de comandă și programare, poziția 2, astfel:

- asigurarea dialogului cu utilizatorul prin intermediul tastaturii și a afișajului;
- generarea semnalului de PWM;
- afișarea elementelor de sistem;
- generarea ciclogramei de sudare, conform diagramei caracteristice a mașinilor de sudare electric prin presiune.

Generatorul de ultrasunete cu modulul de programare sistem ultraacustic, poziția 3, acționează ansamblul rezonator ultraacustic, format din convertor piezoceramic (3000 W, 20 kHz), poziția 4, booster cu raport de transformare 1:1, poziția 5 și sonotroda specializată (aliaj CuZn 37), poziția 6, care are și funcția de electrod de sudare prin procedeul electric prin presiune.

Circuitul secundar al transformatorului de sudare este format din masa metalică a ansamblului echipament și din legătura elastică, poziția 7, de pe sonotrodă. Ansamblul rezonator mecanic este amplasat și izolat electric pe axa pneumatică, poziția 8. Acționarea este pneumatică prin intermediul grupului de preparare aer comprimat și electroventil, poziția 9 și poziția 10, respectiv cilindrul pneumatic, poziția 11.

Modulul energetic generator de ultrasunete, comandă și control este alimentat la o linie de tensiune 220 V, 50 Hz, frecvența de lucru fiind 20 kHz.

Echipamentul de sudare cu ultrasunete, pentru sudarea materialelor metalice este dotat cu un generator de putere 2500 W, care convertește tensiunea convențională de 50-60 Hz, în energie electrică la 20 kHz, fiind proiectat în general să lucreze la un  $DA_{max} = 50 \%$ . Deplasarea pe verticală a ansamblului BOOSTER la sudare se realizează cu o axă de translație de tip electropneumatic, cu ghidare pe coloane, poziția 8.

Batiul aparatului va fi realizat dintr-un aliaj de aluminiu extrudat pentru asigurarea unei rigidități corespunzătoare, necesară pentru ca elementele pasive să nu consume din vibrații, o parte din energie ultrasonică produsă de generator

Fazele procesului tehnologic sunt:

- încărcare manuală a reperelor de sudat;
- start;
- coborâre ansamblu rezonator BOOSTER;
- sudare SET + US;

Obs.

Sudare SET = sudare electrică prin presiune

Sudare US = sudare cu ultrasunete

- sfârșit sudare;
- ridicare ansamblu rezonator BOOSTER;
- descărcare piesă sudată.

Valorile parametrilor tehnologici de sudare cu ultrasunete, vor fi alese, în funcție de materialele de sudat, dimensiunea pieselor și de starea suprafețelor acestora, după cum urmează:

- forța de sudare maximă 500 N;
- timp de stabilizare forță de sudare  $0,01 \div 10$  s;
- timp de sudare  $0,01 \div 6$  s;
- frecvență ultrasunete 20 kHz;
- timp de menținere după sudare  $0,01 \div 10$  s;
- amplitudine oscilații parametrizat  $0 \div 100$  %;
- curentul de sudare parametrizat  $0 \div 100$  %;

Aparatul de sudare se alimentează de la o linie de 380 V/ 50 Hz, pentru SEP și de la o linie de 230 V/ 50 Hz, pentru US.

(h)

#### **Programarea sistemului tehnologic de sudare hibridă, utilizând un programator specializat.**

În figura 2 se prezintă ecranul de programare parametrilor proces tehnologic de sudare, pentru varianta de sudare hibridă electric prin presiune și cu ultrasunete.

Ecranul prezintă două coloane de parametrilor tehnologici, coloana POINT WELD, cu parametrilor TIMP DE STABILIZARE [ST = 1,2 S], TIMP DE SUDARE [WT = 0,123 ms], TIMP DE MENȚINERE [MT = 1,2 S].

Valorile parametrilor tehnologici la coloana POINT WELD, în secunde și milisecunde, sunt identice cu valorile programate la un controller, pentru timp de stabilizare  $T1 + Tu$ , timp de sudare T2, și timp de menținere după sudare  $T4 + Tc$ , exprimate în perioade. În figura 3 se prezintă diagrama specifică procesului de sudare electrică prin presiune în puncte și cu ultrasunete.

Valorile parametrilor tehnologici la coloana ULTRASONIC WELD, în secunde și milisecunde, sunt dependente cu valorile programate la un controller, pentru timpul MT. Parametrul ST la sudarea cu ultrasunete, funcție de valoare programată, amplasează trenul de ultrasunete în timpul sudării electrice prin presiune, figura 3, A, la sfârșitul procesului de sudare electrică prin presiune, figura 3, B, sau după sfârșitul operației de sudare electrice prin presiune, figura 3, C.

Modul de alegere a parametrilor ULTRASONIC WELD, cu amplasarea trenului de ultrasunete la începutul sudării electrice prin presiune, varianta A este precizat în tabelul 1

Tabelul 1

SPOT WELDING(SEP)	ULTRASONIC WELDING(US)
$ST_{SEP}$	$ST_{UW} = ST_{SEP} \times 110\%$
$WT_{SEP}$	$WT_{UW} = \max.(T_{SEP} \times 90\%)$
$MT_{SEP}$	$MT_{SEP} = MT_{US}$

Modul de alegere a parametrilor ULTRASONIC WELD, cu amplasarea trenului de ultrasunete la sfârșitul sudării electrice prin presiune, varianta B este precizat în tabelul 2.

Tabelul 2

SPOT WELDING(SEP)	ULTRASONIC WELDING(US)
$ST_{SEP}$	$ST_{UW} = ST_{SEP} \times 160\%$
$WT_{SEP}$	$WT_{UW} = \max.(T_{SEP} \times 40\%)$
$MT_{SEP}$	$MT_{SEP} = MT_{US}$

Modul de alegere a parametrilor ULTRASONIC WELD, cu amplasarea trenului de ultrasunete după sfârșitul sudării electrice prin presiune, varianta C este precizat în tabelul 3.

Tabelul 3

SPOT WELDING(SEP)	ULTRASONIC WELDING(US)
$ST_{SEP}$	$ST_{UW} = ST_{SEP} \times 190\%$
$WT_{SEP}$	$WT_{UW} = \max.(T_{SEP} \times 10\%)$
$MT_{SEP}$	$MT_{SEP} = MT_{US}$

Modificarea valorilor tabelare se realizează prin apăsarea tastei SET de pe panoul frontal al programatorului. Valorile care pot fi modificate prin tastele de incrementare și decrementare (săgeata sus /jos), sunt iluminate pulsant. Valorile modificate se validează cu tasta ENT. Se vor corela cu valori corespunzătoare.

### Programarea sistemului tehnologic cu programator, pentru modul sudare electrică prin presiune în puncte

În figura 4 se prezintă ecranul de programare parametri proces tehnologic de sudare, pentru varianta de sudare electric prin presiune.

Ecranul prezintă coloana de parametri tehnologici, POINT WELD, cu parametrii TIMP DE STABILIZARE [Stabilizing time = 1,2 S], TIMP DE SUDARE [Weld time = 0,123 ms], TIMP DE MENȚINERE [Maintain time T = 1,2 S].

Valorile parametrilor tehnologici la coloana POINT WELD, în secunde și milisecunde, sunt identice cu valorile programate la un controller, pentru timp de stabilizare  $T1 + Tu$ , timp de sudare  $Ts$ , și timp de menținere după sudare  $T4 + Tc$ , exprimate în perioade. În figura 5 se prezintă diagrama specifică procesului de sudare electrică prin presiune în puncte.

Modificarea valorilor tabelare se realizează prin apăsarea tastei SET de pe panoul frontal al programatorului. Valorile care pot fi modificate prin tastele de incrementare și decrementare folosind tastele UP(▲) și DOWN(▼), (săgeata sus /jos), sunt iluminate pulsate. Valorile modificate se validează cu tasta ENT.

### **Programarea sistemului tehnologic cu programator, pentru modul sudare cu ultrasunete.**

În figura 6 se prezintă ecranul de programare parametri proces tehnologic de sudare, pentru varianta de sudare cu ultrasunete.

Ecranul prezintă coloana de parametri tehnologici, ULTRASONIC WELD, cu parametri TIMP DE STABILIZARE [Stabilizing time = 1,2 S], TIMP DE SUDARE [Weld time = 0,123 ms], TIMP DE MENȚINERE [Maintain time T = 1,2 S].

Valorile parametrilor tehnologici la coloana ULTRASONIC WELD, sunt exprimate în secunde și milisecunde. În figura 7 se prezintă diagrama specifică procesului de sudare cu ultrasunete

Modificarea valorilor tabelare se realizează prin apăsarea tastei SET de pe panoul frontal al programatorului. Valorile care pot fi modificate prin tastele de incrementare și decrementare (săgeata sus /jos), sunt iluminate pulsate. Valorile modificate se validează cu tasta ENT.

Modificarea meniului se realizează prin tastarea săgeților stânga-dreapta de pe frontpanelului sistemului.

### **Programarea sistemului generator de ultrasunete**

În figura 8 se prezintă frontpanelul cu ecranul de programare parametri proces tehnologic de sudare cu ultrasunete. Menționăm că aparatul, în modul de lucru sudare hibridă, operează cu timpii setați numai de pe programator. De pe panoul generatorului de ultrasunete se setează frecvența de lucru a sistemului ultrasonic și valoarea amplitudinii de microvibrații 0-100%.

Generatorul cu ultrasunete se programează utilizând butonul encoder, poziția 1, prin selectarea meniului prin rotirea stânga-dreapta a butonului și validarea parametrului dorit prin apăsarea aceluiași buton.

Fereastra standard a programatorului, poziția 2, afișează valoarea frecvenței de rezonanță aleasă (ex. 24570 Hz), amplitudinea programată (ex. 100 %), și puterea transferată în proces după fiecare sudură.

Butonul indicat la poziția 3, testează funcționarea ansamblului mecanic ultraacustic din punct de vedere al frecvenței de rezonanță în corelare cu puterea transferată de sistem ultrasonic în gol sau sarcină.

Bargraful constituit din coloana de LED-uri, indică vizual puterea transferată de sistemul ultrasonic în procesul de sudare.

## Revendicări

- 1.) **Procedeu hibrid pentru sudare prin presiune și cu ultrasunete** utilizat în procese de îmbinare / microîmbinare, caracterizat prin aceea că realizează operația de sudare a materialelor metalice, utilizând simultan sudarea electrică prin presiune și sudarea cu ultrasunete, însumând astfel avantajele tehnice ale celor două procedee, necesare pentru îmbinarea tablelor subțiri, a sârmelor și a foliilor.
- 2.) **Aparat pentru sudarea prin procedeul hibrid prin presiune și cu ultrasunete** caracterizat prin aceea că utilizează cu rolul de electrod de sudare, la sudarea prin presiune, o sonotrodă specializată pentru sudare, parte a unui sistem ultraacustic.
- 3.) **Aparat pentru sudarea prin procedeul hibrid prin presiune și cu ultrasunete** caracterizat prin aceea că circuitul secundar al transformatorului de sudare prin procedeul electric prin presiune, este format din masa metalică a ansamblului echipamentului și din legătura elastică de pe sonotrodă (figura 7).
- 4.) **Aparat pentru sudarea prin procedeul hibrid prin presiune și cu ultrasunete** caracterizat prin aceea că poate realiza separat îmbinări sudate prin procedeul prin presiune, prin procedeul cu ultrasunete sau prin procedeul hibrid.

Desene

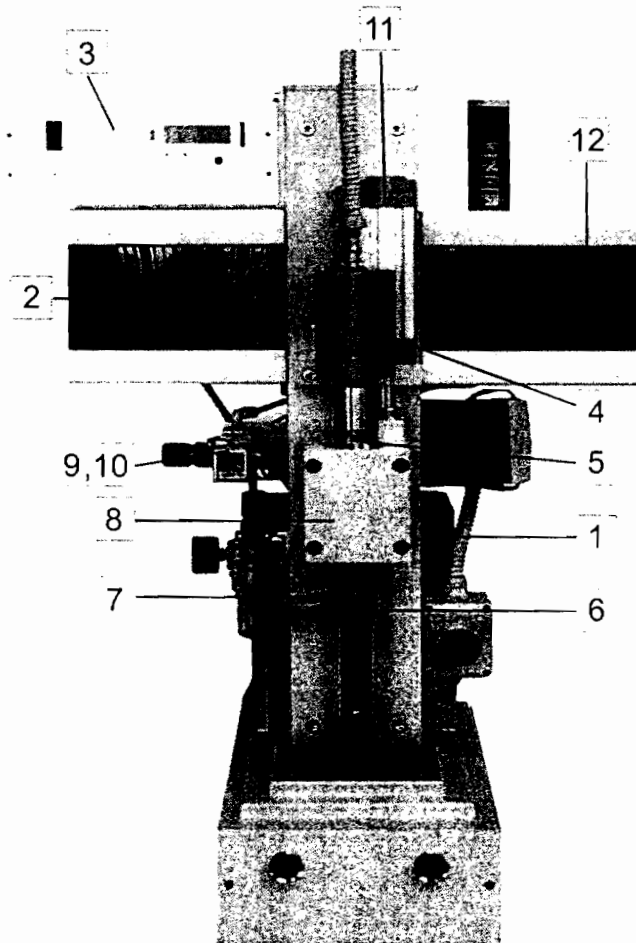


Figura 1

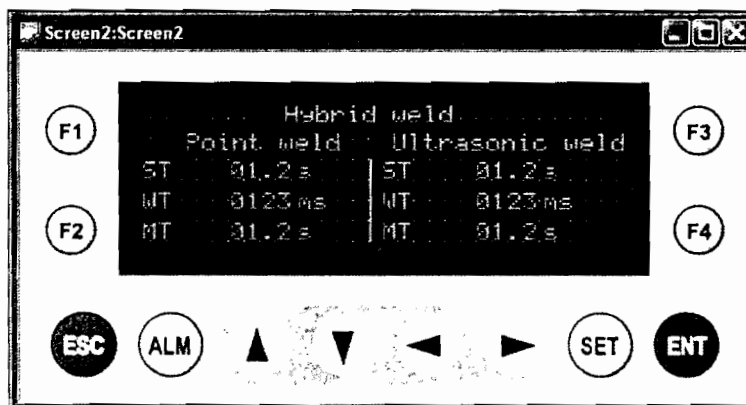


Figura 2



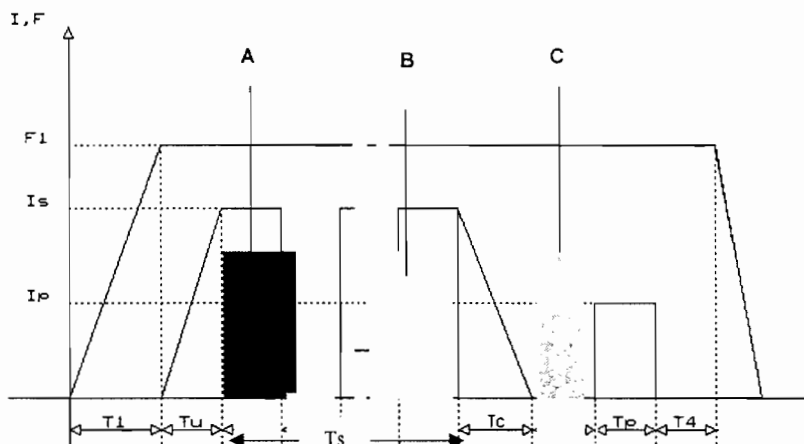


Figura 3

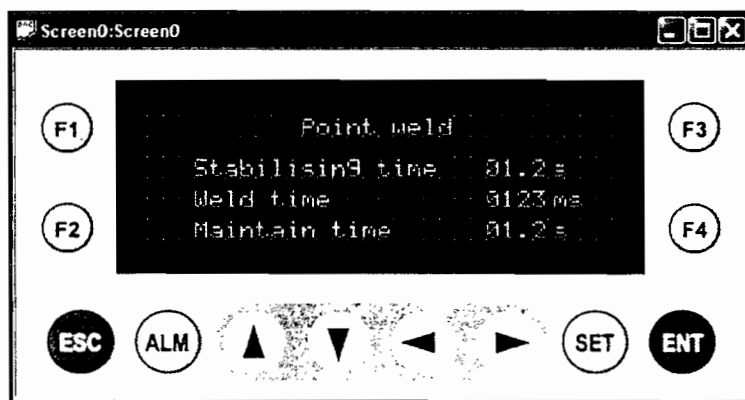


Figura 4

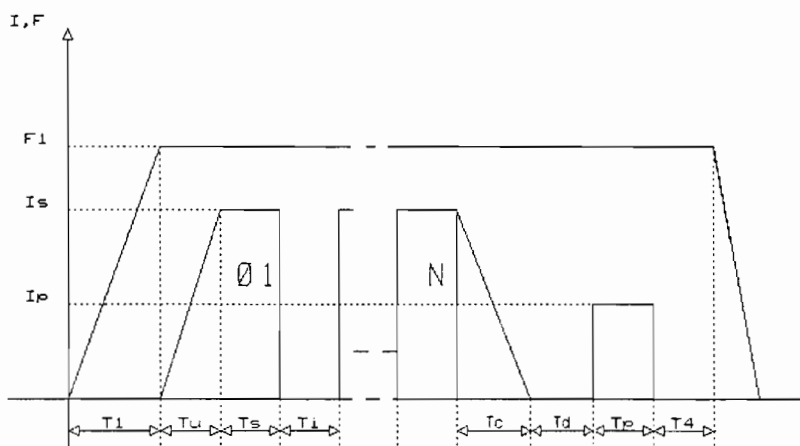


Figura 5

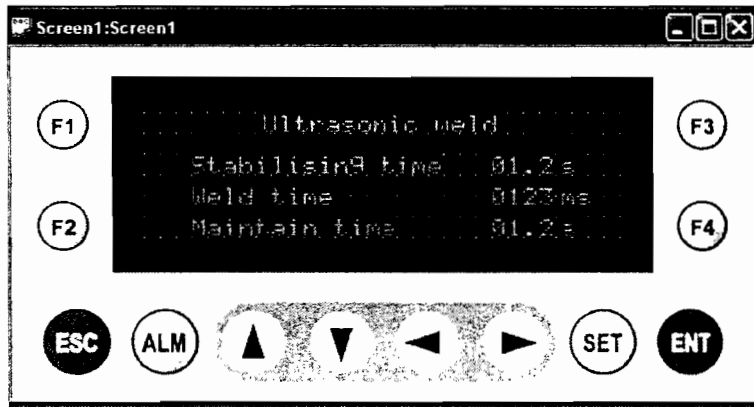


Figura 6

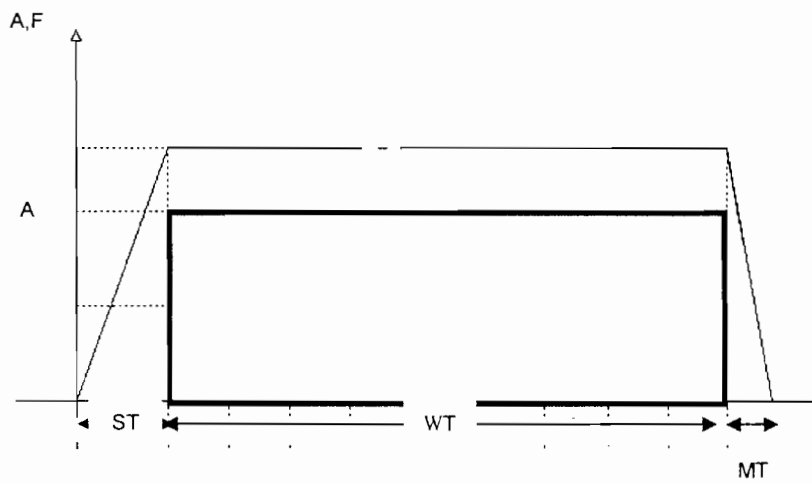


Figura 7

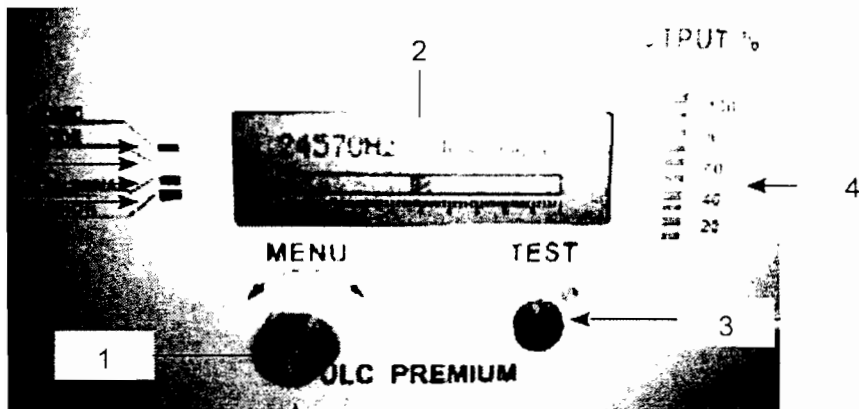


Figura 8

(a)

**Procedeu și aparat de sudare****Descriere**

(b)

Domeniul tehnic la care se referă invenția este industria constructoare de mașini la operații de îmbinare nedemontabilă prin sudare a materialelor metalice cu dimensiuni mai mici de 0,9 mm (grosimi, diametre).

(c)

Este cunoscut sistemul existent pe piața echipamentelor de sudare, a cărui funcționare se bazează pe sudarea electrică prin presiune în puncte. Acesta nu dă rezultate bune din punct de vedere al calității în cazul sudării materialelor cu dimensiuni în intervalul 0,2 mm ÷ 0,9 mm (table subțiri, folii, sârme).

De asemenea, este cunoscut sistemul de sudare cu ultrasunete a materialelor cu dimensiunile precizate (0,2 mm ÷ 0,9 mm). Aceste sisteme sunt utilizate la sudarea materialelor metalice cu dimensiuni mici, dar rezultatele îmbinărilor sudate obținute nu satisfac, de regulă, cerințele de calitate ale unei asemenea îmbinări.

(d)

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea de îmbinări / microîmbinări sudate a materialelor metalice de tipul tablelor subțiri, sârmelor, foliilor, într-un câmp dimensional având ca valori limită 0,2, respectiv 0,9 mm.

(e)

Procedeu de sudare hibrid utilizat rezolvă problemele privind calitatea îmbinărilor sudate obținute prin cele două procedee menționate, iar prin soluția constructivă propusă se vor obține suduri corespunzătoare calitativ.

Aparatul de sudare prin procedeu hibrid rezolvă problemele prezentate, adică a îmbinărilor sudate obținute prin oricare din procedeele prezentate, prin aceea că este compus din elementele constitutive ale unui echipament de sudare electrică prin presiune în puncte, respectiv un transformator de sudare (32 kVA, 330 V, 50 Hz), ca parte a instalației electrice de forță, care acționează în sistem împreună cu un contactor static de tipizare, un modul de comandă și de programare care are următoarele funcții: asigurarea dialogului cu utilizatorul, generarea semnalelor de PWM, afișarea elementelor de sistem, generarea ciclogramei de sudare conform diagramei caracteristice a aparatelor ori echipamentelor de sudare electric prin presiune.

Ca element specific al acestui procedeu se precizează că se utilizează cu rolul de electrod de sudare la sudarea prin procedeu electric prin presiune, o sonotrodă specializată pentru sudare, parte a unui sistem ultraacustic, compus din convertor piezoceramic, booster cu raport de transformare 1:1 și un modul de programare a sistemului.

- (f) Avantajele invenției în raport cu stadiul tehnicii sunt următoarele:
- caracterul hibrid al procesului, conferit de alăturarea celor două procedee, sudarea electrică prin presiune și sudarea cu ultrasunete care însumează avantajele utilizării celor două procedee de îmbinare;
  - reducerea timpului de îmbinare prin utilizarea acestui procedeu hibrid, în locul altor două procedee, deci în loc de o sumă de doi timpi, rezultă o valoare însumată a timpilor cu suprapuneri evidente;
  - un control al parametrilor tehnologici de lucru ale celor două procedee, prin posibilitatea programării acestora deci de a combina într-o succesiune necesară valorile, astfel că îmbinarea rezultată să fie conformă cu cerințele rezultate din documentația tehnologică aferentă;

- (g) Se dă în continuare un exemplu de aplicare/realizare a procedeuului și de realizare a aparatului conform invențiilor, în legătură cu figurile 1 ... 8, care prezintă:

- figura 1, vedere din față a aparatului;
- figura 2, vedere a ecranului de programare a parametrilor procesului tehnologic;
- figura 3, diagrame de variație a trenului de unde ultrasonore;
- figura 4, ecranul de programare a parametrilor procesului de sudare, pentru varianta de sudare electric prin presiune;
- figura 5, diagrama de variație a curentului de sudare, a forței și a curentului postsudare, specifice procesului de sudare electric prin presiune în puncte;
- figura 6, ecranul de programare parametri de proces tehnologic de sudare cu ultrasunete;
- figura 7, diagrama specifică a procesului de sudare cu ultrasunete;
- figura 8, frontpanelul cu ecranul de programare a parametrilor procesului tehnologic de sudare cu ultrasunete.

- (h) **Programarea sistemului tehnologic de sudare hibridă, utilizând un programator specializat.**

Aparatul, conform invenției (figura 1), este conceput într-o structură modulară, fiind realizat din subsansambluri în sine cunoscute, între care există o relație funcțională. Astfel, în componența aparatului sunt structurate subsansamblele constitutive ale unui echipament de sudare electrică prin presiune în puncte: - transformator de sudare (32 kVA, 330V, 50 Hz) parte a instalației de forță, poziția 1. Transformatorul de sudare, împreună cu un contactor static cu tiristoare și un modul pentru comandă și programare, poziția 2, sunt componentele necesare pentru procedeul de sudare electrică prin presiune. În vederea obținerii secvențelor de lucru, necesare pentru operația de sudare electrică prin presiune, se utilizează componenta software a modulului de programare (comandă și control), poziția 2, în felul următor:

- asigurarea dialogului cu utilizatorul prin intermediul tastaturii și a afișajului;
- generarea semnalului de PWM;
- afișarea elementelor de sistem;
- generarea ciclogramei de sudare, în conformitate cu digrama

caracteristică a mașinilor de sudare electrică prin presiune.

Subansamblele constitutive ale unui echipament de sudare cu ultrasunete, care intră în componența aparatului sunt următoarele: generatorul de ultrasunete, cu modulul de programare (comandă și control) sistem ultraacustic, poziția 3, ce acționează ansamblul rezonator ultraacustic, compus din convertor piezoceramic (3000 W, 20 kHz), poziția 4, booster cu raport transformare 1:1, poziția 5 și sonotrodă, poziția 6. Această sonotrodă îndeplinește și funcția de electrod de sudare, subansamblu specific pentru procedeul de sudare electric prin presiune în puncte.

Circuitul secundar al transformatorului de sudare este format din masa metalică a ansamblului aparat și din legătura elastică, metalică, poziția 7, de pe sonotrodă, poziția 6.

Ansamblul rezonator mecanic este amplasat, fiind izolat din punct de vedere electric, pe axa de lucru, cu acționare pneumatică, poziția 8. Acționarea pneumatică se realizează prin intermediul grupului de preparare a aerului comprimat și a electroventilului, poziția 9, poziția 10 și a unui cilindru pneumatic, poziția 11, a cărui tijă se deplasează pe verticală, în jos ori sus, realizând apropierea și contactul electrodului de sudare, care în cazul invenției este și sonotrodă, cu piesele de sudat. Mișcarea de retragere a electrodului se realizează prin deplasarea tijei cilindrului pneumatic în sus. Poziția 12 a figurii 1 prezintă programatorul procesului de sudare hibridă. Modulul energetic, generator de ultrasunete, de comandă și de control, este alimentat cu energie electrică de la o linie de tensiune de 220V, 50 Hz, frecvența de lucru fiind de 20 kHz.

Echipamentul de sudare prin procedeul cu ultrasunete, pentru sudarea materialelor metalice are în componență un generator de putere de 2500 W, care are rolul de a converti tensiunea convențională cu frecvența de 50÷60 Hz în energie electrică cu frecvența de 20kHz, fiind realizat astfel ca să lucreze la un  $DA_{max} = 50\%$ . Deplasarea pe verticală a ansamblului BOOSTER, pentru sudare se realizează cu axa de translație de tip electropneumatic, cu ghidare pe coloane, poziția 8.

Batiul aparatului va fi realizat dintr-un aliaj de aluminiu extrudat, pentru asigurarea unei rigidități corespunzătoare a aparatului, pentru ca elementele pasive să nu consume din vibrații, adică a unei părți din energia ultrasonică produsă de generator.

Sudarea prin procedeul hibrid are loc, fazele procesului fiind următoarele:

- încărcarea aparatului cu reperele de sudat;
- start proces;
- coborâre ansamblu rezonator BOOSTER;
- sudare prin procedeul hibrid (SET + US).

Se face observația că se notează procedeul de sudare electrică prin presiune cu SET, respectiv sudarea cu ultrasunete cu US.

- terminare operație de sudare;
- ridicare ansamblu rezonator BOOSTER;
- descărcare piesă sudată.

Valorile parametrilor tehnologici la sudarea cu ultrasunete vor fi alese pe cale experimentală funcție de calitatea materialelor du sudat (Fe, Al, Cu, Au, Ag, etc.) și de starea suprafețelor (gradul de netezire) acestora.

Gama valorilor din care se vor stabili valorile concrete, după experimentări, pentru parametrii de lucru este prezentată în continuare:

- forța de sudare: 0,... ,500N;
- timp de stabilizare a forței de sudare: 0,01÷10s;
- timp de sudare: 0,01÷6s;
- frecvență ultrasunete ...20 kHz;
- timp de menținere după sudare: 0,1÷10s;
- amplitudine oscilații (valori parametrizate): 0÷100%;
- curent de sudare (valori parametrizate): 0÷100%.

Aparatul de sudare prin procedeul hibrid va fi alimentat de la o linie de 380 V / 50 Hz, pentru SEP și de la o linie de 230 V / 50 Hz pentru US.

În figura 2 se prezintă ecranul de programare parametri proces tehnologic de sudare, pentru varianta de sudare hibridă electric prin presiune și cu ultrasunete.

Valorile programate și afișate sunt prezentate pentru un caz oarecare, ipotetic, pentru ușurința înțelegerii modului de operare cu aparatul, deci sunt niște valori alese în mod aleator.

Ecranul prezintă două coloane de parametri tehnologici, coloana POINT WELD, cu parametri TIMP DE STABILIZARE [ST = 1,2 S], TIMP DE SUDARE [WT = 0,123 ms], TIMP DE MENȚINERE [MT = 1,2 S].

Valorile parametrilor tehnologici la coloana POINT WELD, în secunde și milisecunde, sunt identice cu valorile programate la un controller, pentru timp de stabilizare  $T_1 + T_u$ , timp de sudare  $T_2$ , și timp de menținere după sudare  $T_4 + T_c$ , exprimate în perioade. De asemenea, valorile prezentate sunt pentru un caz ipotetic, pentru o facilă înțelegere a modului de lucru. În figura 3 se prezintă diagrama specifică procesului de sudare electrică prin presiune în puncte și cu ultrasunete (a procesului hibrid).

Valorile parametrilor tehnologici la coloana ULTRASONIC WELD, în secunde și milisecunde, sunt dependente cu valorile programate la un controller, pentru timpul MT. Parametrul ST la sudarea cu ultrasunete, funcție de valoare programată, amplasează trenul de ultrasunete în timpul sudării electrice prin presiune, figura 3, A, la sfârșitul procesului de sudare electrică prin presiune, figura 3, B, sau după sfârșitul operației de sudare electica prin presiune., figura 3, C.

Modul de alegere a parametrilor ULTRASONIC WELD, cu amplasarea trenului de ultrasunete la începutul sudării electrice prin presiune, varianta A este precizat în continuare:

- SPOT WELDING (SEP):
  - $ST_{SEP}$ ;
  - $WT_{SEP}$ ;
  - $MT_{SEP}$ .
- ULTRASONIC WELDING (US):
  - $ST_{uw} = ST_{SEP} \times 110\%$ ;
  - $WT_{uw} = \max.(T_{SEP} \times 90\%)$ ;
  - $MT_{SEP} = MT_{us}$ .

Modul de alegere a parametrilor ULTRASONIC WELD, cu amplasarea trenului de ultrasunete la sfârșitul sudării electrice prin presiune, varianta B este precizat în mai jos:

- SPOT WELDING (SEP):
  - $ST_{SEP}$ ;
  - $WT_{SEP}$ ;
  - $MT_{SEP}$ .
  
- ULTRASONIC WELDING (US):
  - $ST_{uw} = ST_{SEP} \times 160\%$ ;
  - $WT_{uw} = \max.(T_{SEP} \times 40\%)$ ;
  - $MT_{SEP} = MT_{us}$ .

Modul de alegere a parametrilor ULTRASONIC WELD, cu amplasarea trenului de ultrasunete după sfârșitul sudării electrice prin presiune, varianta C este precizat după cum urmează:

- SPOT WELDING (SEP):
  - $ST_{SEP}$ ;
  - $WT_{SEP}$ ;
  - $MT_{SEP}$ .
  
- ULTRASONIC WELDING (US):
  - $ST_{uw} = ST_{SEP} \times 190\%$ ;
  - $WT_{uw} = \max.(T_{SEP} \times 10\%)$ ;
  - $MT_{SEP} = MT_{us}$ .

Modificarea valorilor tabelare se realizează prin apăsarea tastei SET de pe panoul frontal al programatorului. Valorile care pot fi modificate prin tastele de incrementare și decrementare (săgeata sus /jos), sunt iluminate pulsant. Valorile modificate se validează cu tasta ENT. Se vor corela cu valori corespunzătoare. Aceste informații sunt prezentate pentru a cuprinde toată gama de posibilități la sudarea US.

#### **Programarea sistemului tehnologic cu programator, pentru modul sudare electrică prin presiune în puncte (SET)**

În figura 4 se prezintă ecranul de programare parametri proces tehnologic de sudare, pentru varianta de sudare electric prin presiune (SET).

Pentru a înțelege modul de lucru, se prezintă o situație ipotetică cu valori ale parametrilor de lucru aleși în mod aleator.

Ecranul prezintă coloana de parametri tehnologici, POINT WELD, cu parametrii TIMP DE STABILIZARE [Stabilizing time = 1,2 S], TIMP DE SUDARE [Weld time = 0,123 ms], TIMP DE MENȚINERE [Maintain time T = 1,2 S].

Valorile parametrilor tehnologici la coloana POINT WELD, în secunde și

milisecunde, sunt identice cu valorile programate la un controller, pentru timp de stabilizare  $T1 + Tu$ , timp de sudare  $Ts$ , și timp de menținere după sudare  $T4 + Tc$ , exprimate în perioade. În figura 5 se prezintă diagrama specifică procesului de sudare electrică prin presiune în puncte.

Modificarea valorilor tabelare se realizează prin apăsarea tastei SET de pe panoul frontal al programatorului. Valorile care pot fi modificate prin tastele de incrementare și decrementare folosind tastele UP(▲) și DOWN(▼), (săgeata sus /jos), sunt iluminate pulsate. Valorile modificate se validează cu tasta ENT.

### **Programarea sistemului tehnologic cu programator, pentru modul sudare cu ultrasunete.**

În figura 6 se prezintă ecranul de programare parametri proces tehnologic de sudare, pentru varianta de sudare cu ultrasunete.

Valorile parametrilor prezentate în continuare sunt informative și servesc pentru înțelegerea modului de lucru.

Ecranul prezintă coloana de parametri tehnologici, ULTRASONIC WELD, cu parametrii TIMP DE STABILIZARE [Stabilizing time = 1,2 S], TIMP DE SUDARE [Weld time = 0,123 ms], TIMP DE MENȚINERE [Maintain time T = 1,2 S].

Valorile parametrilor tehnologici la coloana ULTRASONIC WELD, sunt exprimate în secunde și milisecunde. În figura 7 se prezintă diagrama specifică procesului de sudare cu ultrasunete

Modificarea valorilor tabelare se realizează prin apăsarea tastei SET de pe panoul frontal al programatorului. Valorile care pot fi modificate prin tastele de incrementare și decrementare (săgeata sus /jos), sunt iluminate pulsate. Valorile modificate se validează cu tasta ENT.

Modificarea meniului se realizează prin tastarea săgeților stânga-dreapta de pe frontpanelului sistemului.

### **Programarea sistemului generator de ultrasunete**

În figura 8 se prezintă subansamblul denumit generator de ultrasunete cu modul de comandă și anume frontpanelul cu ecranul de programare parametri pentru procesul tehnologic de sudare cu ultrasunete. Menționăm că aparatul, în modul de lucru sudare hibridă, operează cu timpii setați numai de pe programator. De pe panoul generatorului de ultrasunete se setează frecvența de lucru a sistemului ultrasonic și valoarea amplitudinii de microvibrații 0-100%.

Generatorul cu ultrasunete se programează utilizând butonul encoder, poziția 1, prin selectarea meniului prin rotirea stânga-dreapta a butonului și validarea parametrului dorit prin apăsarea aceluiași buton.

Fereastra standard a programatorului, poziția 2, afișează valoarea frecvenței de rezonanță aleasă (ex. 24570 Hz), amplitudinea programată (ex. 100 %), și puterea transferată în proces după fiecare sudură.

Butonul indicat la poziția 3, testează funcționarea ansamblului mecanic ultraacustic din punct de vedere al frecvenței de rezonanță în corelare cu puterea transferată de sistem ultrasonic în gol sau sarcină.

Bargraful constituit din coloana de LED-uri, indică vizual puterea transferată de sistemul ultrasonic în procesul de sudare.



## Revendicări

- 1.) **Procedeu hibrid pentru sudare prin presiune și cu ultrasunete** utilizat în procese de îmbinare / microîmbinare, caracterizat prin aceea că realizează operația de sudare a materialelor metalice, utilizând simultan sudarea electrică prin presiune și sudarea cu ultrasunete, însumând astfel avantajele tehnice ale celor două procedee, necesare pentru îmbinarea tablelor subțiri, a sârmelor și a foliilor (în gama de dimensiuni 0,2 mm...0,9 mm).
- 2.) **Aparat pentru sudarea prin procedeul hibrid prin presiune și cu ultrasunete** caracterizat prin aceea că utilizează cu rolul de electrod de sudare, la sudarea prin presiune, o sonotrodă specializată pentru sudare, parte a unui sistem ultraacustic.
- 3.) **Aparat pentru sudarea prin procedeul hibrid prin presiune și cu ultrasunete** caracterizat prin aceea că circuitul secundar al transformatorului de sudare prin procedeul electric prin presiune, este format din masa metalică a ansamblului echipamentului și din legătura elastică de pe sonotrodă (figura 1, poziția 7).
- 4.) **Aparat pentru sudarea prin procedeul hibrid prin presiune și cu ultrasunete** caracterizat prin aceea că poate realiza separat îmbinări sudate prin procedeul prin presiune, prin procedeul cu ultrasunete sau prin procedeul hibrid.

**Desene**

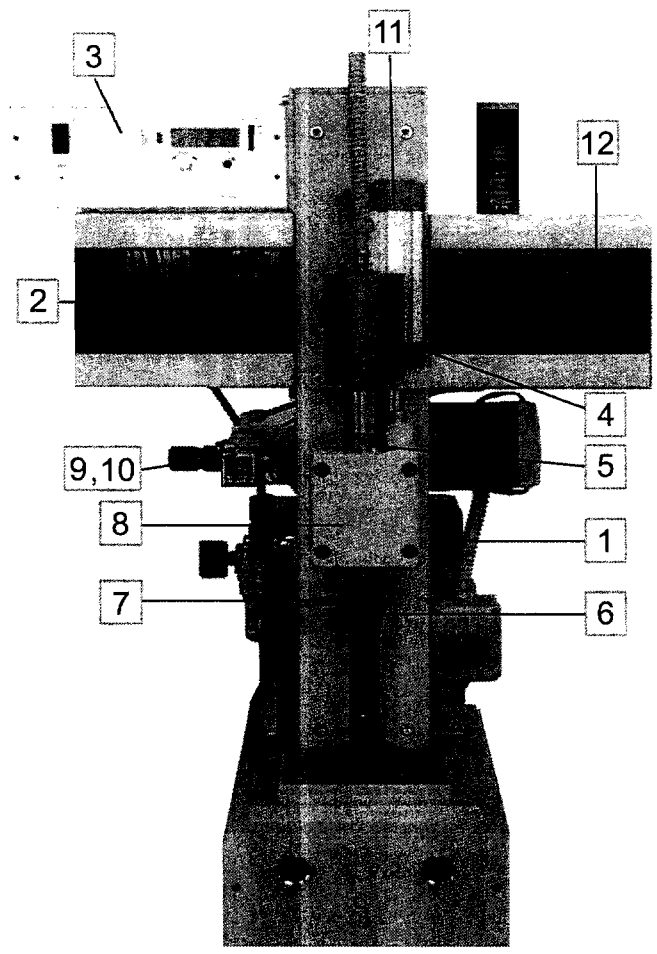


Figura 1

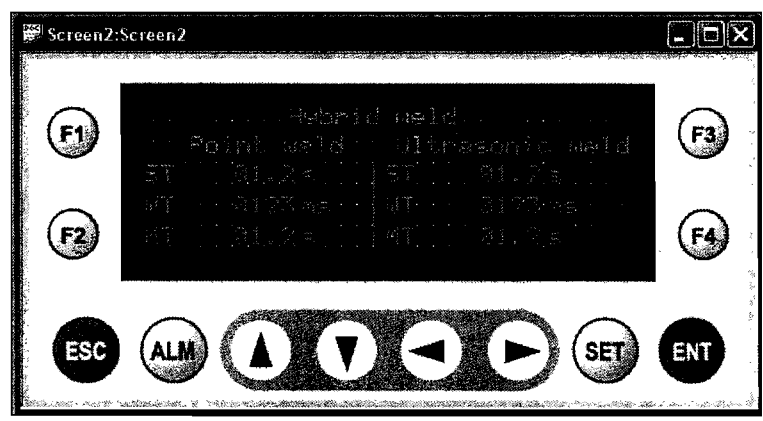


Figura 2

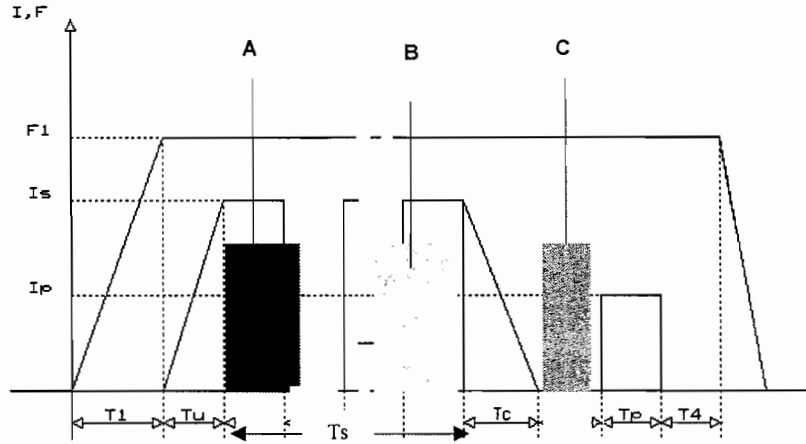


Figura 3

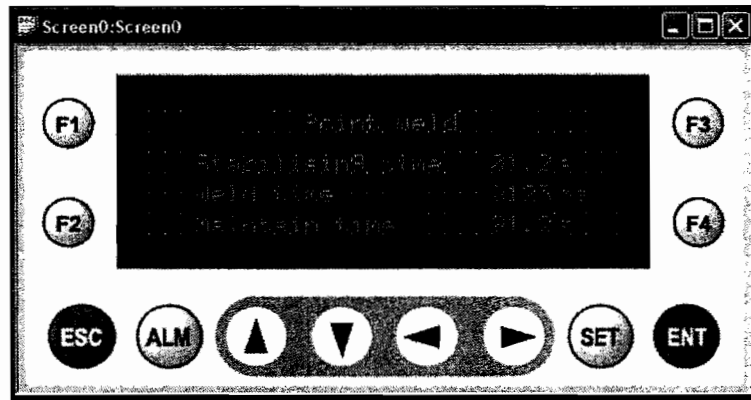


Figura 4

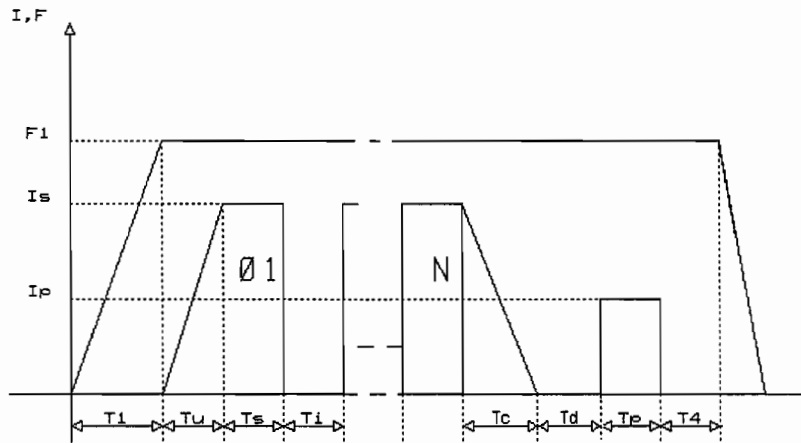


Figura 5

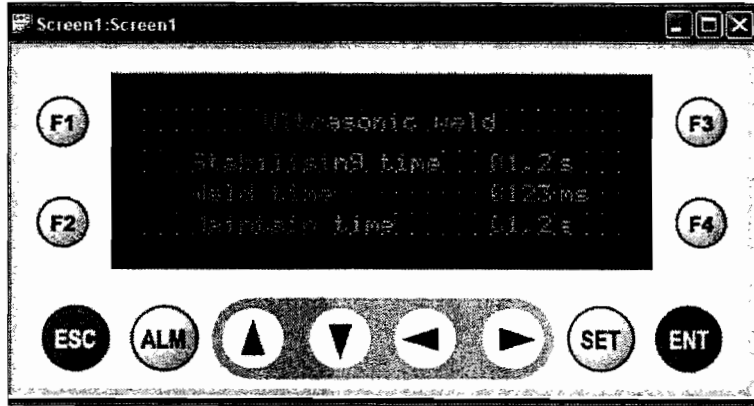
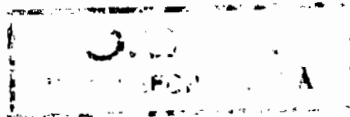


Figura 6

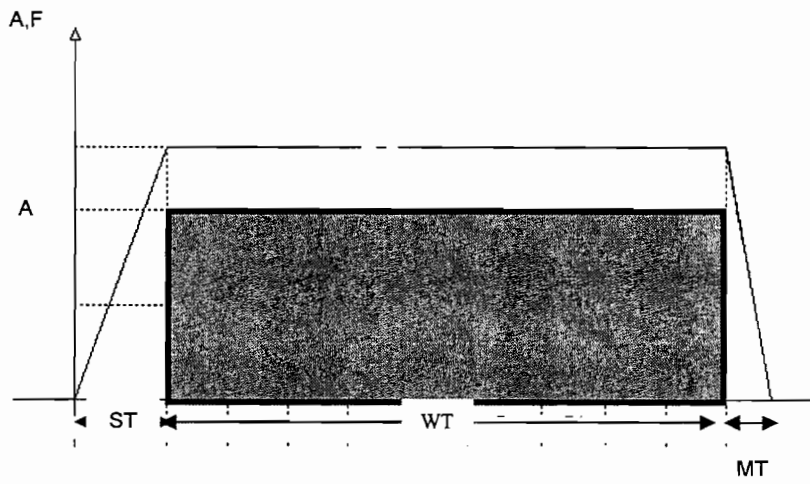


Figura 7

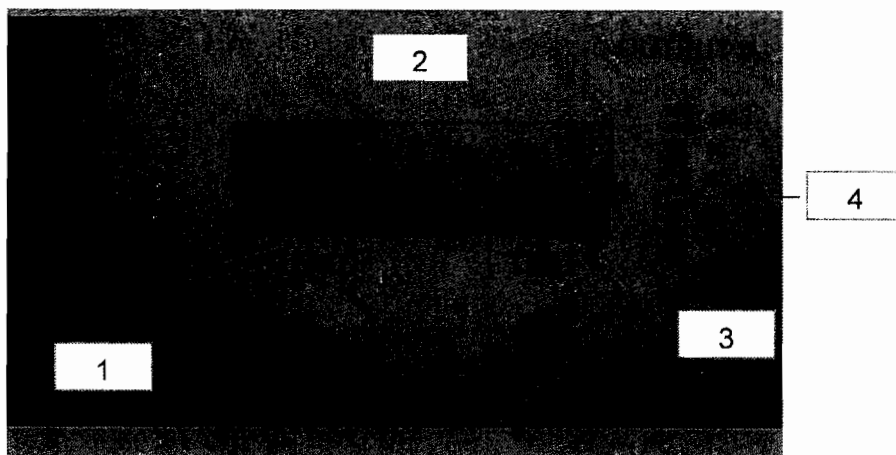


Figura 8