

## » Stabilno, stabilnije, LSC

**Franz Joachim Roßmann**

Napredni izvori struje za MIG/MAG zavarivanje kao TPS/i proizvodnje Fronius mogu upravljati parametrima električkog luka preciznije i dinamičnije nego ikada prije zahvaljujući računalnoj snazi i posebno usklađenim komponentama koje su konstruirane tako da savršeno nadopunjuju jedna drugu. Istodobno, one mogu upravljati većim brojem parametara nego što je bilo moguće prije. Fronius je iskoristio prednosti tih mogućnosti za razvoj novih obilježja i inovativnih funkcija koje dopuštaju značajnije stabilniji luk i pojednostavljaju zavarivanje.

Premda je činjenica da digitalni MIG/MAG izvori struje vodećih proizvođača već daju izvrsne učinke zavarivanja za većinu primjena, ipak imaju određena ograničenja. Oni mogu zastati ili u najmanju ruku zahtijevaju vještinu posebno uvježbanog zavarivača kada su suočeni s vanjskim poremećajem (na primjer, promjena slobodnoga kraja žice) ili prisilnim položajem, kada se zavaruju tanki limovi ili kratki zavari. Optimizacija i poboljšanje pojedine komponente sustava zavarivanja ne može riješiti ove probleme gledajući dugotrajno jer lanac je toliko jak koliko je jaka najslabija karika. Primjerice, ako je određeni izvor struje opremljen

snažnijim procesorom a dodavač žice dinamičnijim motorom, ipak dodavač ne može obavljati svoju zadaću bolje jer druge komponente u upravljačkom krugu (sistemska sabirnica, paket kabela, pištolj za zavarivanje, itd.) koče cijeli sustav.

### Ekstremno precizno upravljanje pomoću savršeno usklađenih komponentata

Zbog toga je Fronius rekonstruirao od početka sve komponente TPS/i sustava, od izvora struje do pištolja za zavarivanje, čineći ih potpuno sinkroniziranim jedne s drugima. Nova Froniusova MIG/MAG zavarivačka platforma je stoga sposobna obrađivati više podataka nego prije, a u isto vrijeme postiže se brže i točnije upravljanje. Uporaba složenih pomoćnih komponenti, kao na primjer posebnoga kabela za mjerenje napona, jednostavno nije nužna kod TPS/i sustava.

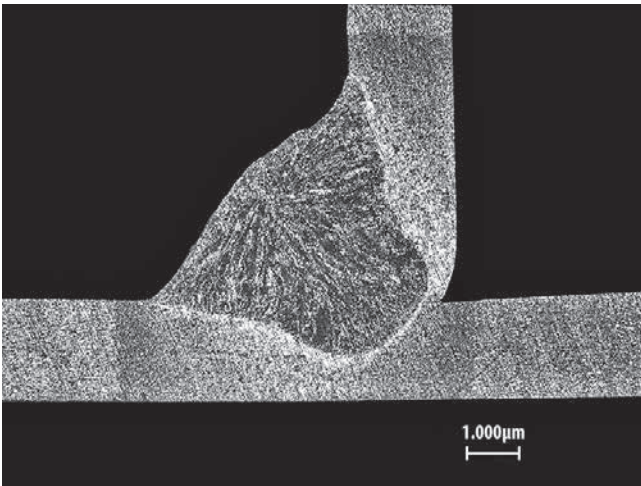
Froniusovi inženjeri također su razvili napredni algoritam za najnoviju platformu, a započeli su kreiranje novih „LSC Universal“ (univerzalna), „LSC Root“ (za korijen), „LSC Universal Advanced“ (univerzalna-napredna) i „LSC Root Advanced“ (za korijen-napredna) značajki, omogućujući korisnicima trenutačnu primjenu visokoproduktivnih svojstava TPS/i sustava.

LSC je kratica za „Low Spatter Control“ (upravljanje štrcanjem), što neposrednom usporedbom s drugim različitim postupcima jasno pokazuje kako su u Froniusu došli do ovog naziva.

Dok su tradicionalni načini elektro-lučnog prijenosa s dubokim protaljivanjem povezani s vrlo velikom razinom izbacivanja kapljica, uporabom LSC-a Fronius je uspio postići drastično smanjenje štrcanja. To je naročito uspješno pokazano pri pokusnom zavarivanju (5 mm konstrukcijski čelik, brzina dodavanja žice: 6 m/min; I: 140 A; U: 18.6 V): kod uobičajenog prijenosa s dubokim protaljivanjem procesom je dobiveno 2,14 g rasprsnutog metala zavara po metru, dok je LSC proizveo samo 0,54 g po metru!



» Slika 1. Nova LSC značajka dubokog protaljivanja koju je razvio Fronius idealna je za zavarivanje korijenskog sloja, kutnog spoja, ugaonog spoja, preklopnih spojeva kao i za slojeve popune, završne spojeve i lemljenje. Prikazano na slici: sučeljeno zalemljeni spoj primjenom funkcije LSC Braze (debljina materijala: 1,0 mm; pocinčano; dodatni materijal: CuSi<sub>2</sub>; promjer žice: 1,0 mm)



» Slika 2. LSC omogućava zavarivanje u 100 % zaštitnoj atmosferi CO<sub>2</sub> (na slici: zavareni spoj učinjen primjenom funkcije „LSC Universal Advanced“, promjer žice 1,2 mm)



» Slika 3. Zavar učinjen primjenom funkcije „LSC Universal Advanced“ u zaštiti mješavine argon/ CO<sub>2</sub> (promjer žice 1,2 mm)

## Ekstremno stabilan luk

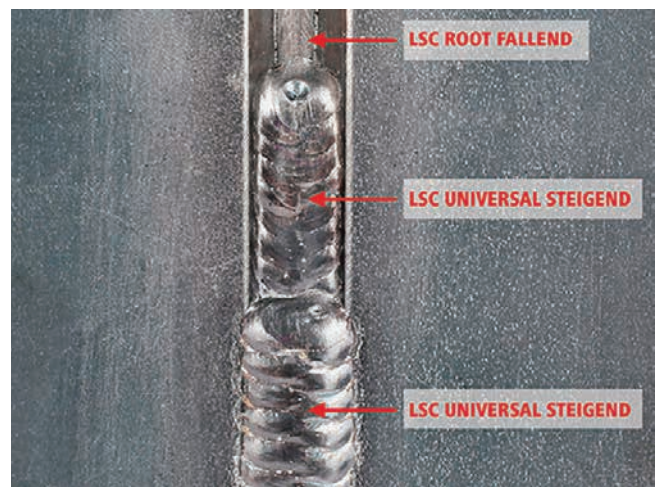
To smanjenje štrcanja može se uvelike pripisati ekstremno velikoj stabilnosti luka, što je jedino moguće zahvaljujući bržim i preciznijim upravljačkim krugovima TPS/i sustava.

Kao rezultat stabilnijega i bolje fokusiranoga električnog luka postiže se veći pritisak luka u korijenu te veće količine rastaljenog metala, uz primjenu LSC-a nego kod dosadašnjih inačica električnog luka. To također omogućava veću brzinu gibanja, što je naročito očigledno kod usporedbe sa standardnim postupcima pri zavarivanju korijenskog sloja prema dolje ili prema gore.

U slučaju konvencionalnog REL zavarivanja, korijen se može zavarivati brzinom od približno 9 cm/min, uz uvjet da zavarivanje izvodi iskusni zavarivač. Dodatno je potrebno ukloniti trosku s unutarnje i vanjske strane, a i sam zavar treba brusiti. Zavarivanje je nešto sporije kod TIG postupka (oko 5,5 cm/min), međutim, u ovom slučaju dobiva se izvanredan izgled zavara. Konvencionalni postupak s dubokim protaljivanjem znatno je brži. Kod zavarivanja prema dolje, brzine zavarivanja mogu biti i do 25 cm/min, premda ovdje postoji opasnost od nepotpunog staljivanja zbog malog pritiska luka i cijedenja kupke zavara. Do sada korijenski sloj se u pravilu morao izvoditi zavarivanjem prema gore. U cilju sprječavanja procurenja, zavarivanje se moralo izvoditi s manjim parametrima i s pola brzine (oko 12 cm/min). Zavareni spoj se također morao brusiti da bi se spriječila opasnost od naljepljivanja.



» Slika 4. Zajednički rad - istodobno zavarivanje korijenskog sloja na obje strane cijevi korištenjem funkcije „LSC Root“



» Slika 5. Optimalno oblikovanje slojeva korištenjem funkcije LSC: korijenski sloj uz uporabu „LSC Root Universal“, popuna uz uporabu „LSC Universal“

## Brzo zavarivanje kvalitetnih korijenskih slojeva

„LSC Root characteristic“ (LSC za korijen) značajka je koja čini prije spomenute poteškoće zanemarivim; zahvaljujući velikom pritisku luka i velikoj količini rastaljenog materijala, zavarivač može zavarivati prema dolje povećanom brzinom. Koristi li se „LSC Advanced Root characteristic“ (napredna LSC za korijen) verzija, zavar se može izvoditi prema dolje i brzinom 25 cm/min. Mikroizbrusci pokazuju da zbog naročitog oblika strujnog impulsa LSC jamči izvrsno oblikovanje korijena i sigurno premošćivanje razmaka, a nepotpuno staljivanje/ naljepljivanje postaje prošlost.

Dok je „LSC Root characteristic“ - LSC za korijen značajka posebno oblikovana za korijenski sloj i stoga osigurava pouzdano oblikovanje korijena te značajno smanjuje opasnost od nepotpunog staljivanja/ naljepljivanja, „LSC Universal characteristic“ - LSC univerzalna značajka naročito je prilagođena za zavarivanje kutnih, ugaonih i preklonih spojeva kao i za popunu te završne slojeve, ali i za lemljenje.

Kad se moraju koristiti dugački cijevni paketi, što je uobičajeni slučaj kod gradnje spremnika i cjevovoda te robotiziranog zavarivanja, preporučuje se oprez; ako se dugački paketi koriste uz LSC i druge značajke luka dubokog protaljivanja, pojavljuju se negativni učinci na rezultat zavarivanja. Razlog tome je činjenica da dugi kabeli imaju veći induktivitet: što je veći induktivitet u strujnom krugu zavarivanja to je potrebno duže vrijeme za smanjenje struje. To znači, ako se pojavi kratki spoj, struja se ne može pravodobno smanjiti i događa se štrcanje.





» Slika 6. Zavarivanje vertikalno prema gore primjenom funkcije „LSC Universal“ i aktiviranog stabilizatora protaljivanja (promjer žice 1,2 mm)



» Slika 7. Funkcija „LSC Root“ savršena je za zavarivanje sučeonih spojeva (na slici: sučeonih spoj izveden LSC Root; promjer žice: 3 mm; PA)

## Specijalni sklopovi za duge cijevne pakete

U tu svrhu Fronius je razvio dodatne sklopove koji dopuštaju prikladno opremljenom izvoru struje „otvoriti“ strujni krug te smanjiti struju ekstremno brzo. „LSC Advanced Root characteristic“ - napredna LSC za korijen i „LSC Advanced Universal characteristic“ - napredna LSC univerzalne značajke koriste ove dodatne sklopove, a uz to nude još bolja svojstva u kombinaciji sa standardnim cijevnim paketima.

Premda LSC značajke općenito osiguravaju ekstremno stabilan luk i stoga se zahtijeva manje ručnih zahvata od strane zavarivača u namještanju parametara zavarivanja, Fronius nudi još dodatnih funkcija koje čine zavarivački posao lakšim.

U tom pogledu vrijedno je istaknuti stabilizator protaljivanja koji je Fronius prvi predstavio u kombinaciji s LSC-om.

## Stabilizator protaljivanja osigurava jednoliko protaljivanje

Ova funkcija održava protaljivanje konstantnim tijekom promjene dužine slobodnog kraja žice pomoću novog upravljanja

brzinom dodavanja žice. To je naročito važno za kutne zavare koji se moraju zavarivati vertikalno prema gore uz njihajuće gibanje. Bez stabilizatora protaljivanja (konstantne brzine dodavanja žice), struja (a time i protaljivanje) mijenja se od maksimuma (najmanji slobodni kraj žice) do minimuma (najveći slobodni kraj žice) tijekom njihajućeg gibanja. Stabilizator ujednačava ove promjene podešavajući brzinu dodavanja žice do 10 m/min, osiguravajući na taj način duboko i jednoliko protaljivanje. To je velika prednost u slučaju zavarivanja spojeva s ograničenom dostupnošću ili kod robotiziranog zavarivanja, gdje je promjena udaljenosti kontaktne sapnice često neizbježna. Problem se može riješiti zahvaljujući fokusiranju TPS/i sustava na dinamiku sile u luku. Da bi se postojeće specifikacije postupaka zavarivanja zadržale u postojećem obliku, najveću vrijednost preprogramirane brzine dodavanja žice može ograničiti korisnik.

## SynchroPulse za kontrolirani unos topline

Uz stabilizator protaljivanja dokazana funkcija SynchroPulse naročito je korisna kod vertikalnog zavarivanja prema gore i druga zavarivanja u prisilnim položajima. Podesivi raspon promjena parametara je utrostručen do +/- 6 m, uzimajući u obzir snažniji pogon dodavača žice. Uključen je također i parametar intermitence. To omogućava zavarivaču namještanje vremenskih odnosa povećanog unosa (dobro oblikovanje korijena) i smanjenog unosa topline (manje deformacije), za razliku od prijašnje generacije uređaja kad je odnos bio stalan (50/50).

## Poboljšane korektivne funkcije

Kao i kod prijašnje generacije uređaja, zavarivač još uvijek može učiniti korekciju dužine luka te korekciju dinamike. Ipak, i tu su inženjeri Froniusa načinili određena poboljšanja. Novi profil strujnog impulsa osigurava zamjetno povećanje u točnosti i brzini odziva.

Korekcija dinamike je posebno korisna za zavarivanje korijena, kada se funkcija može rabiti za namještanje pritiska luka. Dužina luka može se mijenjati primjenom funkcije upravljanja duljinom luka. Općenito se ova funkcija koristi za namještanje najmanje moguće duljine luka, čime se postiže dublje protaljivanje, ali i izbjega-va pojava ugorina te se omogućuje zavarivanje uz veću brzinu.

## Jednostavno rukovanje u svim fazama zavarivanja

Nadalje, korisnici LSC-a imaju na raspolaganju poboljšane funkcije koje unaprjeđuju rezultate zavarivanja (početak, završetak), a koje su posebno značajne za prekid i vrlo kratke zavare. Energija uspostavljanja luka kod TPS/i više nije vođena prosječnom vrijednosti; umjesto toga ona se određuje temeljem stvarne temperature na vrhu žice. Ovisno o tome koliko je vremena prošlo od prethodnog uspostavljanja luka, sustav prilagođava parametre (npr. struju uspostavljanja, trajanje struje uspostavljanja) za svako uspostavljanje luka. To omogućava izvođenje kvalitetnijih i učinkovitijih nastavaka. Na kraju zavarivanja žica se povlači unatrag tako da je vrh žice čist, a sprječava se formiranje kuglice.

Sve ove inovacije čini rukovanje izvorom struje za zavarivanje jednostavnijim za korisnika te jamče najbolje rezultate zavarivanja i lemljenja, čak i za manje iskusne zavarivače. Međutim, sigurno je da Fronius još nije iskoristio sve mogućnosti nove MIG/MAG platforme. Poznate i nove funkcije su uvijek u razmatranju ili se već razvijaju kako bi se zavarivanje učinilo još lakše i učinkovitije u budućnosti.

» [www.eurotehnika.hr](http://www.eurotehnika.hr)