

# SURSE DE ALIMENTARE IN IMPULSURI FOLOSITE PENTRU DESCARCARI ELECTRICE DE TIP PLASMA RECE

Autor: Astanei Dragos-George  
Coordonator: Sef lucr. dr. ing. Hnatiuc Bogdan

Universitatea Tehnica „Gheorghe Asachi” din Iasi  
Facultatea de Inginerie Electrica, Energetica si Informatica Aplicata  
Departamentul Bazele Electrotehnicii

**Rezumat.** Descarcările electrice de tip plasma rece presupun utilizarea unei înalte tensiuni și a unui curent electric de valori reduse. Înalta tensiune este necesară în vederea producerii unor specii chimice active folosite în mod eficient pentru aplicațiile electrochimice dorite. Limitarea curentului electric, care determină caracterul de plasma rece al descărcării, se realizează de obicei prin construcția bobinelor de inducție. Lucrarea va trece în revista principiile de funcționare ale unor surse de comandă în impulsuri de joasă și medie frecvență cu detalierea uneia dintre ele, de tip microsystem, bazată pe microcontrollerul AT89S52.

## 1. INTRODUCERE

Prin încălzirea treptată a unei anumite substanțe are loc trecerea gradată a acesteia din starea solidă în cea lichidă și apoi în cea gazoasă. Pentru orice gaz procesul de încălzire poate continua, putând conduce la dezintegrarea moleculelor în atomi și a acestora în electroni și ioni. Dacă temperatura gazului ajunge suficient de ridicată, acesta trece în a patra stare de agregare a materiei și anume plasma. În această stare, atomii își pierd complet învelișul electronic, obținându-se un amestec de nuclee și electroni liberi [1], [3], [8].

Plasma rece poate fi definită ca fiind un sistem fizic în care intra particule neutre (atomice sau moleculare), particule încărcate pozitiv sau negativ (ioni atomici sau moleculari) și fotoni. Principala caracteristică a plasmăi (și diferența față de un gaz ionizat oarecare) este prezența în amestec a sarcinilor electrice libere. Starea de plasma poate fi produsă pe cale termică prin realizarea unor temperaturi înalte sau prin acțiunea unor câmpuri electrice sau magnetice foarte puternice [9].

## 2. TIPURI DE DESCARCARI ELECTRICE DE TIP PLASMA RECE PRODUSE DE SURSE DE ALIMENTARE IN IMPULSURI

Dacă se consideră caracteristica tensiune-curent,  $U(I)$ , proprie descărcărilor în gaze se pot identifica tipurile posibile de descărcări electrice numite „plasma rece” dintre care amintim: descărcări de tip Corona, descărcări de tip bariera dielectrică (DBD), descărcări de tip scântei, descărcări electrice alunecătoare (GlidArc sau arc rampant) [1].

Manifestarea descărcărilor electrice depinde de natura gazului în care se produc, de parametrii termodinamici ai acestuia (presiune, temperatură, densitate de purtători de sarcină), dar și de sursa de alimentare, respectiv de parametrii electrice ai circuitului.

Prin plasma rece se desemnează, pe de o parte, descărcarea electrică pentru care temperatura absolută este de circa 2000-3000 K, dar pe de altă parte se anunță faptul că există o diferență notabilă între temperatura electronilor și cea a ionilor, comparabilă de fapt cu temperatura gazului, fiind vorba despre o manifestare în afara echilibrului termodinamic, conform convențiilor specifice din fizica plasmăi [2], [4].

Principali parametri ca și condițiile de amorțire a descărcărilor electrice pentru diferite tipuri de descărcări sunt prezentate în Tab. 1, în care  $U$  reprezintă tensiunea la care se poate produce descărcarea,  $I$  intensitatea curentului,  $p$  presiunea din încălț,  $T$  temperatura descărcării,  $\chi$  gradul de ionizare al plasmăi și  $J$  densitatea de curent a plasmăi.

Tab. 1. Principalii parametri si conditiile de amorsare pentru diverse tipuri de descarcari electrice [1].

Tipul descarcarii	U [kV]	I [A]	p [atm]	T [k]		J [A/cm <sup>2</sup> ]
Corona	>10	<10 <sup>-5</sup>	Öl	500	<10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>
DBD	100	<10 <sup>-3</sup>	Öl	500	<10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
Luminescenta	5	0,1	Öl	<500	<10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>
GlidArc	5 - 20	1	1	2000	<10 <sup>-2</sup>	1 - 10 <sup>2</sup>
Arc electric	0,03 ó 0,05	10 - 10 <sup>3</sup>	1	>10000	10 <sup>-2</sup> - 1	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>4</sup>

## 2.1. Descarcari de tip scanteie

Scanteia este definita ca o descarcare electrica in gaz produsa de-a lungul unui spatiu dintre cel putin doi electrozi. Descarcarea electrica in scanteie apare cand gazul se gaseste intr-un camp electric de intensitate egala sau mai mare decat intensitatea campului electric de strapungere a gazului respectiv. De exemplu, in cazul aerului aflat la presiune atmosferica, intensitatea campului electric de strapungere este de 30000 V/cm. Valoarea intensitatii campului electric de strapungere creste proportional cu presiunea gazului. Descarcarea electrica in scanteie are un caracter oscilant si complex; chiar la o tensiune constanta prezentandu-se sub forma unui fascicul de fire subtiri, stralucitoare care se ramifica in zig-zag. Temperatura gazului in canalul scanteii poate atinge 10<sup>4</sup> K. Incalzirea rapida a gazului conduce la o crestere puternica a presiunii gazului, fiind insotita de unde sonore si unde de soc mecanice [1], [9].



Fig. 1. Descarcare electrica de tip scanteie [10].

Daca forma electrozilor este astfel aleasa incat intre electrozi se genereaza un camp electric uniform (de exemplu, sfere cu diametru suficient de mare) atunci descarcarea in scanteie apare la o tensiune bine determinata, impusa de legea lui Paschen.

## 2.2. Descarcari de tip GlidArc

Descarcările de tip șarc alunecătoră sau șarc rampantă (gliding arc) reprezintă descarcări de tip plasma situate la limita dintre plasmă termică și cele non-termice (rece), însă nu prezintă un echilibru din punct de vedere termodinamic precum plasma rece. În general, reactoarele utilizate pentru producerea de descarcări de tip GlidArc cuprind o incintă electroizolantă în care sunt plasați doi sau mai mulți electrozi metalici cu profil divergent. La baza electrozilor, unde distanța dintre aceștia este minimă, se amorsează o descarcare electrică ce se deplasează (aluneca) pe electrozi sub acțiunea gazului de suflaj, a forțelor electromagnetice de contur și a efectului ascensional al gazelor calde din zona de descarcare (fenomenul de convecție termică). Gazul de suflaj poate fi aer, azot, oxigen, gaz inert etc., în funcție de aplicația dorită [5], [6], [7].

Caracterul de plasma rece al descarcării de tip GlidArc este pastrat în principal datorită fenomenelor de deionizare prin difuzie, stimulate de suflajul axial cu gaz, care spală practic



Sursa de comanda in impulsuri din Fig.3. poate fi utilizata pentru comanda unei descarcari de tip GlidArc sau a unei scantei avand ca element principal microcontrollerul de tip AT89S52.

Ea fost utilizata intr-un sistem de producere a descarcarii electric de tip plasma rece alcatuit din: schema de comanda, bobina de inductie utilizata pe autovehicule si bujie. Montajul a fost implementat in cadrul unui proiect de cercetare ce are ca scop imbunatatirea sistemelor de aprindere a motoarelor termice.

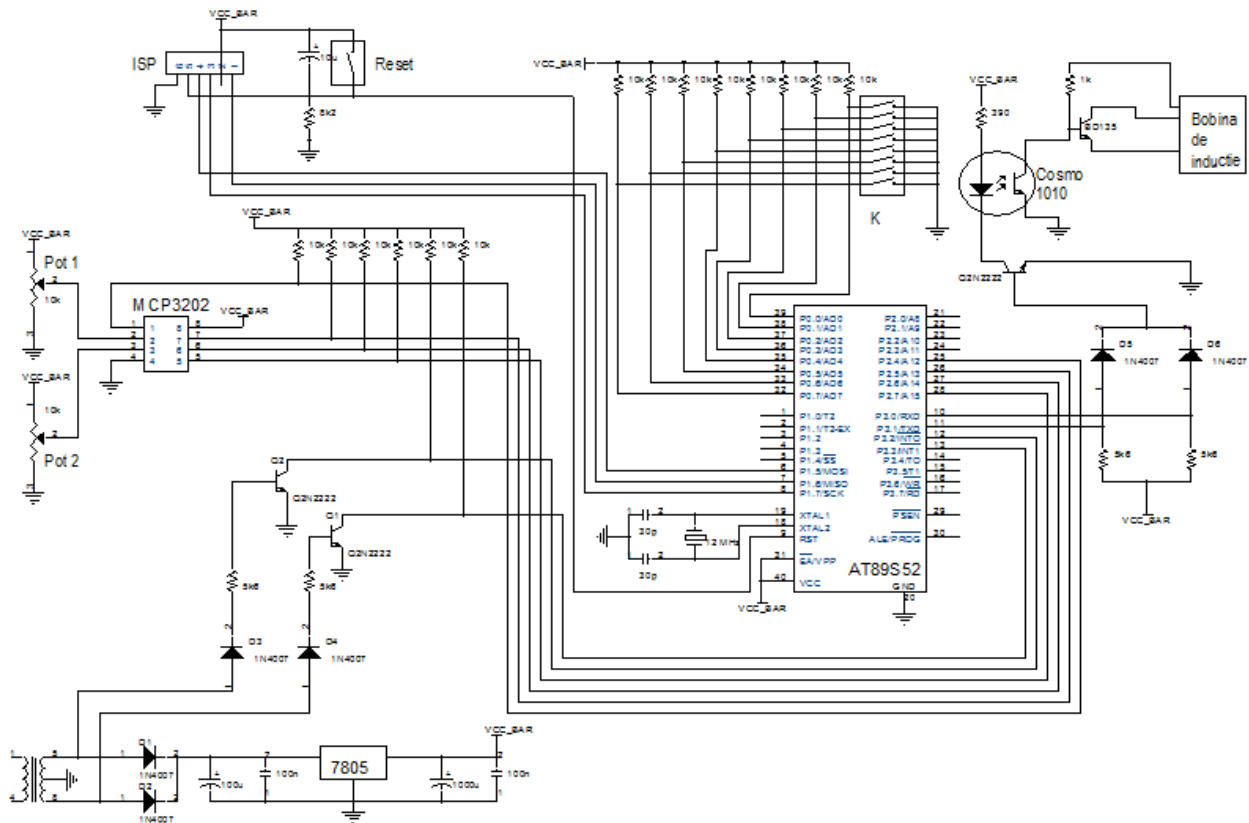


Fig. 3. Shema de principiu a sursei de comanda in impulsuri cu AT89S52.

Bobinele de inductie utilizate pe autovehicule pot functiona pana la o frecventa de aproximativ 300 Hz a impulsurilor de comanda, frecventa corespunzatoare unei turatii de 18000 rot/min a motorului termic, turatii ce nu sunt atinse de motoarele utilizate pe autovehiculele de serie. Din acest motiv sincronizarea sursei s-a ales fixa, la 100 Hz, corespunzatoare unei turatii a motorului termic de 600 rot/min. Sincronizarea se obtine din dublul frecventei tensiunii de alimentare de la retea utilizand un transformator cu doua secundare. Sincronizarea si, in consecinta, frecventa impulsurilor de comanda, poate fi si variabila, obtinuta cu ajutorul unui senzor inductiv montat in chiulasa motorului cu ardere interna sau de la un generator de impulsuri.

In Fig. 4. sunt prezentate formele de unda ale impulsurilor de sincronizare si de comanda pe o semiperioada. Acestea au fost preluate de la intrarea P3.2 si iesirea P3.0 ale microcontrollerului. Prima trecere prin zero a semnalului de sincronizare (a tensiunii de alimentare) valideaza prima intrerupere a programului urmata de citirea semnalului de pe canalul 1 al convertorului analogic ó digital MCP3202. Formarea impulsului de comanda se realizeaza cu o intarziere  $t_1$  ce se obtine prin citirea si conversia semnalului de la intrarea 1 (registru R2, adresa 21h din cadrul programului implementat pe microcontroller) a convertorului. Intarzierea poate fi reglata prin intermediul potentiometrului notat Pot 1. Formarea impulsului de comanda de latime  $t_2$  se realizeaza prin citirea si conversia semnalului de la intrarea 2 a convertorului

(registrul R3, adresa 20h), latimea acestuia putand fi reglata prin intermediul potentiometrului Pot 2.

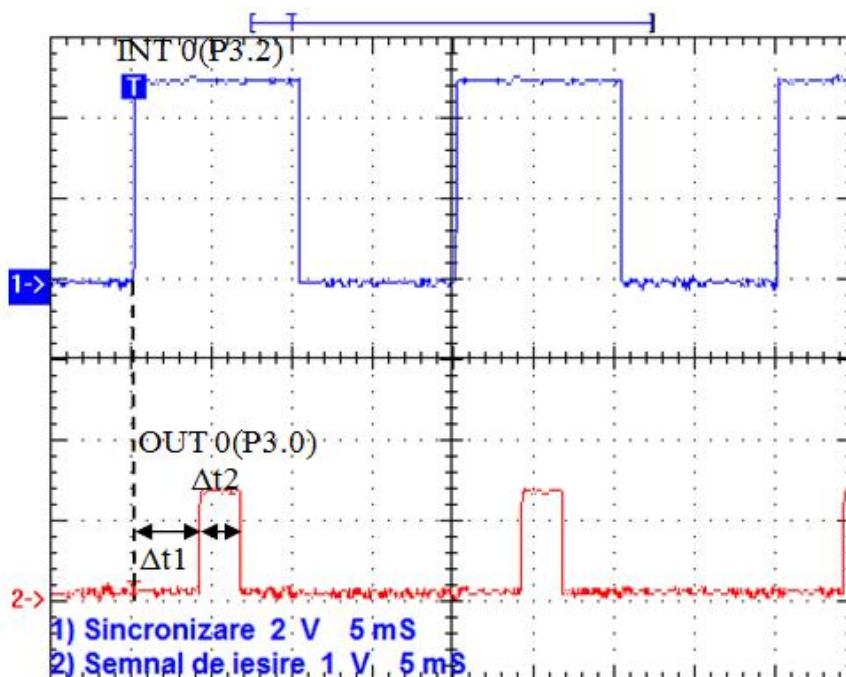


Fig. 4. Formele de unda ale impulsurilor de sincronizare si de comanda.

Implementand programe adecvate se pot obtine semnale de comanda cu doua impulsuri pe semiperioada prezentate in Fig. 4. S-au obtinut semnale cu  $t_1$  fix avand o latime de 1,68 ms,  $t_3$  fix de 1,72 ms si  $t_2$  variabil, pentru acesta considerandu-se valorile de 1 ms si 2 ms. O a doua forma a semnalului considera  $t_1$  si  $t_2$  fixe avand latimi de 0,8 ms respectiv 0,9 ms si  $t_3$  variabil. Pentru  $t_3$  s-au considerat in cea de-a doua configuratie latimi ale impulsului de 2,2 ms si 2,6 ms.

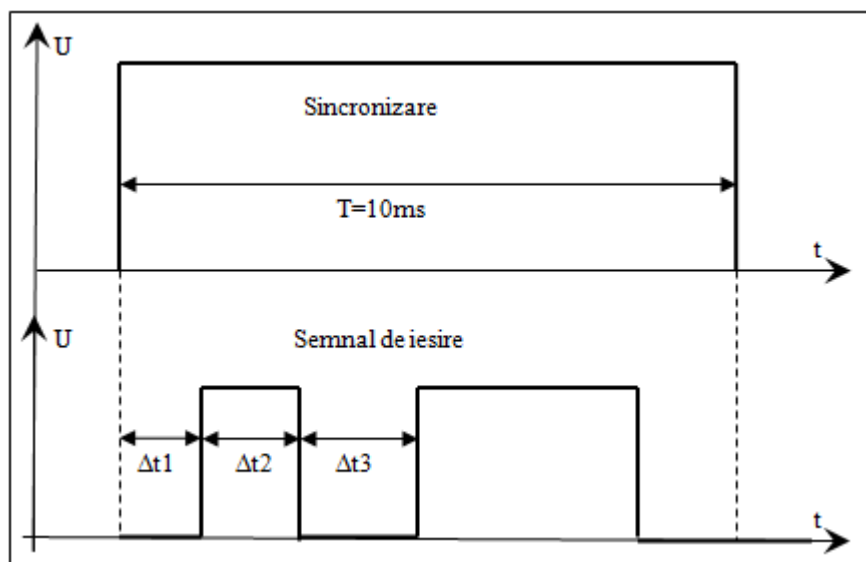


Fig. 4. Semnal de iesire cu doua impulsuri pe semiperioada.

Protectia software este asigurata de o functie aparte pe care o are implementata microcontrollerul utilizat numita `šwatchdogö`. Aceasta supravegheaza continuitatea executarii

programului prin intermediul unui numarator, in caz contrar resetand-ul. Algoritmul de lucru poate fi resetat si manual prin intermediul butonului notat șResetö. Protectia hardware este realizata de optocuplorul Cosmo 1010 ce ofera o separare galvanica intre partea de comanda si partea de forta a sistemului impiedicand transmiterea tensiunilor inalte si a perturbatiilor spre modulul de comanda.

#### 4. CONCLUZII

Alaturi de optimizarea constructiei reactorului in care se produc descarcari electrice de tip plasma rece s-a dovedit ca un rol foarte important o au sursele de comanda in impulsuri care asigura un randament mult mai ridicat fata de sursele de alimentare de curent continuu sau curent alternativ (de forta), in special pentru aplicatii electrochimice ce folosesc instalatii de dimensiuni mici.

Pentru unele tipuri de descarcari electrice (in special cele de tip DBD) este importanta asigurarea unei plaje cat mai largi de frecventa (de la 100 Hz la 100 kHz), fapt ce justifica studiul surselor de alimentare prezentate in Fig. 2 si in Fig. 3.

Studii actuale asupra imbunatatirii calitatii combustiei pentru motoarele cu ardere interna au propus producerea unor scantei duble alimentate de la o sursa in impulsuri de durate variabile si cu intarziere reglabila in raport cu semnalul de sincronizare asa cum este si schema prezentata in Fig.3.

#### MULTUMIRI

Acest studiu a beneficiat de suportul financiar al proiectului Capacitati Modul III nr. 302/2009 finantat de ANCS.

#### 6. BIBLIOGRAFIE

- [1] Na tali M., Hnatiuc B., Herry J.-M., Hnatiuc E., Bellon-Fontaine M.N., Brisset J.-L., *Decontamination of Chemical and Microbial Targets Using Gliding Electrical Discharge*, Nova Science Publishers, 2009.
- [2] Hnatiuc E., Burlica R., Hnatiuc B., Todirasi G., *Environmental Impact of cold Plasma Discharges*, World Energy System Conference 2008, Iasi, 28 iunie - 2 iulie 2008.
- [3] Popa G., Gheorghiu M., *Aplicatii ale Fizicii Plasmei*, Editura Universitatii öAl. I. Cuzaö, Iasi, 1998.
- [4] Hnatiuc E., Brisset J.-L., Hnatiuc B., Burlica R., *About the electrochemical reactors with cold plasma discharges enginnering*, European Research in cold Plasma Applications Conference, Iasi, 12-13 February 2007.
- [5] Lie L., Bin W., Chi Y., Chengkang W., *Characteristics of Gliding Arc Discharge Plasma*, Applied and Environmental Microbiology, Vol. 73, No. 18, p. 5904-5910, Sept. 2007.
- [6] Moreau M., Feuilleley M. G. J., Veron W., Meylheuc T., Chevalier S., Brisset J.-L., Orange N., *Gliding Arc Discharge in the Potato Pathogen Erwinia carotovora subsp. Atroseptica: Mechanism of Lethal Action and Effect on Membrane – Associated Molecules*.
- [7] Czernichowski A., Czernichowski P., *GlidArc – assisted cleaning of flue gas from conventional or chemical weapons destruction*.
- [8] [www.plasma.uaic.ro](http://www.plasma.uaic.ro).
- [9] [www.scribd.com](http://www.scribd.com).
- [10] [www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com).