

# STUDIUL COMPARATIV AL UNOR SURSE DE ALIMENTARE FOLOSITE PENTRU PRODUCEREA DESCĂRCĂRIILOR ELECTRICE DE TIP PLASMĂ RECE

Ing. Cristian-Victor LUNGU<sup>1</sup>, Prof.dr.ing. Bogdan HNATIUC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitatea Dunărea de jos din Galați, Galați, România,

<sup>2</sup> Universitatea Maritimă din Constanța, Constanța, România

**REZUMAT.** Lucrarea își propune să analizeze funcționarea a diferite tipuri de surse de alimentare folosite pentru descărcări electrice de laborator, atât în curent alternativ cât și în impulsuri. Analiza include parametrii electrici reali și parametrii electrici simulați cu ajutorul softului MULTISIM. Totodată se vor prezenta și tipurile de descărcări pentru care sunt utilizate aceste surse de alimentare în vederea evidențierii aplicațiilor lor practice.

**Cuvinte cheie:** surse de alimentare curent alternativ, surse de alimentare în impulsuri, descărcări tip GlidArc, descărcări tip DBD.

**ABSTRACT.** This paper aims to analyze the functionality of different types of power supplies producing laboratory controlled electrical discharges using alternating current and pulses. The analysis includes measured electrical parameters and simulated electrical parameters using MULTISIM software. Furthermore in this paper we will also present types of plasma discharges used with power supplies in order to see their practical applications.

**Keywords:** power supply for alternating current, power supply for direct current, pulsed power supply, GlidArc, DBD plasma reactor.

## 1. INTRODUCERE

Plasma non-termică, numită și plasmă rece, poate fi produsă de diferite tipuri de descărcări electrice de laborator, cum sunt GlidArcul și descărcările de tip barieră dielectrică (DBD).

Limitarea curentului la valori sub 1A nu permite evoluția descărcării electrice spre arc electric, care ar însemna creșterea substanțială a temperaturii particulelor din plasmă, de unde și denumirea de plasmă rece sau non-termică. Această limitare se poate face cu elemente pasive de tip rezistențe, inductanțe sau capacități, sau prin construcția transformatorului de alimentare, prin intermediul inductanțelor de dispersie.

Pentru producerea plamei reci se pot utiliza surse de alimentare de curent continuu, de curent alternativ de joasă, medie sau înaltă frecvență sau în impulsuri.

## 2. PARTEA EXPERIMENTALĂ

Pentru analiza parametrilor electrici considerăm ca primă sursă de alimentare un transformator ridicător de tip AUPEM SEFLI AC, putere 5 kVA, alimentat la rețea cu parametrii secundari tensiune la gol 10000 V și curent de scurtcircuit 50 mA, la

frecvența de 50Hz. Transformatorul asigură limitarea curentului de descărcare prin impedanța sa internă.

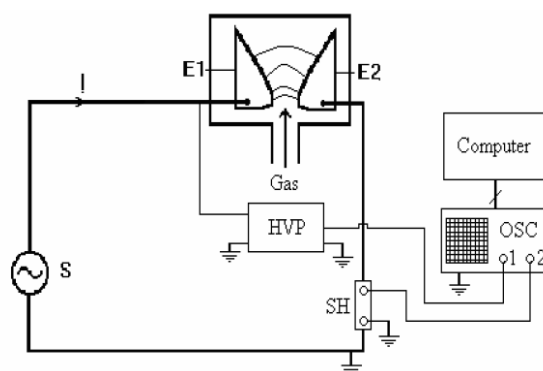


Fig. 1. Schema de măsurare a parametrilor electrici pentru descărcare tip Glid Arc<sup>[1]</sup>.

Montajul experimental a fost realizat conform figurii de mai sus (figura 1). Softul specializat al firmei Tektronix a permis achiziționarea și prelucrarea primară a datelor măsurate. [1]

Distanța minimă dintre electrozi în zona de amorsare a fost de 2 mm, lungimea activă a electrozilor a fost de 100 mm, iar distanța de la capătul electrozilor la piesa de probă tratată cu plasmă a fost menținută constantă și egală cu 20 mm.

În continuare am analizat altă sursă de alimentare, construită în jurul microcontroller-ului AT89S52, pentru producerea unor descărcări de tip scânteie (spark) [2].

Următoarea sursă de alimentare analizată, care folosește o bobină de inducție auto drept transformator ridicător de tensiune este prezentată în Figura 3.

Sursa a fost proiectată să alimenteze un reactor tip DBD cu un singur strat dielectric, sau o descărcare de tip spark.

Sursa este construită în jurul circuitului  $\beta$ A145. Aceasta poate să funcționeze până la o frecvență maximă de 20kHz, dar ținând cont de faptul ca transformatorul ridicător de tensiune nu poate funcționa

corect la această frecvență, circuitul este limitat la maxim 400 Hz (frecvența la care poate funcționa transformatorul ridicător).

Pentru simularea aceleiași aplicații am analizat parametrii sursei de mai jos, construită cu două circuite integrate 555, aceasta fiind o alta versiune a sursei cu  $\beta$ A145.

Deoarece  $\beta$ A145 are două canale de ieșire, pe când circuitul integrat 555 are doar unul, am utilizat două circuite integrate 555.

Sursa are aceiași parametri de funcționare și la rândul ei a fost proiectată să alimenteze un reactor tip DBD cu un singur strat dielectric.

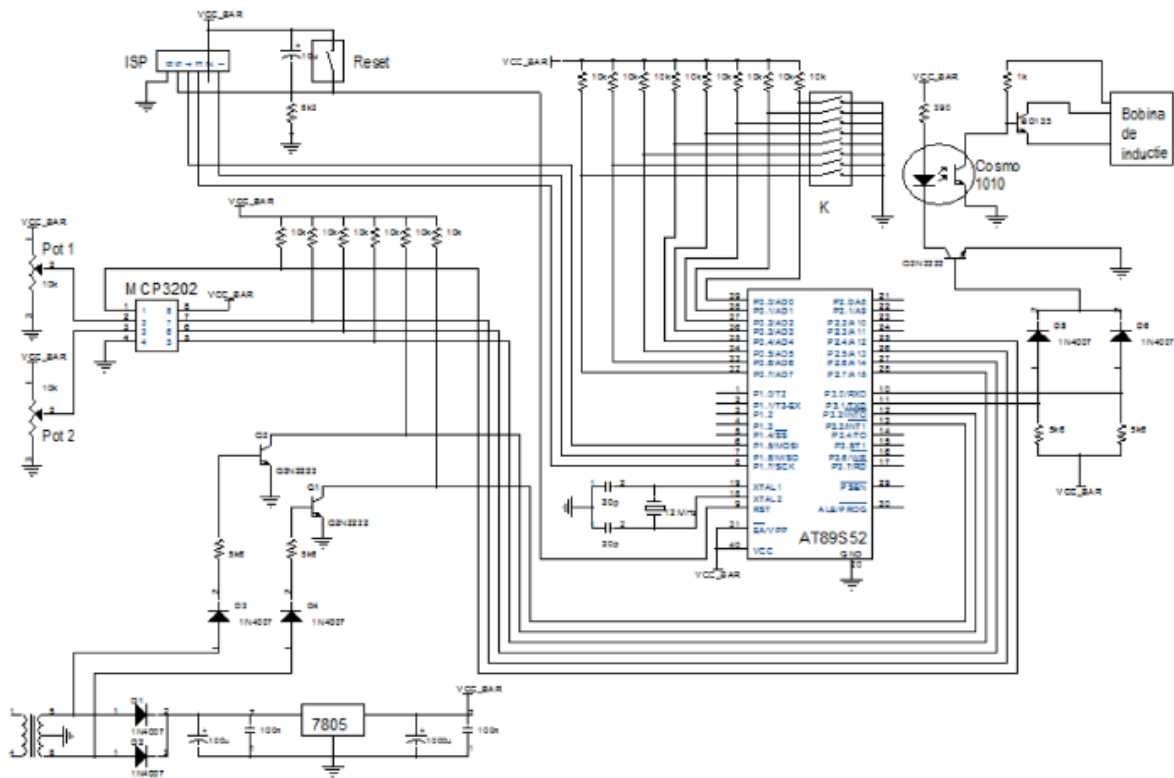


Fig. 2. Sursă de alimentare în impulsuri cu AT89S52 pentru descărcare tip Glid Arc<sup>[2]</sup>.

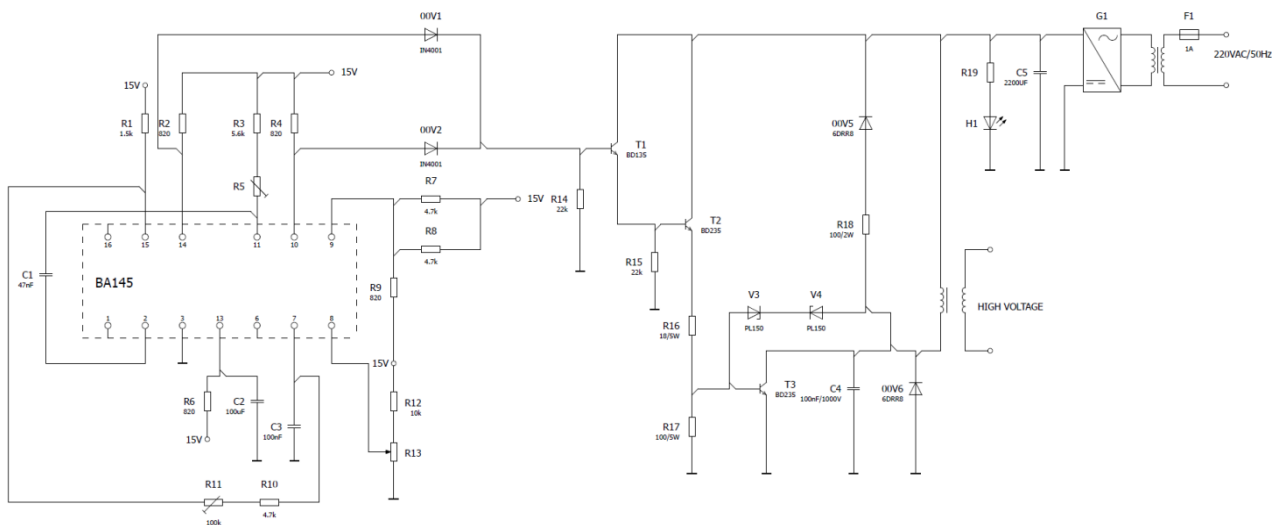


Fig. 3. Schema sursei de alimentare folosind  $\beta$ A145.

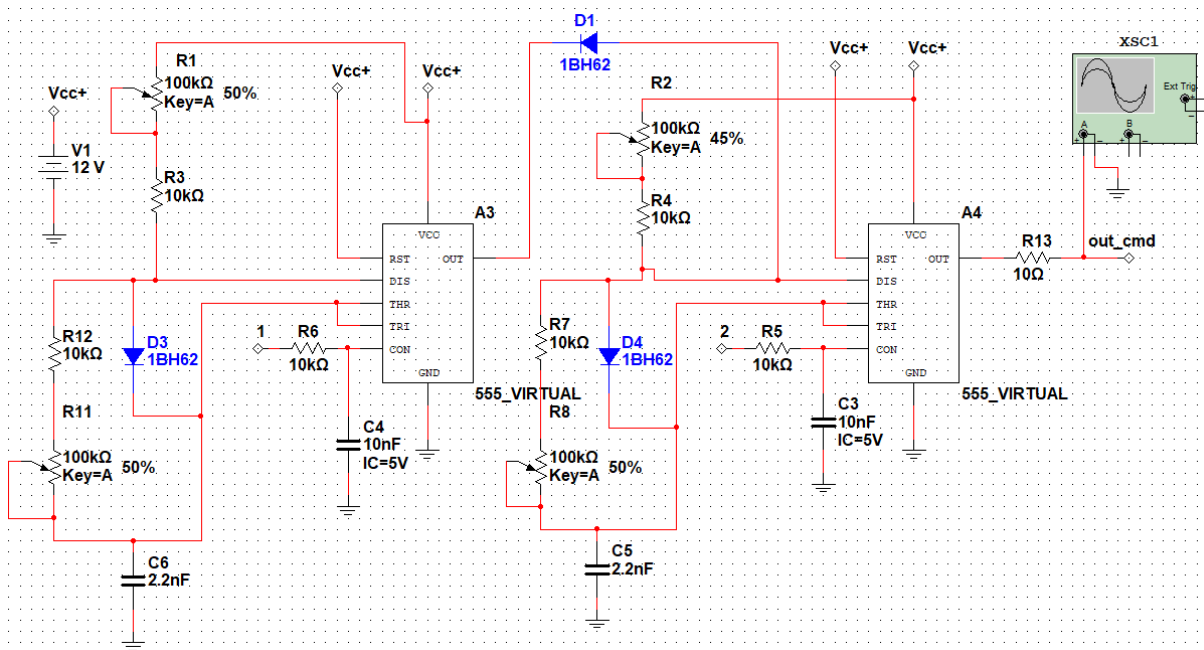


Fig. 4. Schema sursei de alimentare folosind două circuite integrate 555 [2].

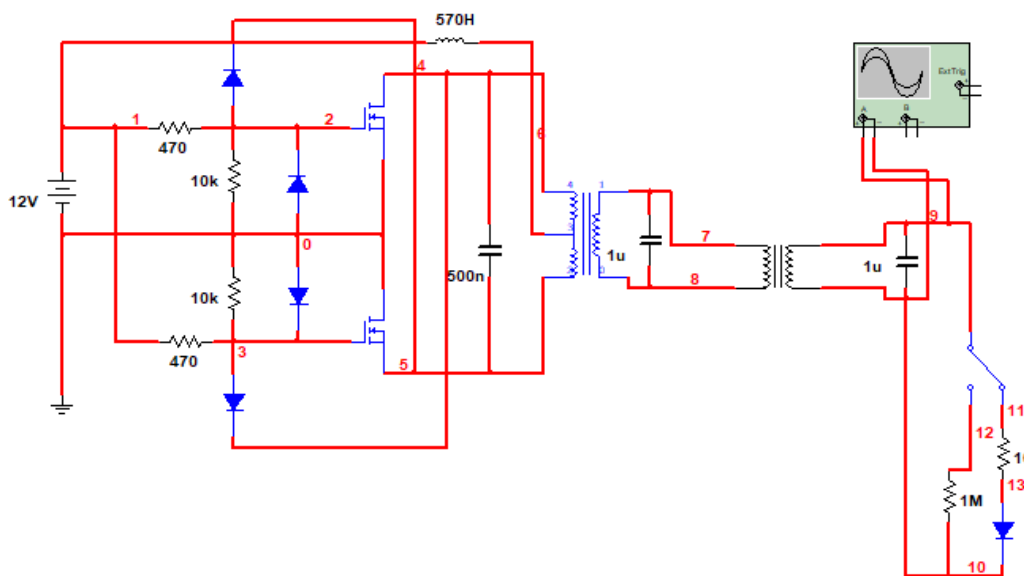


Fig. 5. Schema sursei de alimentare cu circuit oscilant.

O altă sursă de alimentare care este proiectată să alimenteze atât reactoare de tip GlidArc cât și reactoare de tip DBD este prezentată în figura 5.

Sursa funcționează cu ajutorul unui circuit oscilant LC compus din bobina, condensator și înfășurarea primară a transformatorului cu priză mediană. Frecvența de funcționare în acest caz este de ordinul a 30 – 100 kHz.

### 3. REZULTATE EXPERIMENTALE

După cum se poate observa în figura de mai jos (figura 6), dificultatea principală întâmpinată la măsurarea puterii cu dispozitive de tip sondă de curent, sondă de tensiune, osciloscop digital și calculator

este zgomotul de semnal datorat perturbațiilor produse de amorsarea și stingerea arcului electric. Semnalele parazite generate de descărcări perturbă puternic semnalele măsurate și osciloscopul, chiar dacă s-au luat măsuri specifice de compatibilitate electromagnetică pentru diminuarea influenței acestora.

Se prezintă în figura 7 formele de undă ale semnalelor de ieșire ale sursei cu microcontroller. Aceasta a fost folosită pentru alimentarea unei bobine de inducție de tip VW6N0905104.

Pentru evitarea eventualelor erori de fazare, s-a utilizat un semnal de sincronizare (sync). Sursa prezentată oferă trei tipuri de semnale, semnalul notat cu „a” dă un singur impuls pentru fiecare semnal de sincronizare, forma de undă notată cu „b” dă două impulsuri egale ca durată pentru fiecare semnal de

sincronizare, cu o durată reglabilă între ele, iar forma de undă notată cu „c” dă două impulsuri diferite ca durată pentru fiecare semnal de sincronizare. În acest ultim caz doar durata celui de-al doilea impuls este reglabilă, iar prin creșterea ei se poate obține menținerea mai îndelungată a sarcinilor electrice corespunzătoare descărcării, necesară în special descărcărilor de tip DBD.

În figura 8 se pot observa înregistrările pe osciloscop ale evoluțiilor în timp pentru tensiunea descărcării și curentul prin aceasta.

Pentru descărcările de tip DBD, folosind sursa cu circuitul  $\beta A145$ , în figurile de mai jos se pot observa rezultatele experimentale, cu diferite valori ale sarcinii de tip rezistiv conectate la ieșirea sursei.

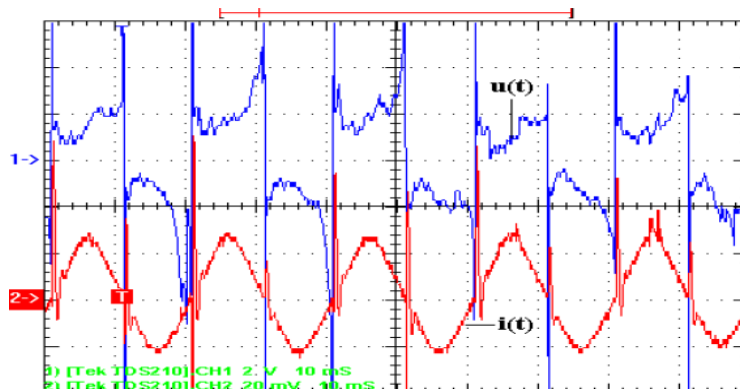


Fig. 6. Parametrii electrici pentru Glid arc [1]

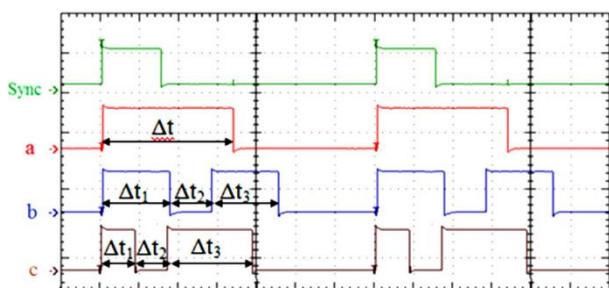


Fig. 7. Semnale de ieșire al sursei culese de pe osciloscop [3].

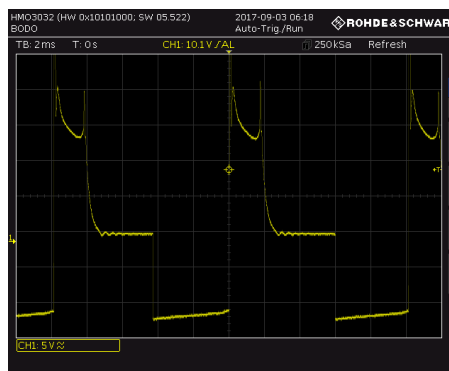


Fig. 10. Ieșirea sursei cu  $\beta A145$  măsurată pe osciloscop conectată la o bobină auto.

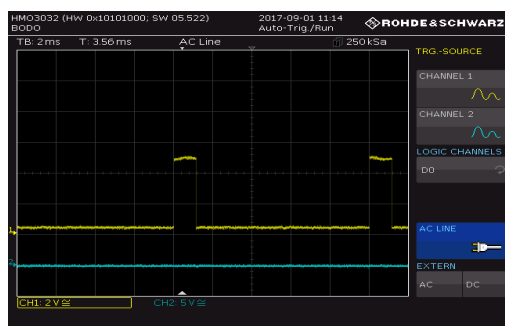


Fig. 8. Semnalul de ieșire în gol al sursei culese de pe osciloscop.

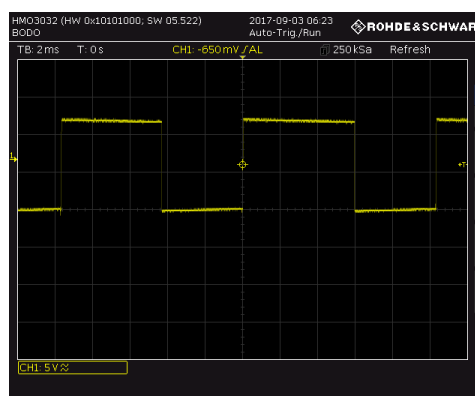


Fig. 11. Ieșirea sursei cu  $\beta A145$  măsurată pe osciloscop conectată la o rezistență.

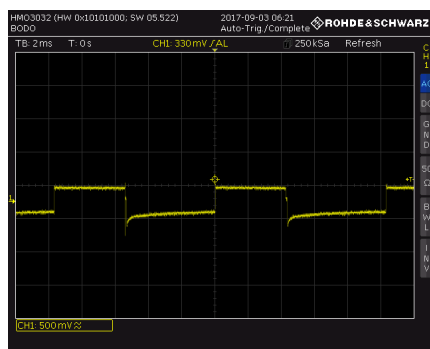


Fig. 9. Ieșirea sursei cu  $\beta A145$  măsurată pe osciloscop în gol.

După cum se poate observa din Figura 6, între tensiunea descărcării și curentul electric nu există defazaj, deci se poate spune că descărcările de tip GlidArc sunt de tip rezistiv.

Folosind sursa realizată cu două circuite integrate 555, o altă versiune a sursei construită cu circuitul

## SURSE DE ALIMENTARE FOLOSITE PENTRU PRODUCEREA DESCĂRCĂRIILOR ELECTRICE

integrat  $\beta A145$ , ambele fiind destinate pentru aceeași aplicație (descărcător de tip DBD).

Mai jos sunt prezentate rezultatele simulării, la reglaje diferite ale potențiometrului ce stabilește durata impulsurilor.

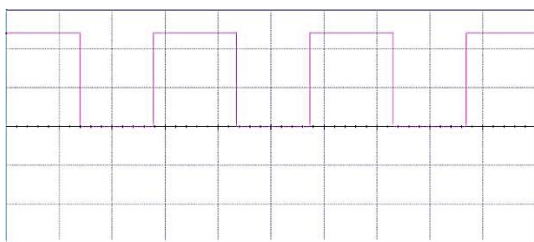


Fig.12. Ieșirea sursei cu două circuite 555 reglaj 50%.

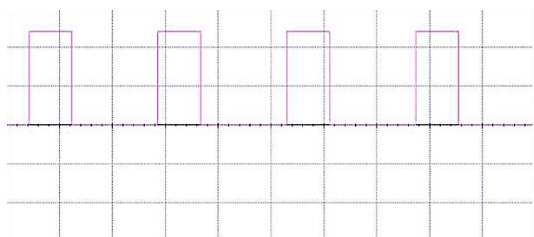


Fig.13. Ieșirea sursei cu două circuite 555 reglaj 20%.

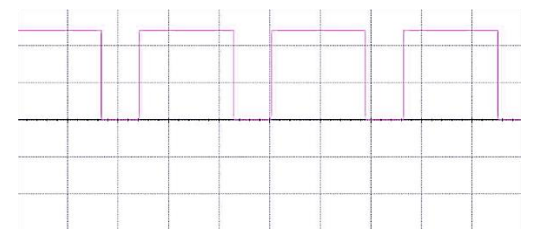


Fig.14. Ieșirea sursei cu două circuite 555 reglaj 80%.

În continuare am analizat ieșirea sursei cu circuit oscilant LC. Pentru simulare am utilizat două rezistențe, una de  $1M\Omega$  și respectiv una de  $10\Omega$ , pentru simularea spațiului dintre electrozi înaintea apariției arcului electric, respectiv după. La început, înainte de apariția arcului electric, când spațiul dintre electrozi nu este strapuns și rezistența echivalentă simulată este de ordinul  $M\Omega$  (din momentul  $t = 0$  până în momentul  $t = 600ms$ ). Datorită rezistenței echivalente mari, oscilațiile sunt amortizate.

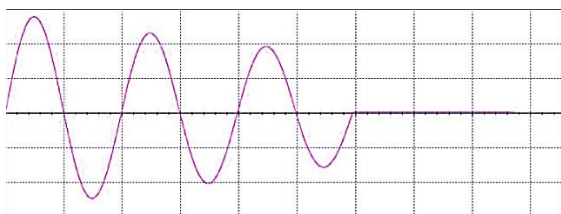


Fig. 15. Ieșirea sursei cu circuit oscilant.

Am considerat momentul apariției arcului electric  $t=600ms$ , moment în care am comutat în simulare pe rezistența cu valoare de  $10\Omega$ . După cum se observă, tensiunea scade la o valoare minimă.

În figura de mai jos este prezentată mai detaliat ieșirea sursei cu circuit oscilant, unde se poate observa momentul apariției arcului electric simulat de rezistența de  $10\Omega$ .

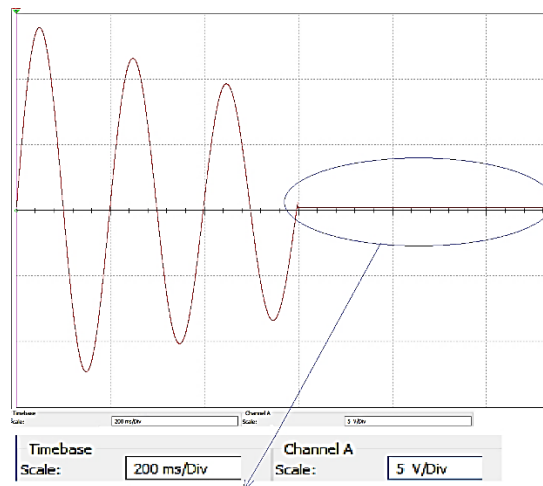


Fig.16. Tensiunea de ieșire a sursei cu circuit oscilant în momentul apariției arcului electric.

## 4. CONCLUZII

Un rol foarte important în eficientizarea randamentului pentru descărcări de tip plasmă rece, pe lângă construcția reactorului, îl au și sursele de alimentare. Comparativ cu rețeaua care este o sursă de alimentare în curent alternativ, sursele de alimentare în impulsuri prezentate oferă posibilitatea utilizării unor plaje de frecvență mai largi. Utilizarea acestor surse este utilă în special pentru descărcări de tip DBD, care datorită canalelor multiple de plasmă și a faptului că descărcarea se stinge repede prin dispariția speciilor active produse, necesită o frecvență ridicată pentru menținerea lor și implicit a descărcărilor. În plus, la frecvențe medii și înalte se obține o omogenitate mai ridicată în volum a plasmei produse, ceea ce este util pentru tratamente de condiționare și decontaminare a suprafețelor.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] E. Hnatiuc, B. Hnatiuc, A. Czernichowski, M. Cernat, „The influence of the distance between electrodes to the electrical performances for an electrochemical reactor GlidArc type”, XIII-th Symposium on Physics of Switching Arc, FSO'99, 1999, Brno, Czech republic
- [2] Astanei D.-G., B. Hnatiuc, „Surse de alimentare in impulsuri folosite pentru descarcari electrice de tip plasma rece”, România
- [3] B. Hnatiuc, D. Astanei, S. Pellerin, N. Cerqueira, and M. Hnatiuc, „Diagnostic of Plasma Produced by a Spark Plug at Atmospheric Pressure: Reduced Electric Field and Vibrational Temperature”, România
- [4] A. Sabău, S. Ghiță, Mihaela Hnatiuc, C. L. Dumitrache, S. Zăgan, „Tratamente cu plasmă non-termică pentru aplicații din domeniul naval”, România