

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00648**

(22) Data de depozit: **05/09/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**30/08/2019** BOPI nr. **8/2019**

(71) Solicitant:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
TEHNOLOGII IZOTOPICE ȘI**

**MOLECULARE, STR.DONAT NR.67-103,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:  
• **TUDORAN CRISTIAN,  
STR. ARON DENSUȘIANU NR. 16, AP. 1,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(54) **APLICATOR UNIVERSAL DE PLASMĂ RECE  
PENTRU UTILIZARE ÎN DOMENIUL INGINERIEI  
SUPRAFEȚELOR**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aplicator universal de plasmă rece, utilizat în domeniul ingineriei suprafețelor. Aplicatorul conform invenției este alcătuit dintr-un corp (1) cilindric în interiorul căruia este montat coaxial un tub (2) de cuarț sau ceramică, prin intermediul unor distanțiere (8) în formă de semicerc, tubul (2) de cuarț conținând în interiorul său o rolă (3) confecționată din plasă metalică, ce formează electrodul activ al aplicatorului de plasmă rece, rola (3) fiind conectată la o sursă de înaltă tensiune printr-un conector (6), din niște ștuțuri (5) montate pe partea superioară a corpului (1) cilindric, pentru admisia unui gaz plasmogen în aplicator, dintr-un interstițiu (11) tangențial cu tubul (2) de cuarț, prin care se scurge fluxul de gaz în interiorul aplicatorului, la partea inferioară a corpului (1) cilindric fiind practicată o fantă (4) pentru ieșirea gazului, descărcarea corona formându-se între partea inferioară a electrodului activ și planul (7) de masă.

Revendicări: 3  
Figuri: 7

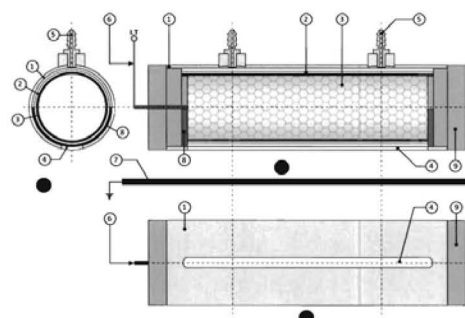


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



34

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 218 00648
Data depozit ... 05-09-2018

a) Titlu:

**APLICATOR UNIVERSAL DE PLASMĂ RECE PENTRU UTILIZARE ÎN DOMENIUL  
INGINERIEI SUPRAFETELOR**

**Autor (INCDTIM): Cristian Tudoran**

b) **Precizarea domeniului tehnic în care poate fi folosită invenția.**

Invenția se referă la un dispozitiv care generează o descărcare electrică (plasmă) rece, având temperatura cinetică în domeniul 30...40°C, utilizată pentru tratarea materialelor conductoare sau izolatoare sub formă bidimensională (folii, fâșii, benzi, suprafețe plane). Prin tratarea cu plasmă a materialelor înțelegem aici modificarea proprietăților suprafețelor acestora, de ex. obținerea suprafețelor hidrofile, hidrofobe, oleofobe, funcționalizare, curățare, corodare, etc. De asemenea, datorită principiului de funcționare și a construcției acestuia, aplicatorul permite depunerea prin pulverizare direct în plasmă a materialelor sub formă de pulbere, suspensii solide, nanomateriale, etc. sau efectuarea de experimente de polimerizare în plasmă.

Dispozitivul descris de prezenta invenție își găsește foarte multe aplicații în domenii precum: ingineria suprafețelor, industria materialelor textile și din piele, industria componentelor electronice, cercetare (chimie și electrochimie, depuneri de straturi subțiri, microscopie electronică, știința materialelor, etc.).

c) **Indicarea stadiului anterior al tehnicii și indicarea documentelor care stau la baza acestuia.**

Pentru tratarea/activarea suprafețelor cu plasmă, în tehnica actuală se utilizează sisteme ce generează descărcare non-termică (plasma rece) la presiune subatmosferică sau în condiții de presiune atmosferică. Instalațiile cu funcționare la presiune subatmosferică prezintă din start o mare limitare din punctul de vedere al dimensiunilor fizice a probelor de material ce se pot trata, acestea fiind limitate la capacitatea de încărcare a incintelor de vid în care se generează descărcarea [1].

Activarea suprafețelor mai mari se realizează în prezent cu ajutorul plasmelor generate la presiune atmosferică, cu ajutorul sistemelor de tip jet de plasmă [2], arc suflat [3], sau descărcare de tip corona [4].

Sistemele de tip jet de plasmă permit utilizarea unui anumit tip de gaz de proces (gaz plasmogen + gaz activ) ales în funcție de tipul de efect pe care îl dorim să îl obținem pe suprafața probei. Dezavantajul jetului de plasmă rezidă însă în suprafața mică acoperită de acesta (de ordinul milimetrilor), astfel, activarea suprafețelor mai mari de material impune utilizarea unor dispozitive mecanice care mută capul de activare (translație pe 2 axe), pentru a obține "baleierea" întregii probe [5].

Al treilea tip de instalații se bazează pe efectul descărcărilor de tip corona generate la presiune atmosferică. În prezent există instalații industriale construite pentru activarea pe bandă rulantă a materialelor polimerice sau materialelor textile, având lățimi de lucru chiar și de ordinul miilor de milimetri (3000...4000 mm). Însă, aceste instalații generează descărcarea corona exclusiv în aerul atmosferic, din acest motiv efectele obținute (proprietățile suprafețelor tratate) depinzând direct de tipul de material tratat și de modul în

care acesta răspunde la efectul descărcării corona. Aceste instalații în prezent nu permit utilizarea unor amestecuri de gaze speciale pentru tratarea suprafețelor.

Din punctul de vedere al omogenității, descărcarea corona este multi-filamentară, neavând întotdeauna un aspect perfect omogen, din acest motiv apar de multe ori defecte de tip străpungere locală (Eng. pin-hole). Sistemele de activare cu descărcare corona sunt dedicate pentru tratarea unui anumit tip de material (izolator sau conductiv), fiecare tip de material necesitând o varianta particulară de construcție a aplicatoarelor [6].

Aplicatorul cu plasmă rece descris de prezenta invenție unește calitățile celor două tipuri de sisteme (jet de plasmă și descărcare corona) într-un singur dispozitiv universal, făcându-l pe acesta adaptabil pentru aproape orice tip de aplicație. Astfel, aplicatorul poate genera plasma rece în orice tip de gaz de proces, iar lungimea fizică a acestuia (lungimea utilă a descărcării care acoperă materialul tratat) poate fi identică sau similară cu cea a sistemelor corona industriale (până la ordinul miilor de milimetri).

Aplicatorul descris de prezenta invenție a fost denumit "universal" din următoarele motive:

- i) pentru sursa de înaltă tensiune (care generează descărcarea) se poate utiliza orice tip de circuit (J.F, R.F, impulsuri), singura condiție este să furnizeze la ieșire o tensiune suficient de mare care să permită ionizarea și străpungerea gazului de lucru;
- ii) aplicatorul poate funcționa cu orice tip de gaz de proces: aer atmosferic, argon, heliu, oxigen, metan, azot, etc. etc., sau amestecuri ale acestora;
- iii) datorită principiului de funcționare, o instalație de tratare cu plasmă bazată pe aplicatorul nostru este mult mai simplă din punct de vedere constructiv, fiind foarte ușor de adaptat de exemplu pentru activarea benzilor de material textil sau materiale polimerice, pe linia de producție. În contrast, instalațiile industriale actuale necesită trecerea benzilor de material textil sau polimer printr-un sistem destul de complex cu role în vederea expunerii la efectele descărcării corona [7].

**d) Expunerea invenției în termeni care să permită înțelegerea problemei tehnice și a soluției așa cum este revendicată precum și avantajele invenției în raport cu stadiul actual al tehnicii**

Prima problema tehnică care a determinat proiectarea și realizarea aplicatorului de plasmă rece descris de prezenta invenție, se referă la posibilitatea obținerii unor proprietăți hidrofile sau hidrofobe pe suprafețe mari de material textil, piele sintetică sau polimer. Pentru obținerea acestor proprietăți specifice, este necesară generarea unei descărcări electrice (plasme) într-un anumit amestec de gaz de proces, particulele de mare energie generate în descărcare (ioni, molecule neutre, electroni, specii active, etc.) interacționând chimic și cinetic cu suprafața materialului, modificând energia de suprafață a acestuia prin formarea de legături chimice deschise, iar ca urmare se obține efectul dorit (hidrofob sau hidrofil). A doua problemă tehnică care a condus la realizarea aplicatorului de plasmă a provenit din însuși modul în care anumite materiale răspund sau nu la efectul plasmei (al descărcării corona). Dacă în cazul în care un anumit tip de material nu răspunde și nu se poate obține efectul dorit pe suprafață, s-a impus nevoia de a putea utiliza și alte tipuri de gaze de proces, în afară de aerul atmosferic [8].

Așa cum am menționat în paragraful precedent, nici un tip de instalație pentru tratarea materialelor cu plasmă aflate pe piață în momentul actual nu permite simultan satisfacerea

celor două condiții tehnice: *i)* posibilitatea activării unor suprafețe mari de material și *ii)* posibilitatea utilizării unor amestecuri specifice de gaze de proces.

Jetul de plasmă [2] și aplicatoarele cu arc suflat [3] acoperă suprafețe mici la o trecere însă ambele permit utilizarea amestecurilor de gaze. Instalațiile industriale bazate pe descărcarea corona permit tratarea suprafețelor mari de materiale, însă acestea funcționează exclusiv în aer atmosferic, și de multe ori nu pot activa decât materiale izolatoare.

Design-ul aplicatorului de plasmă rece descris de prezenta invenție combină principiul aplicatoarelor cu arc suflat cu cel al descărcărilor de tip corona cu barieră dielectrică, oferind astfel posibilitatea lucrului cu orice tip de gaz pentru generarea plasmei, concomitent, dispozitivul poate fi construit pentru activarea unor lățimi mari de materiale, de până la ordinul miilor de milimetri. Datorită faptului că aplicatorul nostru generează o descărcare corona suflată, cu barieră dielectrică, acesta permite tratarea oricărui tip de material (izolator sau conductiv electric), descărcarea fiind omogenă, nu apar defecte de străpungere nici în cazul tratării unor materiale termosensibile ca de ex. mylar sau folii subțiri de polietilenă.

**Noutatea** adusă de prezenta invenție constă în:

- Utilizarea unui design nou pentru aplicatorul de plasmă rece: descărcare cu barieră dielectrică cilindrică suflată.
- Combinarea proprietăților funcționale ale sistemelor jet de plasmă, arc suflat și descărcare corona într-un singur tip de aplicator universal.
- Posibilitatea tratării unor suprafețe mari de materiale/probe cu plasmă rece generată într-un anumit tip de amestec specific de gaz de proces ales în funcție de tipul de efect dorit.
- Posibilitatea suflării / depunerii de alte materiale simultan ( suflare / depunere direct în plasmă ) cu activarea materialului cu plasmă rece ( vopsire, pulverizare, polimerizare, etc. )

#### **e) Prezentarea pe scurt a desenelor explicative**

**Figura 1A.** Această figură prezintă vederea longitudinală în secțiune a aplicatorului de plasmă rece.

**Figura 1B.** Această figură prezintă vederea transversală în secțiune a aplicatorului de plasmă rece.

**Figura 1C.** Această figură prezintă fanta decupată în partea inferioară a aplicatorului pentru ieșirea descărcării către planul de masă.

**Figura 2.** Această figură prezintă secțiunea longitudinală a aplicatorului de plasmă cu indicarea sensului de curgere a gazului.

**Figura 3A.** Această figură prezintă o vedere explodată a componentelor care formează aplicatorul de plasmă rece.

**Figura 3B.** Această figură prezintă modul de montaj al aplicatoarelor de plasmă rece pentru obținerea unei lățimi mari de acoperire (în funcție de cerințe).

**Figura 4.** Această figură prezintă o imagine a plasmei reci generate cu aplicatorul descris de prezenta invenție.

**Figura 5 și 6.** Aceste figuri prezintă aspectul instalației experimentale de tratament cu plasmă rece bazată pe aplicatorul descris de prezenta invenție, proiectată și realizată la **INCDTIM** Cluj-Napoca.

**Figura 7.** Această figură prezintă schema bloc a circuitului pentru generarea impulsurilor de înaltă tensiune care alimentează aplicatoarele cu plasmă rece montate pe instalația descrisă la capitolul "**Exemplu de realizare**".

**Notațiile** de pe Figurile 1,2,și 3 se referă la:

- 1: corpul cilindric exterior al aplicatorului.
- 2: tub de cuarț interior.
- 3: cilindru (rolă) din plasă de inox.
- 4: fantă decupată în partea inferioară a corpului 1 pentru ieșirea plasmăi.
- 5: ștuț pentru admisia gazului în aplicator.
- 6: conector de înaltă tensiune pentru alimentarea aplicatorului.
- 7: planul de masă.
- 8: distanțor al tubului de cuarț 2.
- 9: dopuri laterale pentru etanșarea aplicatorului.
- 10: cap pulverizator auxiliar montat pe aplicatorul de plasmă.
- 11: spațiul interior de trecere pentru gaz format între corpul cilindric exterior 1 și tubul de cuarț 2.

**Notațiile** de pe Figurile 5 și 6 se referă la:

- A: bloc de aplicatoare de plasmă rece conectate conform diagramei din **Figura 3B**.
- B: rampa de admisie a gazului în aplicatoarele de plasmă.
- C: cadrul (șasiul) instalației de tratare cu plasmă rece.
- D: conectoare de înaltă tensiune.
- E: comutatorul general al instalației de tratare cu plasmă rece.

#### **f) Expunerea detaliată a invenției pentru care se solicită protecția**

Aplicatorul de plasmă rece descris de prezenta invenție se bazează pe principiul descărcării corona cu barieră dielectrică însă cu proprietatea suplimentară că descărcarea este suflată tangențial de gazul plasmogen. Spre deosebire de geometriile tradiționale ale aplicatoarelor cu plasmă rece de tip **DBD** (**Descărcare cu Barieră Dielectrică**) care conțin electrozi perfect plani, aplicatorul propus de noi are formă cilindrică. Astfel, aplicatorul se compune dintr-un corp cilindric **1** în interiorul căruia este montat coaxial un tub de cuarț **2** (sau ceramică). Corpul cilindric **1** este confecționat dintr-un material bun izolator electric (poliamidă, teflon, textolit, etc.). Tubul de cuarț conține în interiorul său o rolă **3** confecționată din plasă metalică (inox, cupru, etc.), această rolă formează electrodul interior al aplicatorului de plasmă. Semnalul de înaltă tensiune este conectat la acest electrod interior **3** prin conectorul **6**. Tubul de cuarț **2** este montat coaxial în interiorul corpului cilindric **1** cu ajutorul unor distanțoare **8** având formă de semicerc. Aceste distanțoare se confecționează dintr-un material dielectric. Gazul plasmogen este admis în aplicator prin ștuțurile **5** montate pe partea superioară a acestuia. Fluxul de gaz se scurge în interiorul aplicatorului prin interstițiul **11** și iese în partea inferioară a corpului cilindric **1** prin fanta **4**. Descărcarea corona (plasma) se formează între partea inferioară a electrodului interior **3**, trece prin fanta **4** și se închide prin planul de masă **7**.

28

Ansamblul de componente descrise anterior formează un aplicator de plasmă rece (monobloc). Pentru a putea trata suprafețe mari de materiale dintr-o singură trecere, se poate asambla un sistem de aplicatoare, cum este indicat pe **Figura 3B**. Admisia gazului plasmogen se realizează prin intermediul unei "rampe" comune de admisie care distribuie gazul la fiecare ștuț al fiecărui aplicator de plasmă. Imaginile din figurile 5 și 6 prezintă exemplul de realizare al unui asemenea bloc de aplicatoare pentru tratarea dintr-o trecere a unei lățimi de 300 mm.

### Exemplu de realizare

Instalația pentru tratarea cu plasmă rece a suprafețelor mari de probe, bazată pe tipul de aplicator descris de prezenta invenție (**Figurile 5 și 6**), proiectată și realizată la **INCDTIM** Cluj-Napoca, conține un număr de 4 aplicatoare monobloc montate conform diagramei din **Figura 3B**. Descărcarea corona generată cu această instalație este prezentată pe **Figura 4**. Instalația a fost concepută pentru a fi portabilă, astfel, întreg circuitul de alimentare cu înaltă tensiune este montat pe același cadru comun cu aplicatorul de plasmă. Această instalație conține 4 module independente pentru generarea semnalului de înaltă tensiune sub formă de impulsuri. Schema bloc a circuitului care generează semnalul de înaltă tensiune în impulsuri este redată pe **Figura 7**.

### Câteva date tehnice ale instalației:

Lățimea utilă acoperită de plasmă: 300 mm

Dimensiuni de gabarit: 780 mm x 320 mm x 380 mm (L x l x h)

Frecvența de lucru: până la 10 kHz

Puterea de intrare: 200 W

Tensiunea de alimentare: 230V ~ / 50Hz

Tensiunea de ieșire : max. 16000V

Tipul de plasmă: descărcare cu barieră dielectrică în impulsuri

Energia medie pe impuls: 130 mJ

Gazul plasmogen: He, Ar + gaz de proces (aer sintetic, N<sub>2</sub>, etc.)

Debitul minim de gaz: < 2 L/min.

Temperatura cinetică a plasmei: 35-36 grade C

Densitatea de curent în plasmă: 12 mA/cm<sup>2</sup>

Concentrația electronilor:  $N = 190 \cdot 10^6 / \text{cm}^3$  (pentru puterea de intrare 200 W).

Jb

## Bibliografie

[1] Diener Femto low-pressure plasma system

<https://www.plasma.com/en/produkte/plasmaanlagen/niederdruckplasma-anlagen/femto/>

[2] Hydrophobicity improvement of contaminated HTV silicone rubber by atmospheric plasma jet treatment,

Ruobing Zhang, Xinlei Zhou, Yan Xia, Shancheng Su, Zhicheng Guan, Jie Chen, Yang Liu less  
Published 2016 in IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation

DOI: 10.1109/TDEI.2015.005117

[3] Blown Arc Plasma Surface Treaters

[https://www.doctoruv.com/blown-arc-c-59\\_60\\_133.html](https://www.doctoruv.com/blown-arc-c-59_60_133.html)

[4] Corona and Plasma Surface Treatment for Film, Foil, Web and More

<https://www.3dtllc.com/products/film-foil-web/>

[5] EPDM profiles with plasma treatment | ProfileTEC

<https://tantec.com/epdm-profiles-with-plasma-treatment-profiletec.html>

[6] Corona Treatment Expertise for Converting and Extruding Film

<https://www.enerconind.com/web-treating/corona-treatment.aspx>

[7] Hybrid treating system (Single unit for corona treatment, high-density ionization and high-density dust removal)

<https://www.ekasuga.co.jp/en/product/167/000227.shtml>

[8] Plasma jet treatment of five polymers at atmospheric pressure: surface modifications and the relevance for adhesion

Michael Noeske, Jost Degenhardt, Silke Strudthoff, Uwe Lommatzsch,  
International Journal of Adhesion & Adhesives 24 (2004) 171–177

<http://www.surfxtechnologies.com/fileaway->

[directory/full/198.%20Plasma%20jet%20treatment%20of%20five%20polymers%20at%20atmospheric%20pressure%20surface%20modifications%20and%20the%20relevance%20for%20adhesion.pdf](http://www.surfxtechnologies.com/fileaway-directory/full/198.%20Plasma%20jet%20treatment%20of%20five%20polymers%20at%20atmospheric%20pressure%20surface%20modifications%20and%20the%20relevance%20for%20adhesion.pdf)

## Revendicări

- 1) *Aplicator universal de plasmă rece pentru utilizare în domeniul ingineriei suprafețelor* **caracterizat prin aceea că** acesta se compune dintr-un corp cilindric **1** confecționat din material dielectric, în care este montat coaxial un tub de cuarț **2** ce conține pe interiorul său o rolă din plasă metalică **3** care este conectată la sursa de înaltă tensiune prin conectorul **6**, această rolă din plasă formând electrodul activ al aplicatorului de plasmă rece.
- 2) *Aplicator universal de plasmă rece pentru utilizare în domeniul ingineriei suprafețelor* conform revendicării **1**, **caracterizat prin aceea că** admisia gazului plasmogen în aplicator se realizează prin ștuțurile **5** montate pe partea superioară a corpului cilindric **1**, fluxul de gaz se scurge în interiorul aplicatorului prin interstițiul **11** tangențial cu tubul de cuarț **2** și iese în partea inferioară a corpului cilindric **1** prin fanta **4**, descărcarea corona (plasma) formându-se între partea inferioară a electrodului interior **3** și planul de masă **7**.
- 3) *Aplicator universal de plasmă rece pentru utilizare în domeniul ingineriei suprafețelor* conform revendicărilor **1** și **2**, **caracterizat prin aceea că** plasma generată este de tipul descărcare cu barieră dielectrică, aceasta fiind suflată și stabilizată tangențial de gazul plasmogen care iese prin fanta **4**.



Desene explicative:

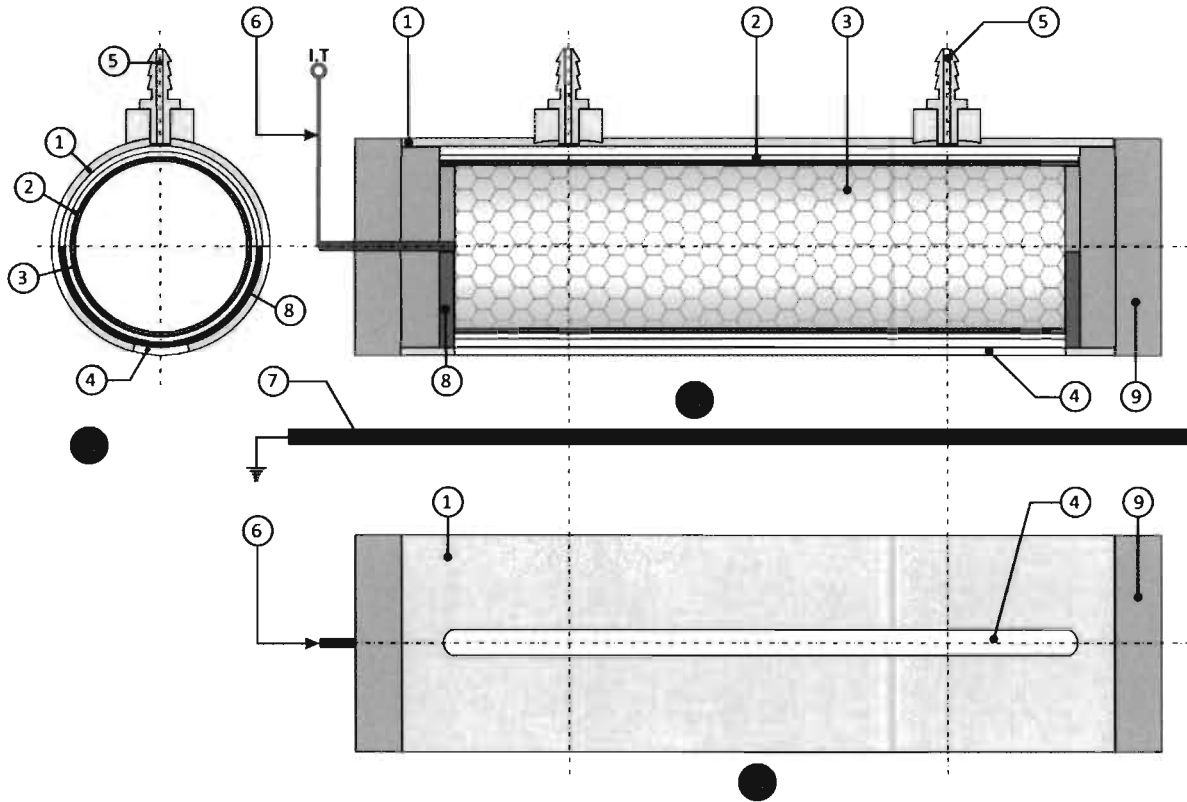


Figura 1

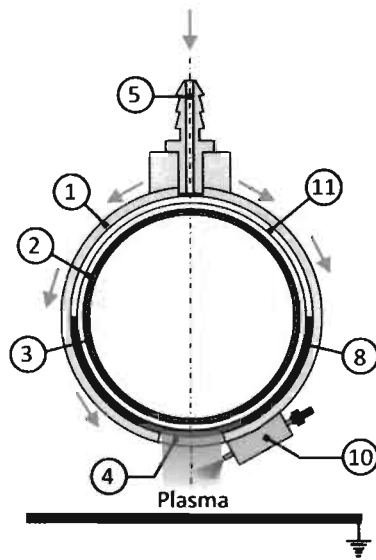


Figura 2

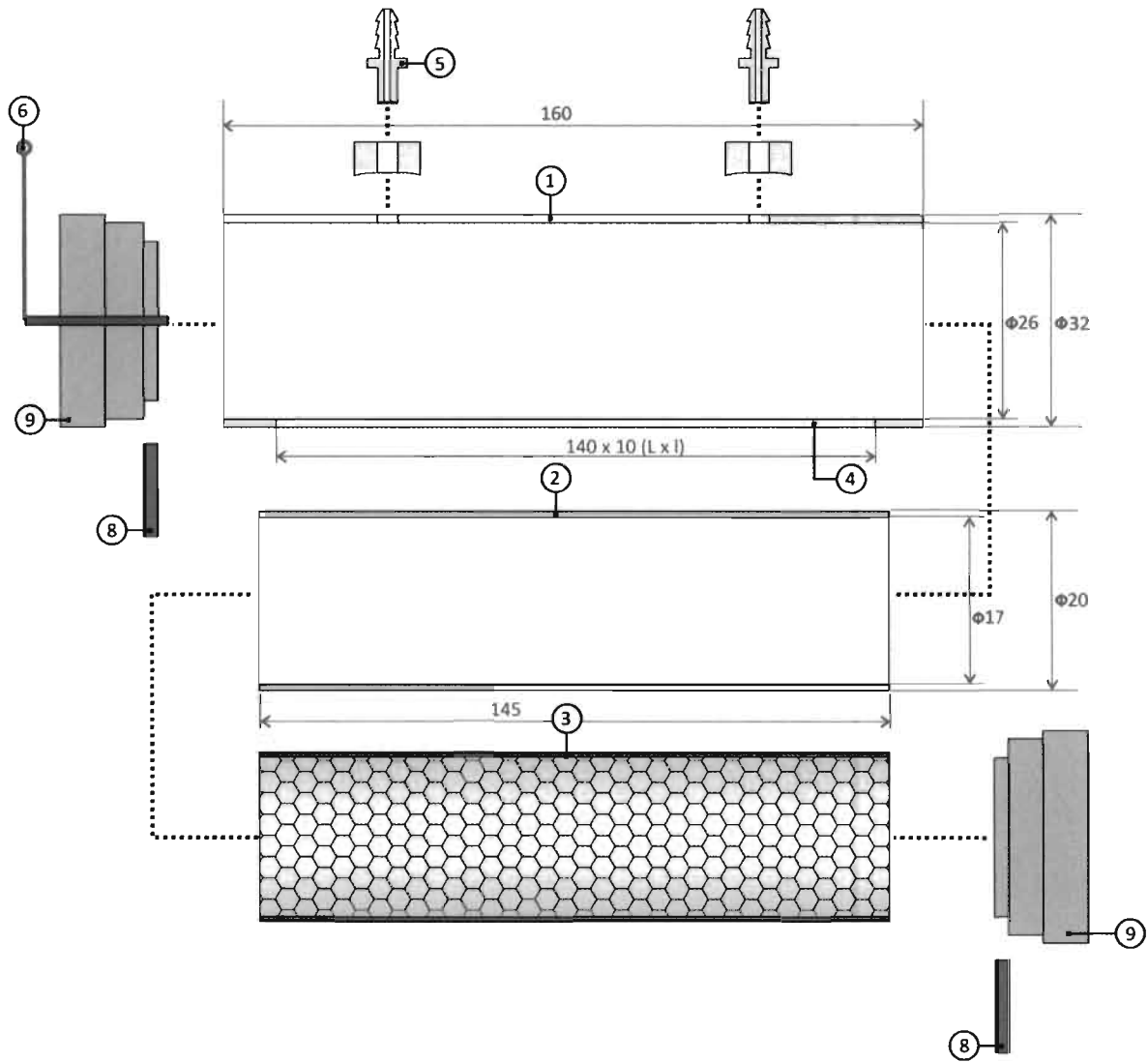


Figura 3A

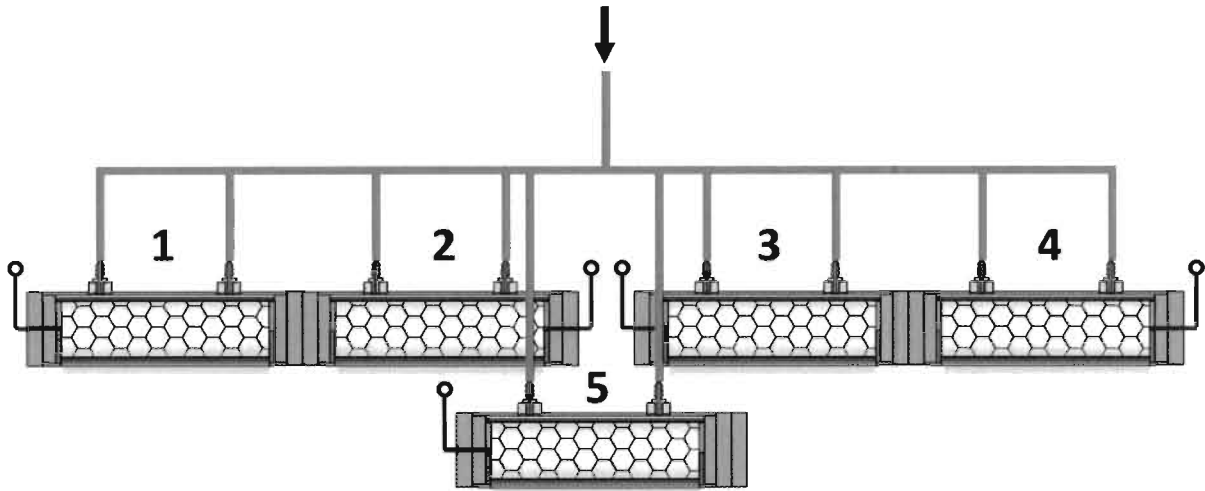


Figura 3B

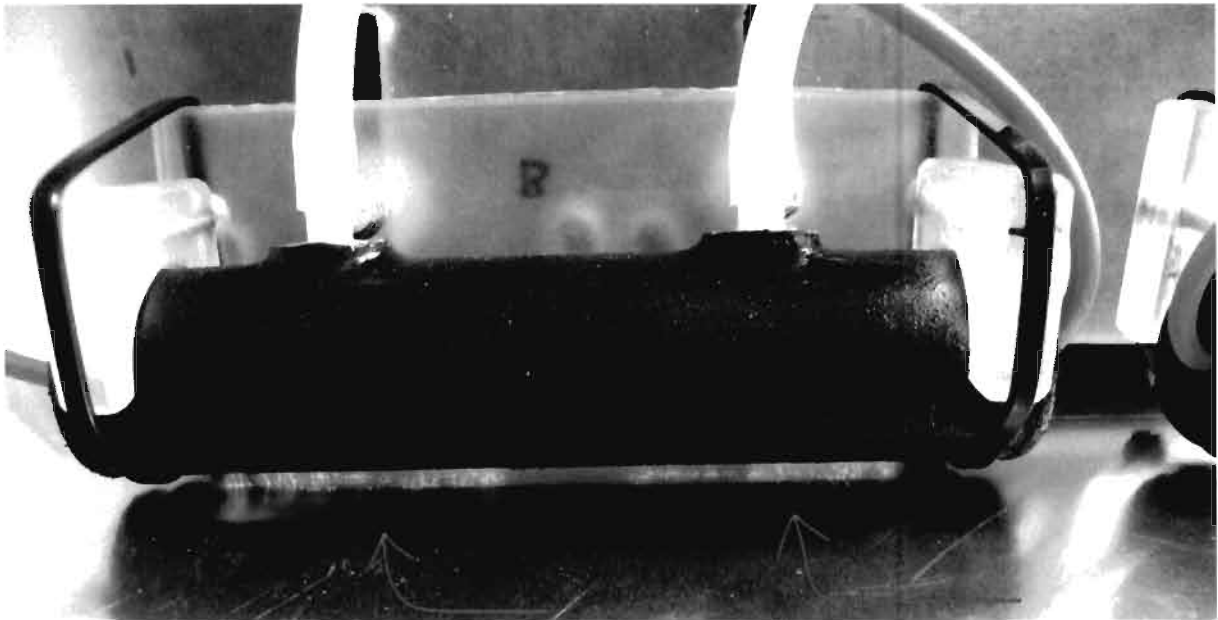


Figura 4

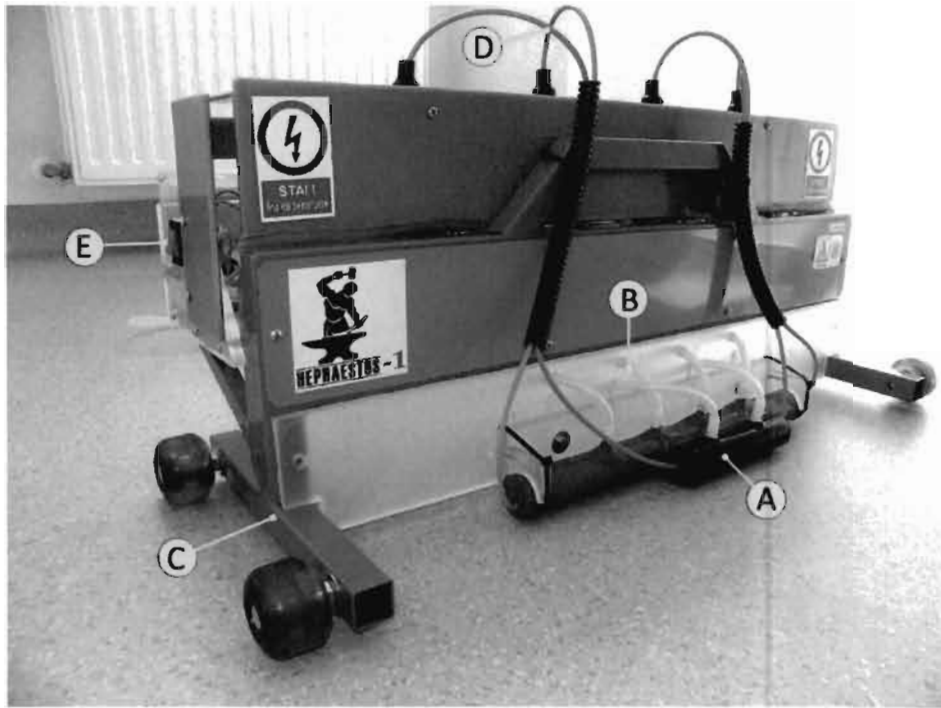


Figura 5

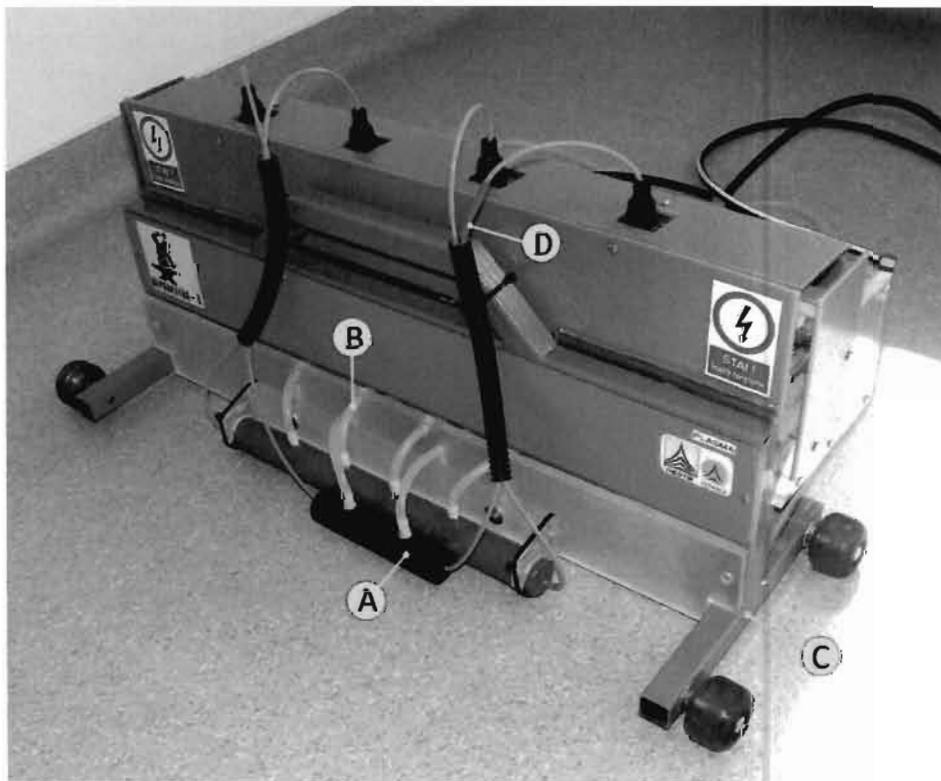


Figura 6

28

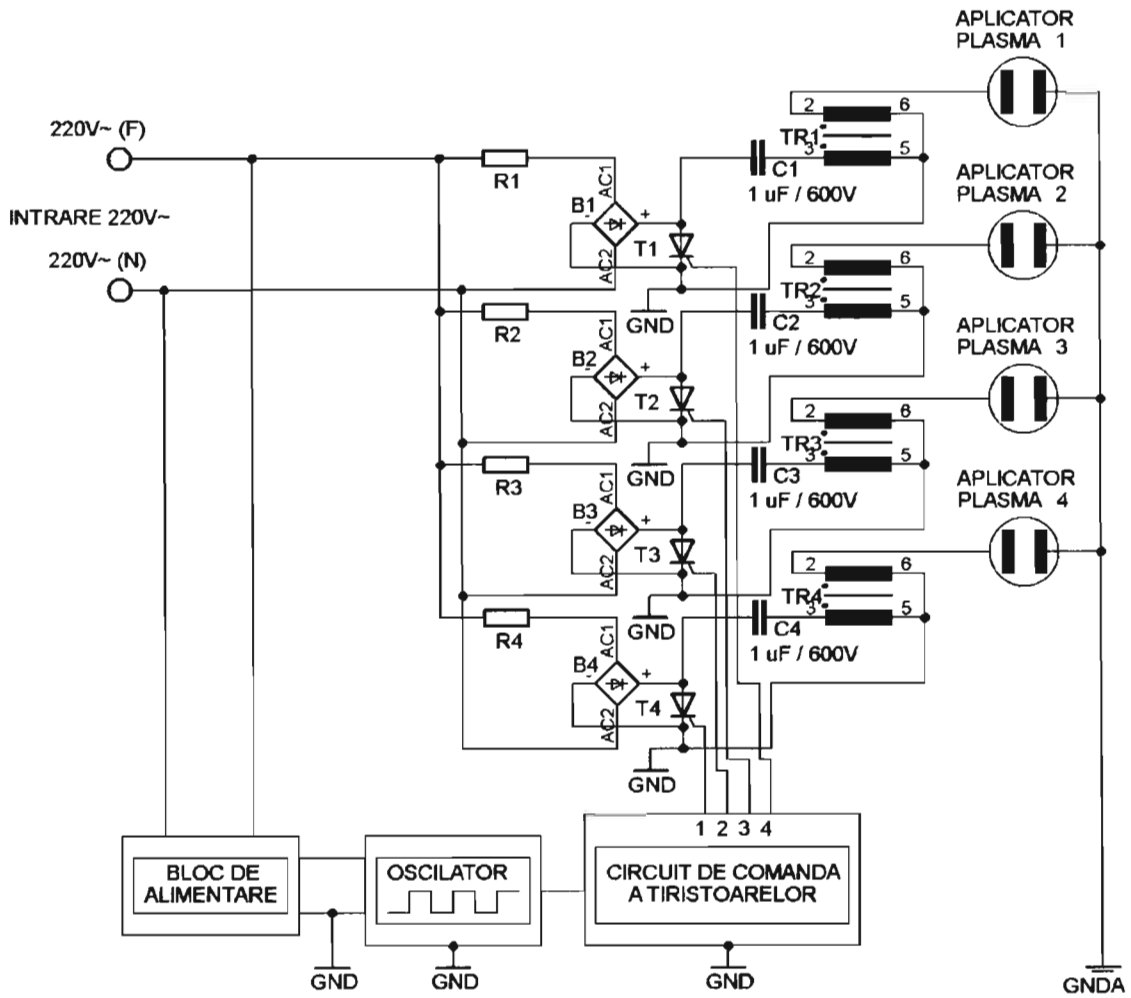


Figura 7

*[Handwritten signature]*