

**Dezvoltarea experimentală a unei noi tehnologii și proiect de echipament
pentru vopsire electrostatică cu pudră a reperelor din MDF
(Acronim proiect: TEV-MDF)**

Cod proiect: PN-III-P2-2.1-CI-2017-0173

Contract nr. 79CI/2017

Finanțare: bugetul de stat și cofinanțare

Denumirea programului din PNCDI III: Cecuri de Inovare; Program 2 Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare; Subprogramul 2.1 Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare

Valoarea totală a contractului: 50.000 lei din care pe surse de finanțare:

Sursa 1 - de la bugetul de stat 45.000 lei

Sursa 2 – cofinanțare beneficiar 5.000 lei

Durata contractului: 5 luni (25.07.2017 - 31.12.2017)

Autoritatea Contractantă: Unitatea Executivă pentru Finanțarea Invățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI)

Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA (INCDIE ICPE-CA)

Beneficiar: CEESTECH SRL

Echipa de cercetare

1. Prof. Dr. Ing. Florin Teodor Tănăsescu, Director de proiect.
2. Dr ing. Ion Dumitru, membru
3. Ing. Duruianu Mihai, membru
4. Ing. Rodica Vasile, membru

Obiectivele proiectului:

Proiectul și-a propus ca obiective principale dezvoltarea unei tehnologii moderne de depunere electrostatică a pulberii izolante și proiectul unui echipament de vopsire electrostatică bazat pe o soluție inovativă.

Aceste obiective, trebuiau să asigure firmei CEESTECH SRL -un producător dinamic de mobilier- să-și crească competitivitatea fabricației prin aplicarea unei tehnologii moderne, reducerea cheltuielilor materiale și de energie, siguranța fabricației și costuri, bazată pe utilizarea unor materiale avansate și întocmirea unui Proiect de echipament care să elimine limitările sistemului folosit astăzi și anume: înlocuirea grundului diluabil cu solvent printr-un grund special semiconductor diluabil cu apă dar nepoluant, urmat de depunerea unei pulberi de vopsea aplicând un proces electrostatic care stă la baza Proiectului echipamentului propus prin ofertă.

Față de procedeu cunoscut până acum constând dintr-o serie de operațiuni precum: depunerea unei pelicule de grund diluabil cu solvent pentru acoperirea porilor, uscare peliculă, șlefuire și retușare cu un nou strat de grund, după care se aplică vopsirea și uscarea, ***Proiectul și-a propus implementarea unei noi tehnologii și unui Proiect de echipament*** care să elimine limitările sistemului folosit astăzi și anume: înlocuirea grundului diluabil cu solvent printr-un grund special semiconductor diluabil cu apă dar nepoluant, urmat de depunerea unei pulberi de vopsea–pulbere, aplicând un proces electrostatic care stă la baza Proiectului echipamentului propus prin Proiect, cu reducerea timpului dintre operații, eliminarea poluării și utilizarea unor pulberi uscate de dimensiuni micronice.

În ceea ce privește ***echipamentul care să asigure*** această tehnologie, Proiectul are la bază idei și realizări practice a unor echipamente de vopsire electrostatică concepute de cei care au propus Proiectul și anume încărcarea electrică a particulelor de vopsea pudră de la o sursă de înaltă tensiune 50 – 80 kV/50 Hz și dirijarea lor spre piesa de vopsit după liniile de câmp electric care se închid între dispozitivul de depunere și ambele fațe ale piesei de vopsit.

Etapa proiectului (se atașează Raportul Științific și Tehnic realizat la finele etapei)

Structura echipamentului va consta din:

- sursa de înaltă frecvență care generează o tensiune oscilantă cu frecvența de 55KHZ, cu o valoare maximă de 15 V (30V la vârfuri) și un curent de 150 μ A.

- pistolul de pudrare cu multiplicator de tensiune încorporat. Multiplicatorul de tensiune încorporat în pistol este format dintr-un minitransformator ridicător cu miez de ferită și o cascadă formată din condensatori și diode care multiplică tensiunea ieșită din transformator. Tensiunea de intrare în transformator este cea debitată de oscilatorul de frecvență de +15V,-15V, iar la ieșire tensiunea este 2000V și frecvența de 55KHz. Această valoare este multiplicată și redresată de cascada de multiplicare obținându-se la final o tensiune redresată de polaritate negativă cu o valoare de max 80000V.

- rezervorul de pudră cu sistem pneumatic pentru fluidizarea pudrei și transportul pneumatic al pudrei către duza de pulverizare dotată cu ace de ionizare pentru încărcarea electrostatică a particulelor.

Experimentări preliminare făcute în firmă, ne-au convins că o frecvență mai ridicată decât cea frecvent utilizată – 50 Hz asigură o mai bună încărcare și distribuție a particulei de vopsea și o calitate superioară a depunerii, motiv pentru care se va utiliza o frecvență mai ridicată a sursei de înaltă tensiune, asigurând tensiuni de lucru până la 80 kV și frecvențe de ordinul 30-55 KHz.

Obiectivul principal al Proiectului îl constituie ridicarea nivelului de competitivitate al Firmei prin performanțele peliculei depuse pe mobilier (rezistența și aspect) care să-i crească competitivitatea pe piață, costuri de fabricație mai mici prin aplicarea tehnologiei propuse în fabricația de mobilier eliminarea poluării, economii de materiale și energie.

Ca urmare a experimentărilor efectuate și a experienței cercetătorilor din colectivul care a abordat această temă, au fost stabiliți parametrii optimi pentru echipamentul de vopsire cu pudră, adaptați la aplicarea vopselei pe suprafețe de MDF.

Echipamentul are în componență următoarele subansamble și componente:

Date de contact:

Furnizorul de servicii: ICPE-CA București

Responsabil proiect: prof.dr.ing. Florin Teodor Tănăsescu

Telefon 0722 737096; e-mail comisia6@icpe.ro

RAPORTUL STIINTIFIC ȘI TEHNIC 2017

Contract nr. 79CI/2017

Perioada de raportare 25.07.2017 - 31.12.2017

Program 2 Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare

Subprogramul 2.1 Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare

Titlul Proiectului „Dezvoltarea experimentală a unei noi tehnologii și proiect de echipament pentru vopsire electrostatică cu pudră a reperelor din MDF”

1. Obiectivele Proiectului

Proiectul și-a propus ca obiective principale dezvoltarea unei tehnologii moderne de depunere electrostatică a pulberii izolante și proiectul unui echipament de vopsire electrostatică bazat pe o soluție inovativă.

Aceste obiective, trebuiau să asigure firmei CEESTECH SRL -un producător dinamic de mobilier- să-și crească competitivitatea fabricației prin aplicarea unei tehnologii moderne, reducerea cheltuielilor materiale și de energie, siguranța fabricației și costuri, bazată pe utilizarea unor materiale avansate și întocmirea unui Proiect de echipament care să elimine limitările sistemului folosit astăzi și anume: înlocuirea grundului diluabil cu solvent printr-un grund special semiconductor diluabil cu apă dar nepoluant, urmat de depunerea unei pulberi de vopsea aplicând un proces electrostatic care stă la baza Proiectului echipamentului propus prin ofertă.

Față de procedeul cunoscut până acum constând dintr-o serie de operațiuni precum: depunerea unei pelicule de grund diluabil cu solvent pentru acoperirea porilor, uscarea peliculă, șlefuire și retușare cu un nou strat de grund, după care se aplică vopsirea și uscarea, **Proiectul și-a propus implementarea unei noi tehnologii și unui Proiect de echipament** care să elimine limitările sistemului folosit astăzi și anume: înlocuirea grundului diluabil cu solvent printr-un grund special semiconductor diluabil cu apă dar nepoluant, urmat de depunerea unei pulberi de vopsea-pulbere, aplicând un proces electrostatic care stă la baza Proiectului echipamentului propus prin Proiect, cu reducerea timpului dintre operații, eliminarea poluării și utilizarea unor pulberi uscate de dimensiuni micronice.

În ceea ce privește **echipamentul care să asigure** această tehnologie, Proiectul are la bază idei și realizări practice a unor echipamente de vopsire electrostatică concepute de cei care au propus Proiectul și anume încărcarea electrică a particulelor de vopsea pudră de la o sursă de înaltă tensiune 50 – 80 kV/50 Hz și dirijarea lor spre piesa de vopsit după liniile de câmp electric care se închid între dispozitivul de depunere și ambele fațe ale piesei de vopsit.

2. Descierea științifică și tehnică a activităților

Datorită colaborării cu firma și interesul acesteia de a dezvolta tehnologia și realiza echipamentul de vopsire, al sprijinului acesteia de a valorifica proiectul, s-a realizat și modelul unui echipment realizat după proiectul dat și care a permis verificarea elementelor de tehnologie propuse.

2.1. Tehnologia dezvoltată

Proiectul și-a propus dezvoltarea unei tehnologii de depunere a pulberilor prin procedeu electrostatic cu aplicație la o serie de materiale compozite din familia PAL, OSB MDF, cel mai utilizat în construcția mobilierului fiind ultimul material.

S-a urmărit ca prin această tehnologie modernă să se evite o serie de dificultăți întâlnite la vopsirea clasică și anume: calitatea vopsirii (grosimi de materiale, aglomerări) consumuri mari și necesitatea practicării unor retușuri cu implicații în productivitate.

Vopsirea electrostatică -care se bazează pe încărcarea electrostatică a particulei de vopsea în pistolul de vopsire și dirijarea ei spre piesa de vopsit dispusă la potențialul pământului, are avantajul față de vopsirea convențională că particulele încărcate urmăresc liniile de câmp electric ce se închid pe piesă, depunându-se uniform, chiar pe partea din spate a acesteia. Deosebit de avantajos este procedeul în cazul pieselor complexe, vopsirea având un „grad mare de pătrundere”.

Deosebirile între tehnologia clasică de depunere și cea electrostatică sunt date în fig. 1.

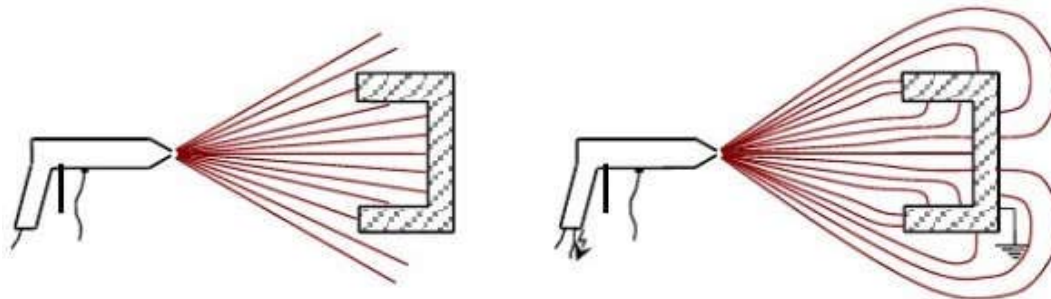


Fig. 1. Vopsire clasică și vopsire electrostatică.

Dirijarea particulelor de vopsea după liniile de câmp electric, asigură o vopsire de calitate, economie de material, vopsire piese complexe, manoperă redusă

Pașii tehnologici verificați în cadrul Proiectului și recomandat spre aplicare

2.1.1. Pregătirea suprafețelor

- Șlefuirea canturilor cu hârtie abrazivă
- Șlefuirea suprafețelor prin același procedeu
- Îndepărtarea prafului rezultat după șlefuire
- Șlefuirea se realizează cu hârtie abrazivă cu granulație de 180-400 μm .
- Se poate aplica , dacă este cazul un strat de chit de până la 1-1,5 mm grosime pentru uniformizarea unor mici defecte apărute accidental pe suprafața ce urmează a fi vopsită. Chitul se poate aplica cu condiția de a se nivela după întărire. Chitul trebuie să fie rezistent la temperatură. Operațiile trebuie făcute într-o incintă specializată prevăzută cu absorbție de praf și aport de aer proaspăt.

2.1.2. Aplicarea stratului de legătură

- Reperul se va așeza pe un dispozitiv adecvat, în poziție verticală. În funcție de complexitatea reperelor și de mărimea lor se confecționează dispozitive astfel că aplicarea stratului de legătură prin pulverizare să se poată face pe ambele fețe.

- Acest strat de legătură este un grund pe bază de apă care are rolul de a închide porii și de a facilita depunerea vopselei pudră prin faptul că acest grund pe bază de apă are o anumită conductibilitate electrică. Perioada de uscare a peliculei de grund este de 10-15 min la o temperatură de 60-80°C.

2.1.3. Aplicarea stratului de vopsea pudră

- După uscarea stratului de grund, reperul, având o temperatură remanentă, este deplasat în cabina de pudrare, unde cu ajutorul echipamentului electrostatic i se aplică un strat de vopsea pudră.

- După aplicarea stratului de pudră , reperul este introdus într-o incintă termostată timp de 7-8 minute la 140°C, unde are loc polimerizarea vopselei. Polimerizarea este reacția prin care un număr mare de molecule ale aceluiași reactant (monomer), cum ar fi etena, se unesc pentru a forma o macromoleculă (polimer). Exemplu de polimeri: cauciuc, mase plastice, fibre și fire sintetice, dar și celuloză și amidon (ultimii doi, naturali).

- Reperul este scos din incintă și după o perioadă de răcire poate fi ambalat.

- Pelicula de vopsea obținută are o grosime uniformă de aproximativ 40-50 μm , pelicula fiind uniformă, fără urme de scurgeri sau aglomerări de material.

- Pelicula are o rezistență deosebită la acțiuni abrazive și o aderență foarte bună la suport.

- În funcție de tipul de pudră folosită se pot obține suprafețe lucioase, mate, structurate etc.

- Timpul aferent pentru obținerea unui reper din MDF vopsit cu pudră în câmp electrostatic este de maxim 60 min.

- Și la procedeul de vopsire cu pudră se impune ca zonele de lucru să fie curate, fără urme de praf care plutește în aer și cu ventilație foarte bună. În timpul procesului de vopsire cu pudră și al polimerizării vopselei nu se degajă noxe, procedeul fiind unul ecologic.

2.1.4. Etape preliminare pentru stabilirea tehnologiei de vopsire cu pudră a reperelor din MDF.

Colectivul de cercetători care a dezvoltat această tehnologie, a făcut numeroase încercări pentru determinarea parametrilor optimi de lucru, care să satisfacă cerințele de calitate impuse de beneficiar. S-au studiat:

- Comportarea materialului suport (MDF) la diferite paliere de temperatură, și s-a constatat în urma experimentărilor că acesta rezistă în condiții foarte bune la temperaturi de maxim 160°C.

- Timpul optim de staționare la temperatura maximă admisă, este de 12 min la 160°C. Peste aceste valori reperele din MDF își schimbă caracteristicile, se curbează și apar fisuri pe canturi.

- Parametrii de lucru ai echipamentului de vopsire în câmp electrostatic și anume tensiunea de lucru și frecvența. (S-a constatat experimental că tensiunea optimă pentru depunerea pudrei în strat uniform este de 70-80 kV, la frecvența de 55 kHz.).

- S-au studiat diferite forme de duze de pulverizare (figura 2 a și b) și anume: duze în formă de ciupercă cu două și patru ace de ionizare încorporate și duze cu fantă cu ac central de ionizare. Din experimentări s-a constatat că cea mai eficientă pentru depunere este duza cu fantă și cu ac central de ionizare. Aceasta asigură o distribuție relativ uniformă a jetului și prin acul central asigură o bună încărcare electrostatică a particulelor de vopsea.

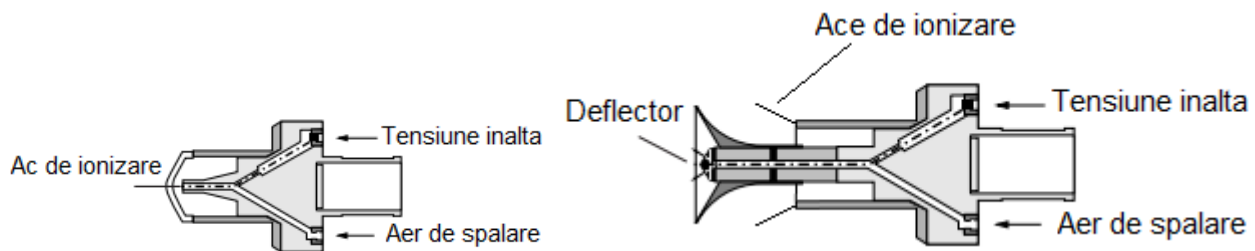


Fig 2 . Diuze cu jet plat și ac de ionizare central (a)
și diuza cu jet conic și cu ace de ionizare plasate central (b)

- S-au încercat mai multe tipuri de grund care se aplică prin pulverizare pneumatică. S-a constatat că cel mai adecvat pentru această operație este grundul diluabil cu apă, sau mai este indicat și un **fuller**. Fullerul este un grund deosebit de aderent, un **PRIMER** care se aplică prin pulverizare clasică înainte de vopsirea electrostatică cu pudră. Ambele materiale fac o priză foarte bună la suport, închid foarte bine porii materialului, conferă o bună conductibilitate electrică pe suprafață pentru aderarea particulelor de pudră depuse în câmp electrostatic.

- Depunerea electrostatică se poate face pe orice suprafață care este conductoare sau slab conductoare așa cum este și cazul MDF

- Distanța optimă de aplicare a pistolului față de suprafața de vopsit trebuie să fie la 120-150 mm față de piesă, mișcare executată în plan vertical și orizontal, obținând un strat uniform datorat tehnologiei electrostatice.

- În cazul unei producții de serie mare sistemul se poate robotiza prin plasarea pistolului pe un dispozitiv care execută un număr de mișcări impuse de configurația piesei.

- Operația de vopsire trebuie făcută într-o cameră ușor presurizată - o cabină de vopsire, în care pământarea este o operație esențială ca și celelalte măsuri de protecție la tensiuni ridicate. În fig. 3 se prezintă cabina de vopsire și modul în care sunt dispuse echipamentele și se efectuează operația de vopsire.

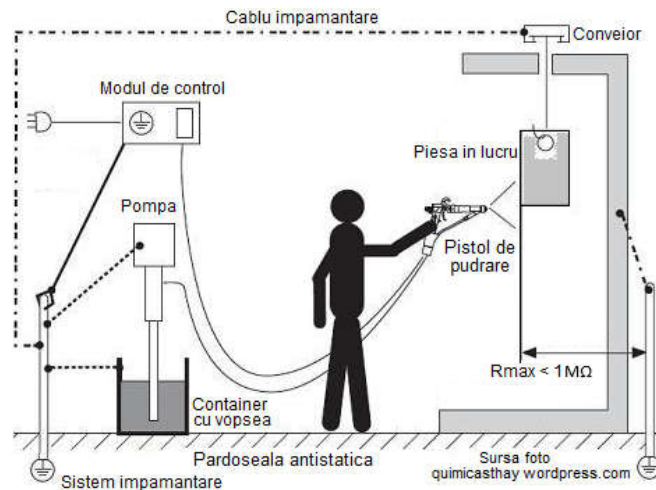


Fig. 3. Cabina de vopsire. Dispunere de principiu a echipamentelor

2.2. Proiectul realizat

Structura echipamentului va consta din:

- sursa de înaltă frecvență care generează o tensiune oscilantă cu frecvența de 55 KHz, cu o valoare maximă de 15 V (30V la vârfuri) și un curent de 150 μ A.
- pistolul de pudrare cu multiplicator de tensiune încorporat. Multiplicatorul de tensiune încorporat în pistol este format dintr-un minitransformator ridicător cu miez de ferită și o cascadă formată din condensatori și diode care multiplică tensiunea ieșită din transformator. Tensiunea de intrare în transformator este cea debitată de oscilatorul de frecvență de +15V,-15V, iar la ieșire tensiunea este 2000V și frecvența de 55KHz. Această valoare este multiplicată și redresată de cascada de multiplicare obținându-se la final o tensiune redresată de polaritate negativă cu o valoare de max 80000V.
- rezervorul de pudră cu sistem pneumatic pentru fluidizarea pudrei și transportul pneumatic al pudrei către duza de pulverizare dotată cu ace de ionizare pentru încărcarea electrostatică a particulelor.

Experimentări preliminare făcute în firmă, ne-au convins că o frecvență mai ridicată decât cea frecvent utilizată – 50 Hz asigură o mai bună încărcare și distribuție a particulei de vopsea și o calitate superioară a depunerii, motiv pentru care se va utiliza o frecvență mai ridicată a sursei de înaltă tensiune, asigurând tensiuni de lucru până la 80 kV și frecvențe de ordinul 30-55 KHz.

Obiectivul principal al Proiectului îl constituie ridicarea nivelului de competitivitate al Firmei prin performanțele peliculei depuse pe mobilier (rezistența și aspect) care să-i crească competitivitatea pe piață, costuri de fabricație mai mici prin aplicarea tehnologiei propuse în fabricația de mobilier eliminarea poluării, economii de materiale și energie.

Ca urmare a experimentărilor efectuate și a experienței cercetătorilor din colectivul care a abordat această temă, au fost stabiliți parametrii optimi pentru echipamentul de vopsire cu pudră, adaptați la aplicarea vopselei pe suprafețe de MDF.

Echipamentul are în componență următoarele subansamble și componente:

2.2.1. MODULUL ELECTRONIC DE COMANDA ȘI CONTROL

Componente:

- Oscilatorul sinusoidal de joasă frecvență (55 kHz)
- Amplificatorul de putere
- Sursa de alimentare de putere
- Releul de comandă
- Mufe pentru transmitere comandă electrică și pneumatică
- Electrovalva pentru aer comprimat

Componentele vor fi asamblate într-o cutie metalică etanșă conectată la masă.

- **Oscilatorul**, figurat în ANEXA 1, este de tip dublu T, ceea ce permite o execuție ușoară. Semnalul este sinusoidal cu frecvența, stabilită experimental, de cca 55 kHz. Oscilatorul are alimentare bipolară proprie, realizată cu un transformator de mică putere, o punte redresoare și două regulatoare de tensiune. Alimentarea proprie permite o flexibilitate pentru eventuale reglaje de frecvență și amplitudine. Reglarea amplitudinii se face cu helitrimul R13 (rezistență variabilă) montat pe placă sau cu un potențiomtru montat pe panoul frontal.

- **Amplificatorul de putere**, figurat în ANEXA 2, este realizat cu un amplificator operațional și un etaj de putere compus din două tranzistoare complementare, respectiv NPN și PNP, montate pe un radiator. Curentul de polarizare este ajustat cu rezistoarele R4 și R5. Condensatorul C1 blochează componenta de tensiune continuă care ar putea crește foarte mult curentul prin primarul transformatorului ridicător

- **Sursa de alimentare** pentru amplificatorul de putere este figurată în ANEXA 3, care constă din transformatorul de putere, puntea redresoare montată pe radiator și etajul de filtrare. Filtrul de rețea FR1 și varistorul VR1 asigură protecția împotriva perturbațiilor de pe rețea dar și împotriva unor eventuale vârfuri de tensiune. Prin aceste două componente se asigură așa numita CEM, adică Compatibilitate Electro-Magnetică, care de fapt este o protecție bidirecțională, “mă protejez împotriva perturbațiilor externe dar în același timp nu introduc perturbații în rețea”. Întrerupătorul bipolar IB1 este montat pe panoul frontal.

- **Releul de comandă** este acționat de contactul manual situat pe mânerul pistolului de vopsit. Acest releu permite cuplarea pistolului la semnalul electric, deci se activează înalta tensiune. În același timp alt contact al releului permite accesul pulberii de vopsea prin acționarea unui electroventil. După cum se constată prezența înaltei tensiuni este însoțită practic instantaneu de accesul pulberii de vopsea. Din motive de securitate este interzisă tensiunea înaltă la ieșirea pistolului fără prezența pulberii de vopsea. La instalațiile automate de vopsire electrostatică întreruperea accidentală a fluxului de vopsea este sesizată automat concomitent cu întreruperea tensiunii înalte. În cazul vopsirii manuale lipsa prafului de vopsea este sesizată vizual.

- **Mufele de comandă**, în număr de două, asigură respectiv transmiterea comenzii electrice și pneumatice prin intermediul a două cabluri electrice. Primul cablu preia comanda de începere proces de vopsire de la pistol și în același timp transmite semnalul electric la pistol. Cablul al doilea transmite tensiunea de acționare a electroventilului care asigură accesul prafului de vopsea.

În lucrarea principală sunt date listele de componente necesare pentru realizarea blocului de comandă și control.

În figura 4 sunt figurate conexiunile interne ale blocului de comandă și control. Plăcile principale cu circuite sunt următoarele:

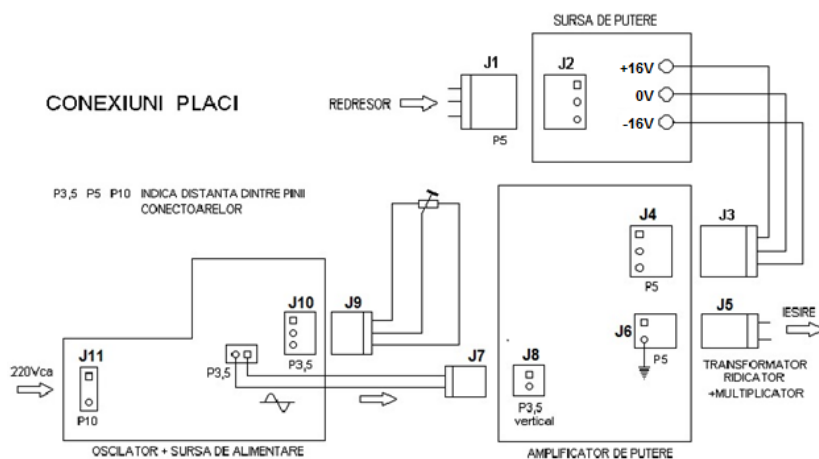


Fig.4. Schema bloc conexiuni interioare

- Placa cu oscilatorul sinusoidal de joasă frecvență. Această placă conține și alimentarea proprie
- Placa cu amplificatorul de putere
- Placa de alimentare de putere.

Cele trei plăci sunt conectate cu ajutorul conecatoarelor bipolare și tripolare ceea ce asigură o structură modulară și o modalitate eficientă de acționare în caz de eventuale defecte.

Componentele din modulul de comandă și control care nu sunt dispuse pe plăcile de circuite sunt date în continuare.

- Tranzistoarele de putere montate pe radiatorul dispus pe panoul spate al modulului de comandă și control

- Puntea redresoare de putere montată pe același radiator
- Transformatorul de putere
- Potențiometrul de reglaj tensiune, dispus pe panoul frontal
- Releul pentru comanda electrică și pneumatică
- Electroventilul pentru aer comprimat, poate fi montat în cutie sau în afară.

În figura 5 sunt reprezentate conexiunile externe ale blocului de comandă. Este reprezentat și releul cu contactele lui, prin aceste contacte se realizează comanda de conectare a semnalului sinusoidal de la amplificatorul de putere spre pistolul de vopsit și comanda de acces a pudrei de vopsea.

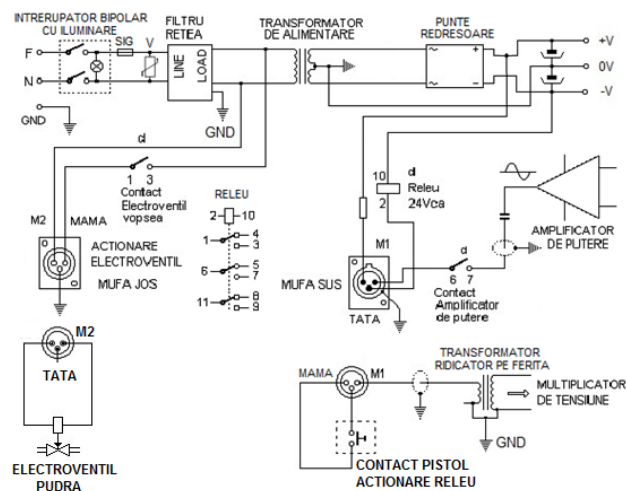


Fig. 5. Conexiunile blocului de comandă

Conexiunile cu exteriorul se realizează cu ajutorul a două mufe, M1 și M2, montate pe panoul spate al modulului de control. Mufa M1 transmite contactul de la pistolul de vopsit spre modulul de comandă și tot prin această mufă se transmite semnalul sinusoidal de 55 kHz spre pistol. Mufa M1 este montată în partea de sus a carcasei metalice. Sub ea este montată mufa M2 care transmite semnalul de acționare a electroventilului pentru vopseaua pudră. În partea stângă a panoului spate sunt montate suportul de siguranță, cablul de alimentare de la rețeaua de 220 Vca și borna de împământare.

În figurile 6 sunt reprezentate respectiv panoul față și panoul spate ale blocului de comandă., aspect al blocului de comandă.

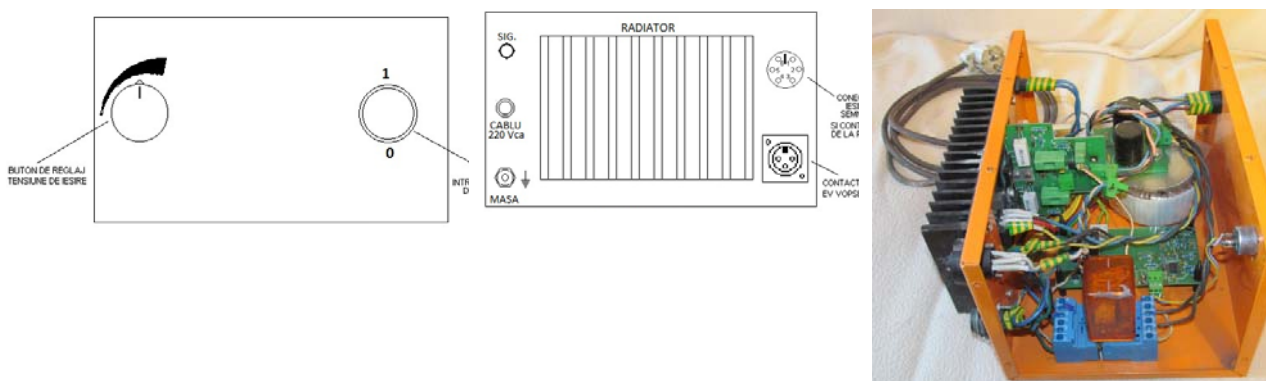


Fig 6. Blocul electronic de comandă

2.2.2. PISTOLUL DE VOPSIRE

Componente:

- Transformator ridicător pe ferită
- Multiplicator de tensiune
- Cablu pentru comandă și semnal
- Furtun pentru cuplare la rezervorul de pudră
- Element pentru comandă electrică (miniîntrerupător)
- Placa împământare min 20 cm²

Aceste elemente sunt asamblate într-o carcasă din material plastic cu formă ergonomică pentru mânerul de susținere.

- **Transformatorul ridicător.** Miezul transformatorului este din ferită având în vedere frecvența ceva mai mare a semnalului electric. S-a ales o secțiune a miezului puțin mai mare decât necesarul de putere pentru a avea carcasa de bobinare mai mare, ceea ce înlesnește o izolare eficientă a straturilor de spire având în vedere tensiunea mare din secundar (1000 – 3000 V_v, adică valoare de vârf). Se bobinează între înfășurările primară și secundară un strat de spire care constituie ecranul. Inceputurile celor trei înfășurări se leagă împreună și se conectează la masă.

- **Multiplicatorul de tensiune** a fost realizat în mai multe variante în figura 7 în construcție proprie sau import.



Fig. 7. Multiplicatoare utilizate

- **Cablul pentru comandă și semnal** cuplează pistolul de vopsit cu modulul electronic de comandă. Prin două fire se transmite semnalul de începere vopsire (pornirea releului), prin alte două fire este cuplat transformatorul la amplificatorul de putere, deci este alimentat cu semnalul sinusoidal de 55 kHz.

- **Furtunul pentru amestec aer-pudră** face conexiunea între sorbul pentru pudră și pistolul de vopsit. Acest furtun este din polietilenă flexibilă cu diametrul interior de 12 mm și grosime perete de 2 mm. La pistol se poate monta și un furtun cu diametrul interior de 4 mm pentru aerul de spălare diuză.

- **Miniîntrerupătorul de comandă începere proces de vopsire** este montat pe mânerul pistolului.

- **Placa de împământare** este montată pe mânerul pistolului, dispusă de ambele părți, cu suprafața minimă de 20 cm², rezistența față de masă nu trebuie să depășească 1 MΩ. Această placă fiind conectată la masa asigură întotdeauna conectarea la masă și a operatorului și astfel se evită orice încărcare electrostatică a acestuia. Ca urmare a acestei cerințe este clar că nu se vor folosi niciodată mănuși de protecție, operatorul va fi în permanență conectat la masă. În figura 8 este reprezentat pistolul de vopsire proiectat și realizat în cadrul Proiectului.



- Diametrul exterior 40 mm
- Lungimea cu diuza 270 mm
- Lățimea cu mâner 170 mm
- Greutate cu cablu 520 g
- Grosimea mânerului 28 mm
- Lățimea mânerului 50 mm
- Înălțimea mânerului 120 mm

Fig. 8. Pistol electrostatic

Pistolul proiectat și realizat ca model experimental în cadrul proiectului răspunde cerințelor privind depunerea electrostatică a vopselelor pudră atât pe suprafețe metalice cât și pe suprafețe din MDF.

S-a căutat o variantă deosebit de simplă privind învelișul exterior care izolează practic partea de înaltă tensiune.

Carcasa de protecție este o țevă din masă plastică cu diametrul de 40 mm și lungime de 250 mm. În interiorul acesteia se montează multiplicatorul de înaltă tensiune, transformatorul ridicător de tensiune și o altă țevă din masă plastică cu diametrul de 13 mm prin care este dirijată pudra către duza de pulverizare. În interiorul țevii de plastic cu diametrul de 13 mm, la aproximativ 120 mm de ieșire este montat un cablu lițat care face conexiunea electrică între multiplicatorul de tensiune și acul de ionizare din centrul duzei. Țeava de 13 mm este curbată la un unghi de 110 grade și se prelungește cu 140 mm prin mânerul de susținere al pistolului.

Mânerul are o construcție simplă, este din material plastic format din două semicarcase, prin care trece țeava pentru pudră și în care este montat miniîntrerupătorul de comandă și conexiunea pentru alimentarea transformatorului ridicător de tensiune.

Tot pe mâner sunt montate și două plăcuțe metalice conectate la masă prin care operatorul, conform normativelor de protecția muncii, este conectat la centura de împământare a instalației.

Diuza de pulverizare este montată prin presare în capătul țevii de 40 mm, diuza conține fanta prin care iese acul central de ionizare.

Pistolul are o greutate de 520 grame cu cablul de comandă și alimentare cu lungime de 5 m, fără furtunul de alimentare cu pudră.

Furtunul pentru pudră se conectează prin presare în țeava de 13 mm iar cablul de comandă și alimentare se conectează printr-o mufă cu patru pini la mufa montată pe maner.

Caracteristici tehnice:

Cablul de alimentare este cu patru fire, secțiune 0,75 mm fiecare. Două fire (gri și negru) sunt pentru comanda de la miniîntrerupător, un fir (verde-galben) pentru conectare la masă a mânerului, a transformatorului și a aripei de masă a multiplicatorului de înaltă tensiune și firul maro conectează semnalul de la generatorul de frecvență cu înfășurarea primară a transformatorului ridicător.

Pistolul este foarte ușor de manevrat și foarte ușor de depanat, se poate schimba ușor multiplicatorul de înaltă tensiune și transformatorul ridicător dacă este cazul. Costurile pentru realizarea lui sunt mai mult decât acceptabile.



Fig. 9. Blocul electronic de comandă fizic realizat

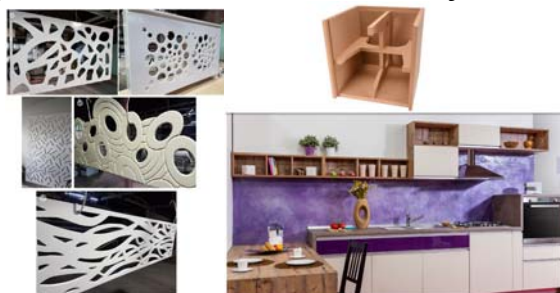


Fig. 10. Repere MDF vopsite electrostatic cu tehnologia elaborată în cadrul proiectul

3. Gradul de realizare a rezultatelor estimate în ofertă.

Prin Proiect și în conformitate cu obiectivele sale s-au realizat:

- O tehnologie de depunere a pulberilor electrostatice
- Proiectul unui echipament de vopsire electrostatică
- *Suplimentar celor angajate în Proiect, cu sprijinul Beneficiarului interesat să aplice tehnologia, s-a realizat un model experimental de echipament cu care să se verifice fazele componente ale tehnologiei*
- S- a dovedit că utilizarea unei frecvențe de 55 kHz față de frecvența utilizată în alte instalații și care prin redresarea realizată de cascada de multiplicare, asigură o mai bună încărcare a particulelor și o excepțională depunere a acestora pe suprafața de vopsit.

O comparație între tehnologia de vopsire clasică și cea electrostatică:

TEHNOLOGIE / CARACTERISTICI	VOPSIREA CLASICA	VOPSIREA ELECTROSTATICA
Manopera	Pregătirea suprafețelor, grunduire Uscare minim 5 ore pe o față Șlefuire grund și desprăfuire Aplicare strat vopsea Uscare minim 5 ore pe o față Control înlăturare defecte Aplicare alt strat de vopsea Uscare Aplicare lac protector Uscare	Pregătirea suprafețelor, grunduire Uscare 15 minute la 120 °C Șlefuire dacă este cazul Aplicare strat pudră, 5 minute / m ² Polimerizare maxim 15 minute la 140-160 °C Extragere din cuptor și răcire
Consumuri de materiale	Hârtie abrazivă granulație 180-400 Grund 120-140 g / m ² Strat vopsea 110-130 g / m ²	Hârtie abrazivă granulație 180-400 Grund 120-140 g / m ² Pudră 110-120 g / m ²
Grosime strat vopsea	20-30 μm	40-50 μm
Calitate	Grosimi neomogene, aglomerari de materiale	Straturi uniforme, pelicule cu rezistența superioară
Spații și dotări aferente	Incintă cu ventilație pentru șlefuire Incintă cu ventilație pentru aplicare grund și eventual cu uscare Incintă cu ventilație pentru aplicare vopsea și eventual cu uscare Pistoale de vopsire performante racordate la pompe de vopsea	Incintă cu ventilație pentru șlefuire Incintă cu ventilație pentru aplicare grund și uscare în cuptor Cabină pentru aplicare pudră Echipament electrostatic pentru depunere pudră Polimerizare în același cuptor
Cost estimat pe m²	60-80 EURO	30-40 EURO
Grund	Inlocuire grund poluant	Inlocuire grund semiconductor, diluabil în apă, nepoluant

4. Raportare indicatorii de stare.

- Proiectul și-a îndeplinit obiectivele, realizând în plus cu sprijinul beneficiarului și un model experimental cu care s-au făcut verificări ale tehnologiei.

- S-au derulat programe comune de testări ceea ce a permis ca într-un timp relativ scurt acordat Proiectului -5 luni- să se realizeze un volum mare de proiectare și verificări tehnologice.
- Se va continua colaborarea cu Firma pentru generalizarea Proiectului și tehnologiei precum și posibile generalizări ale tehnologiei.
- S-au realizat livrabilele de la punctul anterior.