

VOPSIREA SUPRAFEȚELOR COMPLEXE CU AJUTORUL TEHNOLOGIEI ROBOTIZATE

Studenți: MEREANU Alin-Constantin¹, COMAN Ionuț-Bogdan²
Facultatea:IMST, Specializarea:MIIV, Anul de studii: I, e-mail: mereanu_jr@yahoo.com

Conducător științific: **S.I. dr. ing. Laurențiu POPA**

REZUMAT: Construirea unei stații de vopsire automată a suprafețelor complexe este necesară pentru a distribui un strat de vopsea uniform pe suprafețele unei piese complexe din domeniul autovehiculelor (aripă, ușă, capotă) și totodată aducând diverse avantaje.

Pentru această construcție este nevoie de un banc de lucru mobil (minim 2 axe de rotație) un scanner 3D care va fi montat pe un robot ce se poate mișca pe 6 axe, având posibilitatea de a scana în totalitate suprafețele piesei de vopsit, iar un alt robot va avea în dotare un pistol de vopsit și o cabină de vopsit care are în dotare un sistem de ventilație, un sistem de filtrare al vaporilor de vopsea, un sistem de control al umidității și al temperaturii aerului. Totodată, este nevoie de un software care va face legătura între suprafața scanată și pistolul de vopsit. Vor fi controlate presiunea pistolului, distanța dintre suprafața de vopsit și pistol și aria de pulverizare a pistolului.

CUVINTE CHEIE: vopsire, roboți, pulverizare, compresor.

1. Introducere

În momentul de față, pentru a vopsi componente diferite se utilizează metoda clasică de vopsire prin pulverizarea jetului de vopsea. Este o operațiune executată manual de către un operator uman care lucrează într-un mediu toxic. Vopsirea robotizată este întâlnită în uzine, ea fiind folosită pentru a vopsi același tip de piesă în mod repetitiv pentru un anumit număr de piese.

Proiectul urmărește o metodă de a vopsi componente diferite, renunțând la metoda clasică, utilizând în locul acesteia un robot pentru vopsire.

Pentru a implementa sistemul, este necesar să se ia în calcul următoarele aspecte:

- Analiza procesului de vopsire;
- Controlul mediului în care se lucrează;
- Construcția elementului de legătură (interfața software) între suprafața scanată și suprafața piesei ce urmează a fi vopsită;

Se va urmări creșterea productivității, a profitului și calitatea procesului de vopsire.

2. Componentele necesare proiectului

2.1 Cabina de vopsit Milibar



Fig.1 – Cabina de vopsit Milibar[1]

Specificații:

- Lungime: 7m
- Lățime: 4m
- Înălțime: 3.5m
- Grosime pereți: 40mm

Corpul cabinei este realizat din pereți cu grosimea de 40mm, reasamblați, tip mama-tata, care se îmbina, având doua foi de otel, albe pe interior si exterior si izolație din poliuretan ignifuga si termo-acustica.

Tavanul este prevăzut cu elemente pentru iluminare, dispuse de-a lungul tavanului filtrant, constând din opt elemente (cate 4 pe fiecare parte) amplasate la un unghi de 45°, respectiv 32 de tuburi de neon trifosfor cu eficienta crescuta, a 58W, seria XL, cu iluminare de zi, IRC85, in total 1856W.

Instrumente si dispozitive de siguranță:

- Un manometru cu scala colorata pentru indicarea presiunii din interiorul cabinei.
- O electro-valvă pentru comanda aerului comprimat.
- Un termostat de siguranță pentru resetare manuală.
- Un comutator pentru presiune minimă.
- Un comutator pentru presiune maximă.
- Un comutator pentru controlul debitului de aer.
- O alarmă acustică, amplasată pe panoul de comandă.
- Un set pentru iluminarea de urgență, cu alarmă vizuală.
- Două plăcuțe indicatoare din aluminiu pentru semnalizarea ieșirii de urgență.
- Două dispozitive pentru închiderea ușii de serviciu.

2.2 Compresor cu piston Hertz model HPC S7

Are blocul de compresie supradimensionat, de înaltă calitate, bloc de fontă, indicator de nivel ulei, orificii de umplere ulei și de golire.

Cilindrii și capetele din oțel special sunt precis executate, asigurând o funcționare ușoară, fără supraîncălzirea blocului de compresie.

HPC S1-S10 compresoare cu piston cu o singura treapta

Model compresor-piston	Presiune [bar]	Debit de aer refulat [L/min]	Putere motor [kW]	Alimentare [V]	Capacitate rezervor aer [litri]	Latime [mm]	Lungime [mm]	Inaltime [mm]	Greutate
HPC S7	8	1013	5.5	400/50/3	500	680	1950	1300	303
HPC S10	8	1657	7.5	400/50/3	500	680	1950	1400	373

* Specificatiile tehnice pot fi modificate fara notificare;

Fig.2 – Specificații compresor [2]



Fig.3 – Model CAD compresor

2.3 Robot industrial ABB IRB5400 folosit pentru vopsire



Fig.4 – Robot industrial ABB IRB5400[3]

Specificații:

- nr. axe comandate numeric: 6
- Tip montare: podea/deplasabil la sol
- Sarcina portantă: 25kg
- Repetabilitate: 0.15 mm
- Acuratețe traiectorie: ± 3.0 mm

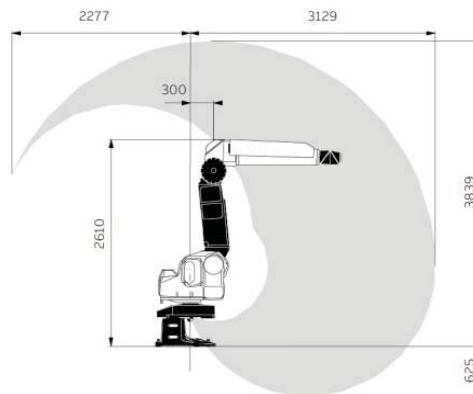


Fig.5 – Dimensiunile spațiului de lucru[3]



Fig.6 – Modelul CAD al robotului de vopsire

2.4 Robot industrial Staubli TX200 pentru scanarea suprafețelor

Specificații:

- Nr. axe comandate numeric: 6;
- Tip montare: podea/deplasabil la sol;
- Sarcina portantă: 100kg;
- Întindere maximă: 2194mm;
- Repetabilitate: ± 0.06 mm.



Fig.7- Robot industrial Staubli TX200[4]



Fig.8- Modelul CAD al robotului care scanează

2.5 Scanner 3D NaviSCAN



Fig.9 – Scanner 3D Naviscan[5]

Este utilizat pentru digitalizarea pieselor complexe in scopul realizării procesului de vopsire

naviSCAN ^{3D}				
Field of view (variable)	1 m	2 m	4 m	7 m
Accuracy ^{(1) global}	0.05 mm	0.09 mm	0.17 mm	0.30 mm
Power supply	AC 100 - 260 V, 47 - 63 Hz			

Fig.10 – Specificații scanner[5]

2.6 Sistem perirobotic ABB IRBP B-250



Fig.11 – Sistem perirobotic ABB IRBP B-20[6]

Specificații:

- Repetabilitate: ± 0.1 mm;
- Timp rotație la bază: 3,3s - 4,2s;
- Sarcina portantă: 250kg;
- Cuplu: 350Nm;
- Viteza maximă: 30rpm.

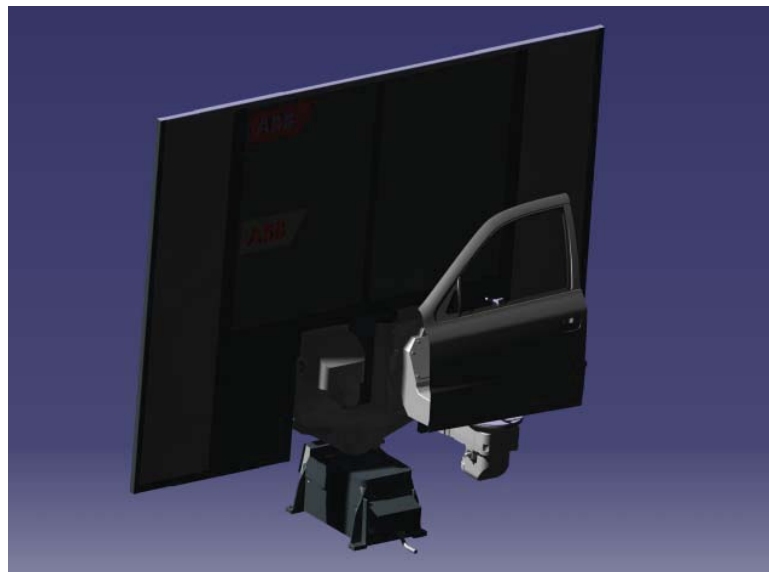


Fig.12 – Modelul CAD al sistemului perirobotic

3. Modelarea celulei

Modelarea celulei s-a realizat în softul CATIA punându-se cap la cap toate componentele menționate mai sus. Pentru a putea prinde piesa pe sistemul perirobotic, a fost creat un stativ universal de prindere compus din tije metalice pentru a putea fixa pentru vopsire o gamă largă de piese. Tijele se pot regla în funcție de tipologia piesei aducând un plus de flexibilitate.



Fig.13 – Sistemul de prindere

Ca funcționalitate sistemul lucrează în felul următor:

- Operatorul fixează piesa pe sistemul de prindere (operatorul poate avea un stand compatibil cu sistemul de prindere unde va putea pregăti suprafața pentru vopsit)
- Piesa intră în sistem cu ajutorul unui operator uman care o fixează pe sistemul perirobotic cu ajutorul sistemului de prindere
- După ieșirea operatorului din celulă, robotul industrial Staubli începe scanarea piesei (se poate scana atât suprafața exterioară cât și suprafața interioară dacă se dorește vopsirea acesteia în același proces)
- După ce este scanată piesa, sistemul perirobotic se rotește cu 180 de grade și piesa ajunge în cabina de vopsit
- În spațiul liber al sistemului perirobotic, operatorul uman pune o altă piesă care este scanată de scannerul montat pe robotul Staubli.
- După ce se vopsește piesa sistemul perirobotic se rotește din nou cu 180 de grade, piesa deja vopsită iese din cabina de vopsit, iar piesa scanată va intra în cabina de vopsit. Un operator uman preia piesa vopsită și apoi punând o altă piesă ce urmează a fi introdusă în sistem.

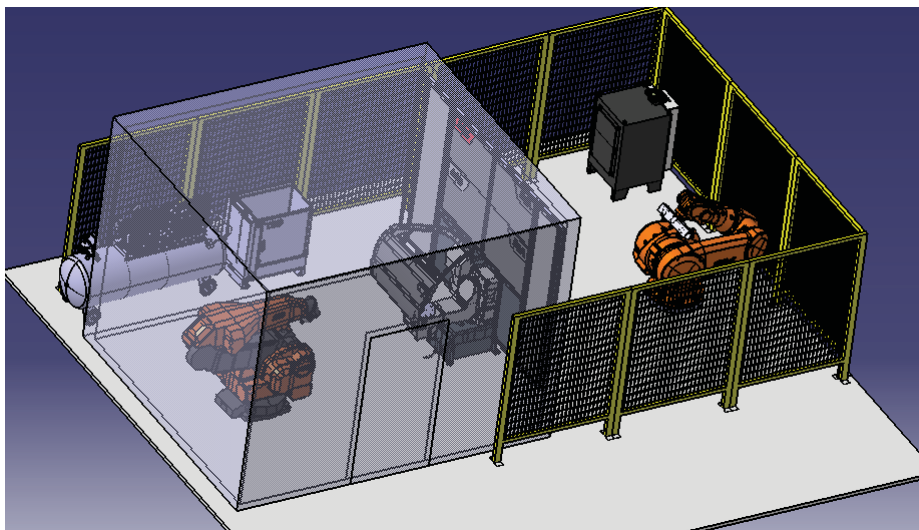


Fig.14 – Sistemul modelat în CATIA

Acest proces este unul ciclic și permite vopsirea și scanarea piesei în același timp.

4. Avantaje și dezavantaje

Avantaje:

- calitatea mai ridicată a suprafețelor vopsite;
- variația mai mică a stratului de vopsea;
- posibilitatea vopsirii unei cantități mai mari de piese într-o unitate de timp;
- eliminarea operatorilor umani (care erau nevoiți să lucreze într-un mediu toxic);
- pierderile mult mai mici de vopsea.

Dezavantaje:

- costul inițial ridicat;
- necesitatea unui spațiu mai mare;
- necesitatea unei persoane specializate pentru întreținerea sistemului.

5. Diferențe între vopsirea manuală și vopsirea robotizată

Vopsire manuală:

- jet liniar;
- jetul nu este tangent la suprafață

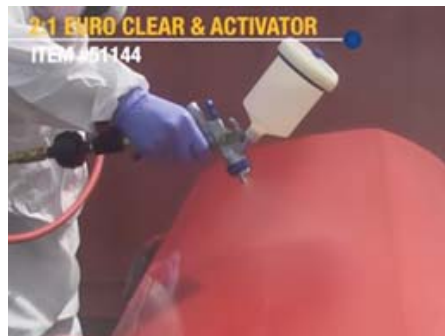


Fig.15 – Jet de vopsea liniar[7]

Jetul de vopsea liniar permite vopsirea în două sensuri, pe o singură axă (Ex: de la stânga la dreapta sau de la dreapta la stânga). Dacă se dorește schimbarea sensului de vopsire, operatorul trebuie să recalibreze pistolul.

Pentru operator este aproape imposibil să mențină jetul de vopsea tangent la suprafață.

Vopsire robotizată:

- jet circular tangent la suprafață;



Fig.16 – Jet de vopsea circular[8]

Jetul circular, permite deplasarea duzei de vopsit pe toate axele ce aparțin unui plan. Schimbarea planului de vopsit se realizează prin mișcarea robotului pe celelalte axe.

Totodată este important ca jetul circular să fie tangent la suprafața de vopsit.

6. Analiza procesului clasic de vopsire

În modul clasic, un operator poate introduce în cabina de vopsit maxim 8 piese. Procesul de vopsire se realizează aplicând două straturi de vopsea pentru fiecare piesă în parte.

După aplicarea primului strat de vopsea temperatura în cabina de vopsit este ridicată la 50°C pentru o perioadă de 10 minute/piesă. Timpul în care temperatura în cabina de vopsit ajunge de la 30°C la 50°C este de aproximativ 20 minute, iar timpul în care temperatura ajunge de la 50°C la 30°C astfel încât operatorul să intre în cabina de vopsit, este de aproximativ 30 de minute rezultând o diferență de aproximativ o oră între aplicarea celor două straturi de vopsea. Dacă temperatura este ridicată la o valoare mai mare, timpul de menținere în cabina de vopsit scade, exemplu: pentru o temperatură de 70°C timpul de menținere în cabină scade la 7 minute/ piesă, dezavantajul fiind acela ca pentru operatorul să poată intra în cabina de vopsit, temperatura trebuie să fie mai mică de 30°C, iar timpul de răcire este de aproximativ o oră.

Având în vedere că o cabină de vopsit are o capacitate maximă de aproximativ 8 piese, acestea se pot vopsi în același timp. Totodată acestea trebuie să stea o perioadă mai lungă de timp la o temperatură de 50°C după aplicarea primului strat de vopsea (aproximativ 60 de minute), rezultând o perioadă mai lungă de timp pentru răcirea aerului din cabina de vopsit. Cabina de vopsit are o capacitate maximă de 8 piese luând în calcul că toate piesele au aceeași culoare.

Corelând aceste date, pentru o tură de 8 ore se pot vopsi în medie 8 piese.

7. Analiza impactului economic

Are rolul de a estima un cost și un profit în urma implementării proiectului. Pentru vopsirea unei piese prețul este de aproximativ 100 Euro

Pentru vopsirea unei piese în modul clasic sunt specificate următoarele costuri:

- TVA 20 euro;
- cost vopsea ~ 10 euro;
- cost energie electrică + mentenanță sistem 10 euro;
- cost resurse umane 5 euro;
- cost întreținere firmă ~ 5 euro;
- profit 50 euro/piesă;

Având în vedere că în general se lucrează într-o singură tură de 8 ore, iar un operator poate vopsi în medie 8 piese/tură rezultă un profit aproximativ de 400 euro;

Având în vedere că temperatura în cabina de vopsit a sistemului proiectat este menținută constant la o valoare de 60°C, ce permite vopsirea optimă a suprafeței, timpul de uscare a vopselei între cele două straturi fiind de aproximativ 8 minute, iar timpul de aplicare al unui strat de vopsea este de maxim 2 minute rezultă un timp total de vopsire de maxim 12 minute

După implementarea sistemului, acesta va avea capacitatea de a vopsi minim 31 de piese/tură și rezultă următoarele costuri/piesă:

- TVA 20 euro;
- cost vopsea~ 10 euro;
- cost energie electrică + mentenanță sistem~20 euro;
- cost resurse umane ~ 2.5 euro;
- profit 47.5 euro/piesa

Total pentru o tură de 8 ore rezultă un profit maxim de 1472.5 euro.

Comparând cele două procese, observăm că avem un profit cu aproximativ 350% mai mare pentru sistemul prezentat în proiect.

8. Concluzii

În urma implementării proiectului timpul de vopsire al unei piese se reduce de la o oră până la 12 minute, crescând astfel numărul de piese vopsite la aproximativ 400%.

Calitatea procesului de vopsire va crește considerabil.



Fig.17 – Proces de vopsire clasic[7]

Stratul de vopsea nu este uniform distribuit, suprafața vopsită are o structură granulată.



Fig.18 – Proces de vopsire robotizată[9]

Stratul fiind uniform distribuit tangent pe toată suprafața, prezintă o granulație fină, oferind un aspect lucios suprafeței vopsite.

Impactul estimat ca urmare a derulării proiectului este pe mai multe planuri:

- **pe plan ecologic**, implementând această tehnologie poluarea mediului se poate diminua cu pana la 30%, deoarece vor exista pierderi foarte mici de vopsea.
- **pe plan social** prin implementarea acestui sistem se renunță la desfășurarea activității operatorilor umani într-un mediu toxic aceștia fiind înlocuiți cu operatori ce trebuie să supravegheze buna funcționare și mentenanța sistemului creând noi locuri de muncă pentru persoane calificate.
- **pe plan economic** se estimează un profit de până la 400% (fără a lua în calcul amortizarea investiției) datorită optimizării timpului de vopsire și reducerii rebuturilor

9. Bibliografie

- [1]. <http://euroquip.ro/cabina-de-vopsit/>
- [2]. <http://www.hertz-kompressoren.ro/produse/pistonhpc.htm>
- [3]. <http://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-5400>
- [4]. <https://www.staubli.com/en/robotics/product-range/6-axis-scara-picker-industrial-robots/6-axis-robots/tx200/>
- [5]. <http://www.eotech-sa.com/3D-Digitisation/Systems/naviSCAN/Products/t2/r1/i43>
- [6]. <http://new.abb.com/products/robotics/application-equipment-and-accessories/workpiece-positioners/irbp-b>
- [7]. <https://www.youtube.com/watch?v=Lw0ObOdWnRE>
- [8]. <https://www.youtube.com/watch?v=x71s5kg1HoM>
- [9]. <https://www.youtube.com/watch?v=sUqKUbmOr0>