

OFF-LINE PROGRAMMING AND SIMULATION OF A ROBOTIC DEBURRING CELL USING PROCESS SIMULATE

Necsulescu Robert Emanuel

Facultatea: IIR, Specializarea: Robotica, Anul de studii: 1 Master, e-mail: robertemanuel_necsulescu@yahoo.com
Conducător științific: Conf. dr. ing. **Adrian Nicolescu**

In this paper we aim to make a fully automated cell for deburring an aluminum housing.

CUVINTE CHEIE: robot, celula, debavurare.

1. Introducere

Titlul, “**Introducere**”, (Times New Roman 12 puncte, bold, justificat, litere mici, numerotat).

Lucrarea va conține o *Introducere* în care vor fi prezentate aspectele generale legate de subiectul lucrării, obiectivele urmărite și modalitatea prin care au fost atinse (Font: Times New Roman, 11 puncte, Normal, Justificat).

Debavurarea este operația de eliminare a bavurilor de pe semifabricatele rezultate din turnare, matrițare, laminare, etc, prin operații de așchiere. Celula robotizată este concepută pentru debavurarea coplet automatizată a unei carcase din aluminiu obținută prin turnare în formă temporară din nisip.

Masa semifabricatului este de 12 kg. Dimensiunile de gabarit ale carcasei sunt prezentate în imaginile de mai jos.

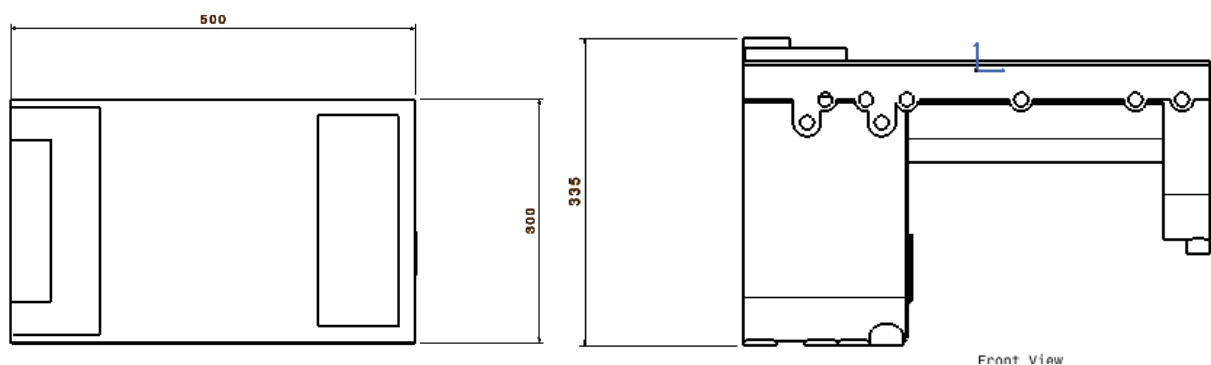


Fig. 1. Dimensiunile de gabarit ale carcasei

Maselotele și bavurile de pe conturul exterior al semifabricatelor sunt înlăturate cu ajutorul unui fierăstrău cu bandă iar bavurile de pe contururile mai complicate sau din locurile greu accesibile sunt eliminate cu ajutorul mașinilor de frezat. Retușările sunt executate cu un flex cu piatră de polizat și o mașină de rectificat cu bandă.

Mașinile de frezat sunt în număr de trei și fiecare din ele au o freză specifică în funcție de dificultatea operației de debavurare.

Rolul funcțional major al robotului este acela de a prelua carcasa și de a o prelucra pe rând la celelalte mașini din cadrul aplicației. Efectorul robotului este echipat cu senzori de proximitate care indică poziția de preluare, luând în considerare golurile de material din carcasă. După ce robotul preia reperul, dă semnal celorlalte mașini să pornească pe rând, în ordinea efectuării operațiilor de prelucrare. Ordinea în care se face prelucrarea este următoarea:

1. Fierăstrău cu bandă – la aceasta masina se taie maselotele rezultate din turnare.

Fierăstrău Cu Bandă SO 1650	
Cod: SO 1650 Categorie: Italia	
Fierăstrău cu Bandă SO 1650	
Lungimea lamei	1650 mm
Motor	900 giri - 1 Hp
Scripete	210 mm
Suprafata de lucru	400 x 400 mm
Greutate neta	36 Kg
Dimensiuni	720 x 570 1150 mm
Greutate bruta	51 Kg

DIMENSIUNI	
	mm
A	470 mm
B	520 mm
C	600 mm
D	900 mm
E	880 mm
F	235 mm
G	200 mm

Fig. 4. Fierăstrău cu bandă SO 1650.

Fierăstrău cu Bandă SO 1650
Image 4 of 5

Fig. 5. Fierăstrău cu bandă vedere laterală.

2. Scule cu antrenare proprie – sunt în număr de trei, fiecare folosește o freza diferită în funcție de dificultatea prelucrării. Funcția majoră a acestora este de a elimina bavurile rezultate din planele de separație și din golurile piesei.

	<p>1. Warranty period: bearings for half year, other parts for one year. 2. Waterproof, dustproof, anti-aging.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Type</td> <td>GDF120*102-4.5</td> </tr> <tr> <td>Current</td> <td>14A</td> </tr> <tr> <td>Voltage</td> <td>380V/220V</td> </tr> <tr> <td>Speed</td> <td>18000rpm</td> </tr> <tr> <td>Power</td> <td>4.5KW</td> </tr> <tr> <td>Frequency</td> <td>300HZ</td> </tr> <tr> <td>Cool</td> <td>By Air</td> </tr> <tr> <td>Shaft connection</td> <td>ER32</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>13KG</td> </tr> </tbody> </table>	Type	GDF120*102-4.5	Current	14A	Voltage	380V/220V	Speed	18000rpm	Power	4.5KW	Frequency	300HZ	Cool	By Air	Shaft connection	ER32	Weight	13KG
Type	GDF120*102-4.5																		
Current	14A																		
Voltage	380V/220V																		
Speed	18000rpm																		
Power	4.5KW																		
Frequency	300HZ																		
Cool	By Air																		
Shaft connection	ER32																		
Weight	13KG																		

Fig. 6. Mașină pentru aşchiat ATI RC-340.

Fig. 7. Mașină pentru aşchiat ATI RC-340 - specificații tehnice.

Fig. 8. Mașină pentru aşchiat GDF 120*120-4.5.

Fig. 9. Mașină pentru aşchiat GDF 120*120-4.5 - specificații tehnice .




Fig. 10. Mașină pentru aşchiat TECH.

Product Specification

Brand	TECH
Phase	12-48VDC
Motor Voltage	12-48VDC
Application	DRILLING, ENGRAVING
Power	300-500WATT
Size	170MM
Speed	12000RPM
Diameter	52
Minimum Order Quantity	10 Unit

Fig. 11. Mașină pentru aşchiat TECH - specificații tehnice.

3. Polizor – retușează suprafețele prelucrate anterior.




Fig. 12. Flex bosh 1375 A.

1375A

Specifications

Attributes	
Amperage	6.0
Cut-off Disc	4-1/2"
Length	10.5"
No Load RPM	11,000
Rating	120V AC
Spindle Thread	5/8 -11 UNC
Voltage	120V
Weight	3.75lb
Wheel Diameter	4-1/2"
Includes	(1) 4-1/2 In. Angle Grinder, (1) Grinding Wheel Guard, (1) Auxiliary Handle, (1) Inner (Clamping) Flange, (1) Outer (Round Nut) Flange, (1) Spanner Wrench, (1) 4-1/2 In. Abrasive Grinding Wheel

Fig. 13. Flex bosh 1375 A - specificații tehnice.

4. Mașină de rectificat - retușează suprafețele prelucrate anterior.



Fig. 14. Masina de rectificat.

După terminarea procesului, robotul pune carcasa pe conveiorul de ieșire și da un semnal că acesta să pornească și să o scoată din celulă.

Analiza comparativa a mediilor de lucru in care se realizeaza programarea - simularea off-line a celulei robotizate:

ABB Robot Studio:

Software-ul ABB RobotStudio de simulare și programare offline, permite programarea robotului pe un computer din birou, fără a opri producția.

RobotStudio oferă instrumentele pentru a crește rentabilitatea sistemului robotizat permițând efectuarea de sarcini precum antrenament, programare și optimizare fără a deranja producția.

Aceasta oferă numeroase avantaje, inclusiv:

- Reducerea riscurilor;
- Lansare rapida;
- Schimbari rapide;
- Productivitate crescuta.

RobotStudio este construit pe ABB VirtualController, o copie exactă a software-ului real care rulează roboții în producție. Acest lucru permite realizarea de simulări foarte realiste, folosind programe robotice reale și fișiere de configurare identice cu cele utilizate pe podeaua magazinului.

Avantaje:

- Sepoate folosi intr-o gama larga de aplicatii;
- Targeturile si traectoriile sunt foarte simplu si rapid de definit;
- Contine o librerie cu o gama variata de roboti ABB si sisteme perirobotice;
- Se poate defini orice tip de semnal;

- Genereaza linii de cod in timp ce lucrezi la aplicatie, ceea ce iti permite sa vezi foarte usor ce se va intampla in timpul rularii aplicatiei din punct de vedere a miscarilor.
- Detecteaza coliziunile din cadrul aplicatiei virtuale.

Dezavantaje:

- Nu se pot introduce sisteme de vedere artificiala si nu se poate vizualiza virtual un astfel de sistem;
- Nu genereaza cod pentru sisteme de vedere artificiala;
- Nu se pot amplasa senzori in celula robotizata virtuala;
- Nu se poate vizualiza spatial in care un senzor actioneaza si modul in care acesta sesizeaza ceva.

FANUC Roboguide

FANUC ROBOGUIDE este un simulator de roboți care simulează atât mișcarea roboților cât și comenzile din aplicație, reducând semnificativ timpul necesar pentru a crea configurații de mișcare noi. Pentru un impact minim asupra producției, celulele pot fi proiectate, testate și modificate în totalitate offline. Pentru a reduce timpul de modelare 3-D, modelele componentelor pot fi importate de pe un PC în format de date CAD. Librăria extinsă din software-ul de simulație a roboților permite utilizatorilor să selecteze și să modifice componentele și dimensiunile în funcție de preferințele proprii. Datorită conceptului său intuitiv și extrem de ușor de utilizat, ROBOGUIDE necesită o instruire prealabilă nesemnificativă. De asemenea, poate fi prevăzut cu instrumente dedicate pentru aplicații specifice.

Avantaje:

- Complex, poate fi utilizat la o gama larga de aplicatii, inclusive cele ce implica vedere artificiala.
- Flexibil;
- Are o librerie diversificata din care poti folosi o gama larga de senzori, obiecte, roboti, sisteme perirobotice, camere de vedere artificiala;
- Poti modela obiectele cu usurinta dupa necesitate;
- Simuleaza bine procesul si este foarte asemanator cu ceea ce se intampla in realitate.
- Poti scrie codul de miscare al robotului si vizualiza rapid rezultatul programarii.
- Genereaza codul pentru conectarea in retea cu alte dispozitive cum ar fi camere de vedere artificiala.

Dezavantaje:

- Interfata veche si nu foarte prietenoasa;
- Targeturile nu se definesc foarte rapid si usor;
- Generarea codului pentru formarea traectoriilor nu este foarte rapida.

Process Simulate

Process Simulate este o soluție de fabricație digitală pentru verificarea proceselor de fabricație într-un mediu 3D. Process Simulate este un factor important pentru a putea trece pe piață, permițând organizațiilor producătoare să valideze virtual conceptele de producție în prealabil - de-a lungul ciclului de viață al noilor introduceri de produse. Capacitatea de a folosi datele 3D ale produselor și resurselor facilitează validarea virtuală, optimizarea și punerea în funcțiune a proceselor de fabricație complexe, ceea ce duce la o lansare mai rapidă și o calitate mai mare a producției.

Avantaje:

- Poti simula diferite procese cum ar fi: lucrari de catre operatori umani, procese de sudura, procese de vopsire, procese de fabricatie, procese de taieri cu laser, in acelasi mediu astfel obtinanduse o vedre de ansamblu al intregului lant de productie;
- Are un modul de process de asamblare prin care se poate analiza timpzii de productie, sculele si uneltele cele mai potrivite pntru un anumit proces si detectie de coliziuni;
- Are un modul de simulare a operatiunilor ce implica operatori umani pentru a asigura un mediu de lucru sigur si a optimiza timpzii de manipulare a pieselor sau timpzii de lucru.
- Are un modul de sudare in puncte pentru a se putea analiza procesele complexe de sudare in puncte ce implica mai multi roboti. Acest modul distribuie sarcinile de lucru intre roboti in asa fel incat sa se obtina cel mai scurt timp de executie. Totodata calculeaza uzura efectorilor si foloseste acest criteriu pentru a aseza schimbul de efectori in cadrul unor timpzi morti.
- Are un modul de proiectare a celulelor robotice prin care se pot realiza procese cu mai multi roboti. In acest modul programul poate determina traectoriile robotilor in asa fel incat sa se obtina timpzii cei mai scurti fara coliziuni intre roboti.

Dezavantaje:

- Este un program complex ce necesita pregatire in prealabil.

Robcad

Software-ul Tecnomatix Robcad face posibila proiectarea, simularea, optimizarea, analiza și programarea offline a mai multor dispozitive robotice si a proceselor de fabricatie automate in contextul productivitatii si a managementului resurselor de productie. Oferă o platformă tehnică pentru optimizarea proceselor și calcularea timpilor de ciclu. Cu Robcad poti proiecta machetele complete a celulelor robotizate si de fabricatie automatizata.

Avantaje:

- Are un mediu de modelare CAD prin care poti crea obiecte noi sau poti configura roboti care nu sunt integrati in biblioteca programului;
- Se pot planifica traectorii si analiza timpzii de executie;
- Detecteaza coliziuni;
- Programul are 50 interfete standard ce reprezinta peste 200 tipuri de controlere. Aceasta facilitate permite programarea off-line pentru majoritatea tipurilor de roboti industriali;
- Poate genera traectorii fara coliziuni intr-un spatiu aglomerat;

- Are module speciale pentru sudare in puncte, sudare cu arc electric si vopsire.
- Se poate face conversia in Process Simulate.

Dezavantaje:

- Nu contine module complexe de simulare de proces;
- Este dedicat doar aplicatiilor robotizate.

RoboDK

RoboDK este un program de programare offline a robotilor industriali. Se poate folosii pentru numeroase aplicatii cum ar fi: aplicatii de sudura, vopsire, CNC, paletizare etc..

Avantaje:

- Se poate folosi pentru programarea robotilor in procese de prelucrare cu scule cu antrenare proprie. Programarea se face asemanator cu cea pentru masinile de prelucrat cu comanda numerica in 5 axe.
- Programarea off-line se poate realiza pentru roboti fabricati de peste 30 de firme producatoare de roboti.
- Libraria contine o gama larga de roboti industriali.
- Contine programme de calibrare a robotilor pentru obtinerea de precizii ridicate.

Dezavantaje:

- Nu se pot simula procese foarte mari si complexe ce implica un numar mare de roboti.

2. Stadiul actual

Celula se afla in stadiul actual asamblata CAD la care am adaugat o simulare in DMU kinematics in Catia. In viitor urmaresc sa realizez simularea intrun mediu de programare si simulare off-line complex.

Luand in considerare analiza de mai sus, cel mai potrivit program pentru realizarea lucrarii de disertatie este Process Simulate, deoarece se pot simula procese complexe ce implica si actiunea operatorilor umani. Lucrarea mea de dizertatie este conceputa pentru o celula robotizata de debavurare care cuprinde operatiuni cum ar fi alimentarea celulei robotizate cu semifabricate si evacuarea deseurilor rezultate din procesele de debavurare, acestea fiind efectuate de operatori umani. In Process Simulate se pot efectua programe ce include masuri de siguranta pentru operatorii umani datorita complexitatii lui. Acelasi lucru nu s-ar putea face la fel de bine si rapid in celelalte programe. Cel mai apropiat program ca si complexitate este Robcad si Fanuc Robotguide, insa primul este dedicat numai aplicatiilor robotizate si nu cuprinde si

alte procese ce depind de actiunea operatorilor umani, iar cel de-al doilea este dedicat robotilor Fanuc, ceea ce nu coincide cu marca de robot existenta in celula mea si anume ABB.

3. Concluzii

Conform celor prezentate mai sus, celula robotizata are toate componentele si urmeaza ca procesul de debavurare sa fie simulat in Process Simulate.

8. Bibliografie

1. Nicolescu A., Coman C. - *Robotica 2*, note de curs si aplicatii, UPB, 2015
 2. Nicolescu A., Coman C.- *Actionari electrice pentru mecatronica si robotica*, note de curs si metodologii de proiectare, UPB, 2016,
 3. Nicolescu A., – *Componente si ansambluri tipizate in constructie modulara pentru RI si SPR*, note de curs si metodologii de proiectare, UPB, 2014
 4. Nicolescu A., – *Componente mecanice tipizate*, note de curs si metodologii de proiectare, UPB, 2016
 5. Nicolescu A. – *Proiectarea Robotilor Industriali. Partea I. Conceptul sistemic unitar de robot integrat în mediul tehnologic. Subsistemul mecanic al RI. Motoare de actionare utilizate la RI*, UPB, 1997
 6. Nicolescu, A. – *Conceptia si Exploatarea Robotilor Industriali 1*, note de curs si aplicatii UPB, 2017
 7. Nicolescu, A. – *Conceptia si Exploatarea Robotilor Industriali 2*, note de curs si metodologii de proiectare, UPB, 2017
- Nicolescu, A., Stanciu, M.D., Popescu D. – *Conceptia si Exploatarea Robotilor Industriali - Vol.I Tendinte actuale in conceptia si exploatarea RI. Precizia de lucru si precizia volumetrica. Componente organologice specifice. Tehnici si metode de studiu al comportarii*