

STUDII SI EXPERIMENTARI PRIVIND AUTOMATIZAREA UNEI CELULE DE FABRICATIE

HARABARA Victor

Conducător științific: Prof. Dr. Ing. Gheorghe SINDILĂ
Ing. Nicolae CAPATANA

REZUMAT:

Mecanizarea și automatizarea fabricației reprezintă principala tendință de progres în tehnologie. Tot mai multe proiecte sunt realizate prin mecanizare, automatizare și conducere a proceselor prin calculator și acestea nu întâmplător, ci având o serie întreagă de motive care determină aceasta. Câteva din aceste motive sunt: - productivitate ridicată; - costul scăzut al producției; - criza forței de muncă; - orientarea forței de muncă umană preponderent spre sectorul serviciilor; - siguranța sporită. Marea provocare cu care se confruntă companiile producătoare de componente și subansambluri este determinată de nevoia de a reduce costurile de producție, de a accelera timpul de proiectare și lansare în fabricație, de a crește diversitatea și complexitatea produselor fără însă a face compromisuri de calitate.

Aceasta a determinat apariția celulelor de fabricație automatizate, care cuprind câteva mașini unelte cu comandă numerică legate între ele printr-un sistem automat de transport și manipulare a pieselor, comandat de calculator.

În această lucrare am studiat și experimentat asupra creării unui model de manipulator cu structura RRR folosind componentele pe care dispuneam la moment, cu investiții minime.

CUVINTE CHEIE: Robot industrial, Automatizare, Celula de fabricație, Comandă numerică,

1 INTRODUCERE

Dorința de a produce mai mult, mai ieftin, mai bun a dus la dezvoltarea tehnologiilor în domeniul automatizării producției, la apariția sistemului flexibil de producție.

Structura generală a unui S.F.F., sub forma schemei bloc (fig. 1) permite evidențierea funcțiilor generale ale sistemului:

- funcția de prelucrare automată a pieselor;
- funcția de depozitare, transport și manipulare automată;
- funcția de comandă automată a tuturor componentelor sistemului și de supraveghere.

Funcția de prelucrare automată

se realizează în cadrul subsistemului tehnologic al S.F.F., având în componență posturile de lucru PL (fig. 1) și mijloacele de manipulare a pieselor și sculelor.

Realizarea acestei funcții presupune alimentarea automată cu piese și scule a mainii, schimbarea automată a poziției piesei în dispozitivul de centrare/fixare, prelucrarea propriu-zisă în comandă numerică și, eventual, optimizarea procesului de achiere

pe mâna unealtă.

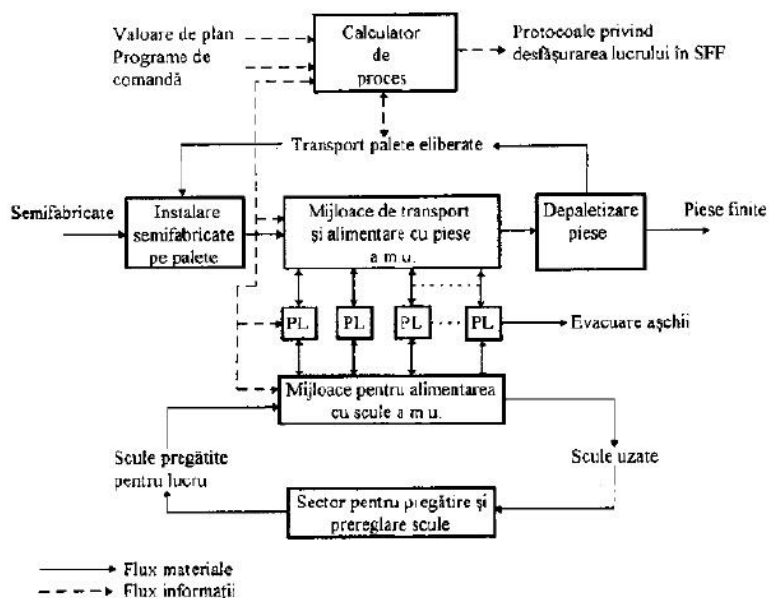


Fig.1 Structura generală a unui Sistem Flexibil de Fabricație

Condiția principală în funcționarea subsistemului de depozitare și transport este

STUDII SI EXPERIMENTARI PRIVIND AUTOMATIZAREA UNEI CELULE DE FABRICATIR

ca transferul materialelor să se efectueze totdeauna la locul si momentul potrivit.

Functia de comandă automată se realizează cu ajutorul unuia sau mai multor calculatoare ce lucrează în timp real si al unităților locale de comandă (echipamente CNC la MU, automate programabile la sistemele de manipulare si transport, microcalculatoare pentru comanda depozitelor automate etc.). Programele de calculator, furnizează întregului sistem informatiile tehnice si organizatorice necesare pentru comanda procesului de prelucrare pe MU si pentru comanda operativă a producției (comanda depozitelor de pese si scule comanda sistemul de transport, tipul pieselor în lucru, mărimea si succesiunea seriilor de prelucrare, încărcarea MU etc.).

2 NIVELE DE AUTOMATIZARE IN DOMENIUL MASINILOR UNELTE SI SISTEMELOR FLEXIBILE.

Nivelele de automatizare in domeniul flexibil sunt urmatoarele:

1.- MUCN – Masina Unealta cu Comanda Numerica

realizeaza automatizarea operatiei de prelucrat raportata la o scula de prelucrat; -automatizeaza miscarile de avansuri pe axele de coordonate, miscarea principala, functii auxiliare (game de viteze, prindere – eliberare scula, blocaje-deblocaje, racire scula, etc).-este condusa de unitatea CNC (Computer Numerical Control) si interfataaferenta.

¹ Specializarea Inginerie Economica și Managementul Afacerilor, Facultatea IMST;

E-mail: victor_harabara@yahoo.com;

2.- CP– Centru de prelucrare- realizeaza automatizarea prelucrării piesei de prelucrat cu toate sculele si cuincarcarea-descarcarea automata a piesei pe masa masinii; - are in plus fata de nivelul 1. urmatoarele:- schimbarea automata a sculei (ATC– Automatic Tool Changer), preluata din magazinul de scule al masinii cu ajutorul manipulatorului schimbator de scule;

-schimbarea automata a paletelor tehnologice impreuna cu piesa(APC– Automatic Pallet Changer), continand manipulator / sistem schimbare palete si stocatoare de palete; -luarea automata de off-set pentru piese si scule; -durabilitatea programata a sculelor; -diagnoza automata; -functii auxiliare ca: protectia spatiului de lucru prin carenaj, instalatii de racire a sculei prin exterior sau interior si recuperarea lichidului de racire, instalatii de spalare a piesei, evacuare aschii, etc;- este condus de unitatea CNC si interfata aferenta/u nitate PLC(Programmable Logic Controller).

3.- CFF – Celula flexibila de fabricatie

realizeaza automatizarea prelucrării unui program de fabricatie la nivel de o unitate prelucatoare;- are in plus fata de nivelele 1. si 2. urmatoarele:

-reactualizarea automata a sculelor, (ATR – Automatic ToolReadjustment), respectiv a continutului magazinului de scule ATC, cuajutorul unui intreg sistem compus din: manipulator sau roboti,navete de scule si sistem de transport si stocare adecvat;

-schimbarea automata a piesei(AWPC– Automatic Work PieceChanger), ca alternativa la APR, avand **robot schimbator** de piese si dispozitive modulare tipizate adecvate, navete de piese semifabricat si finite, iar paletetele nu parasesc masina;

-reactualizarea automata a paletetei(APR – Automatic PalletReadjustment), continand sistem de transport si stocare a paletetele (in acest caz paletetele parasesc masina);

-schimbarea automata a capetetele de prelucrat detasabile (AAC

Automatic Attachment Changing), respectiv extinderea automata a posibilitatilor tehnologice spre flexibilitate tehnologica

transportul si stocarea piesetele / paletetele;

-transportul si stocarea sculetele;

-supravegherea automata a procesului, detectia avariitele de scule siluarea automata a dublurii sculetele;

-sistem ierarhic de conducere DNC(Direct Numerical Control), sauCNC cu rol de Master si retea pe minim 2 nivelele ierarhice.

4. – SFF– Sistem Flexibil de Fabricatie FMS –Flexible Manufacturing System-

realizeaza automatizarea prelucrării unui program de fabricatie la nivelulunei linii tehnologice;- are in plus fata de nivelele 1., 2., si 3. urmatoarele:- n

x CFP;- reactualizarea automata a piesei (AWPR – Automatic Work PieceReadjustment), respectiv alimentarea schimbarii robotizate a piesei cunavete de piese semifabricat si finite;- sistem de transport intern de palete / piese;- stocatoare de palete / piese;- sistem de transport intern a sculelor;- stocatoare de scule;- PID – punct de incarcare / descarcare piese;- PIDS – punct de incarcare / descarcare scule;- sector de pregatire piese la PID, in exteriorul SFP;- sector de pregatire scule la PIDS, in exteriorul SFP;- calculator central ierarhic DNC (Direct Numerical Control);- retea de conducere ARCNET pe minim 3 nivele ierarhice.

5.- **CIM – Fabricatie integrata cu calculatorul-CIM – Computer Integrated Manufacturing-** realizeaza automatizarea fabricatiei la nivel de sector de fabricatie (incluzand montajul);- are in plus fata de nivelele 1., 2., 3., si 4. urmatoarele:- n x SFP;- sistem de transport uzinal automat pentru piese;- magazie centrala de tip Regal pentru piese, dispozitive, etc- sistem de transport uzinal automat a sculelor;

3 COMPONENTE A SISTEMULUI DE AUTOMATIZARE

3.1 ROBOTI INDUSTRIALI:

Acest studiu se va baza pe utilizarea robotilor industriali in automatizarea celulei de fabricatie si anume:

-schimbarea automata a piesei (AWPC– Automatic Work PieceChanger), ca alternativa la APR, avand **robot schimbator** de piese si dispozitive modulare tipizate adecvate,

ROBOT INDUSTRIAL: un sistem integrat mecano-electrono-informational, utilizat in prcesul de productie in scopul realizarii unor functii de manipulare analoage cu cele realizate de mana omului, conferind obiectului manipulat orice miscare programata liber, in cadrul unui proces tehnologic ce se desfasoara intr-un mediu specific.

Pentru a putea realiza intreaga gama de aplicatii de manipulare, un robot trebuie sa fie capabil sa atinga orice punct din spatial sau de lucru cu o orientare arbitrara a dispozitivul de apucare si fixare – DAF pentru a putea manipula piesa in conformitate cu secventele procesului tehnologic.

ROBOT	AXELE		EXEMPLE
	Principiu	Schema cinematică	Spațiul de lucru
Robot cartezian		a)	
Robot cilindric		b)	
Robot sferic		c)	
Robot SCARA		d)	
Robot articulat		e)	
Robot paralel		f)	

Figura 1.5 Structuri mecanice de roboti:

a – robot cartezian; b – robot cilindric; c robot sferic; d – robot tip SCARA; e – robot articulat; f – robot paralel;

In vederea aprofundarii cunostintelor practice in domeniul robotilor am ales **crearea unui model de robot articulat** utilizind piese si componente de uz general. Robotul industrial este un sistem tehnic complex, având în componență mai multe subsisteme :

3.1.1 ~ mecanismul manipulator sau mai simplu manipulatorul este un sistem mecanic mobil, având o bază fixă, și posibilitatea de a deplasa unul dintre elementele sale (elementul efector) într-o varietate foarte mare de poziții.

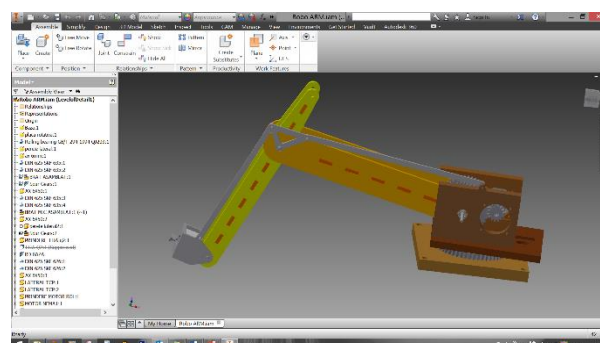


Fig. 1. Proiectarea mecanismului manipulator

STUDII SI EXPERIMENTARI PRIVIND AUTOMATIZAREA UNEI CELULE DE FABRICATIR

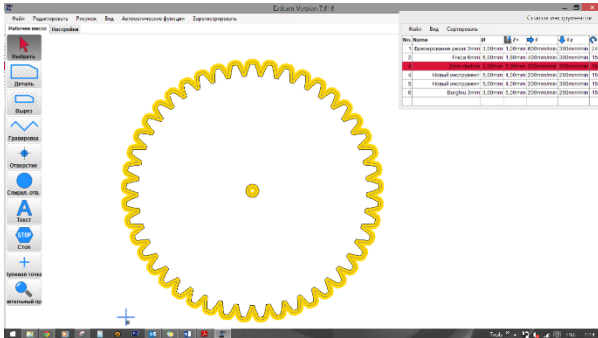


Fig. 2. Generarea programului de comanda numerica in CAM



Fig. 3. Debitarea componentelor pe freza CNC

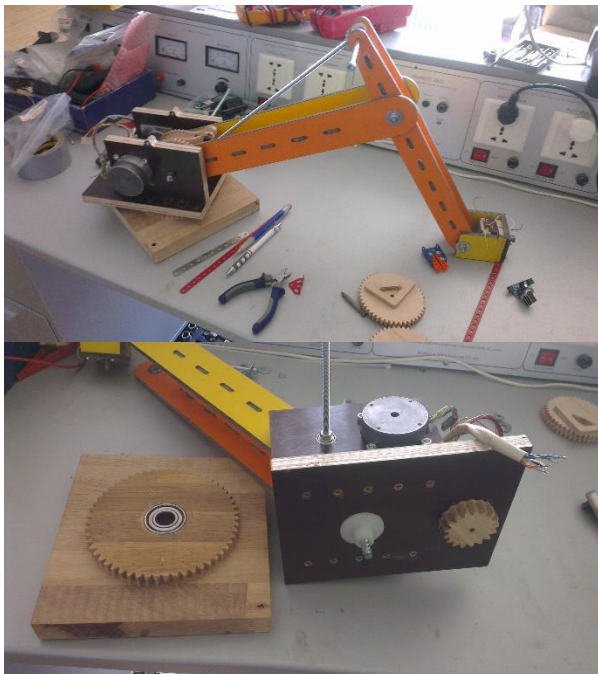


Fig. 4. Asamblarea structurii.

3.1.2 ~ dispozitivul de lucru este atașat solidar elementului efector al manipulatorului, și are rolul de a efectua operația specifică aplicației.

In cazul studiat piesa manipulata are este o piesa de revolutie, dispozitivul de lucru va avea forma corespunzatoare.

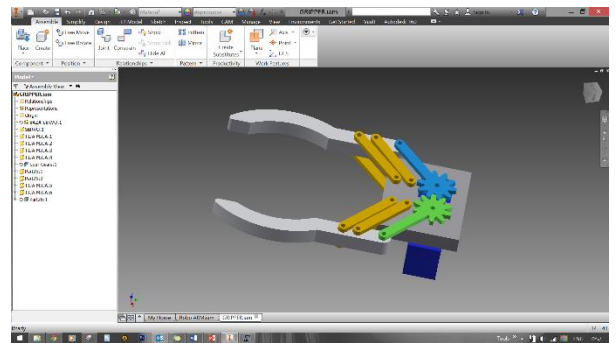


Fig. 5. Proiectarea dispozitivului de lucru.

3.1.3 ~ În construcția roboților se întâlnesc următoarele tipuri de acționări: - acționare electrică; - acționare hidraulică; - acționare pneumatică; - acționare mixtă (electro-hidraulică; electro-pneumatică; pneumohidraulică). Motoarele sunt atașate sistemului mecanic mobil, și reprezintă sursa de energie mecanică a robotului.

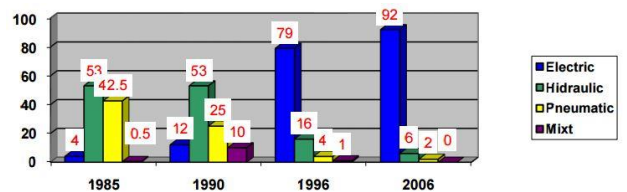
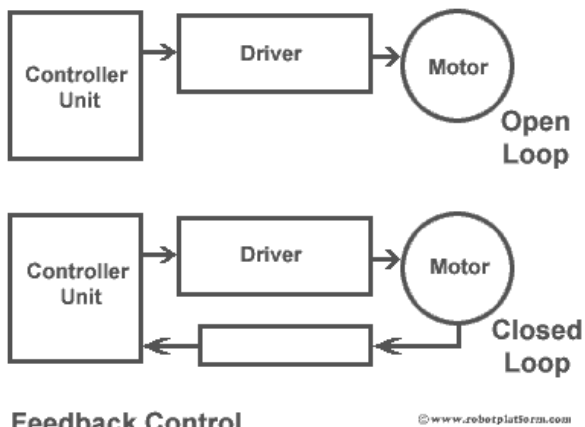


Fig. 6. Evoluția în timp a tipurilor de acționări utilizate pentru roboții industriali.

Mișcarea acestora este programată și urmărită în timp real de către sistemul de control.

Tipuri de motoare utilizate la roboti:

- Servo motoare
- Motoare asincrone
- Motoare pas cu pas



Am ales utilizarea motoarelor pas cu pas (de acestea aveam recuperate din imprimante)

Pentru controlul motoarelor pas cu pas am folosit drivere pe baza integratelor de la **STMicroelectronics L297+L298**

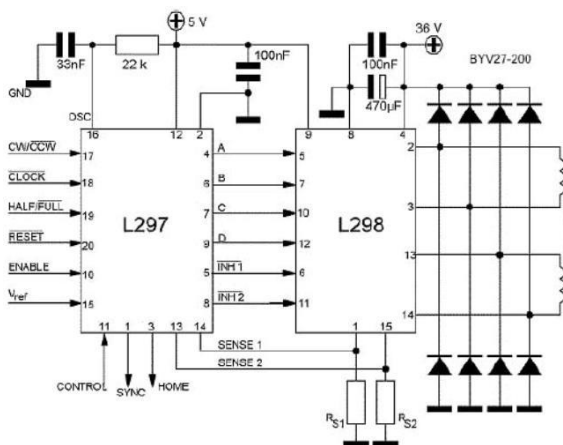


Fig. 7. Circuitul de control a motoarelor

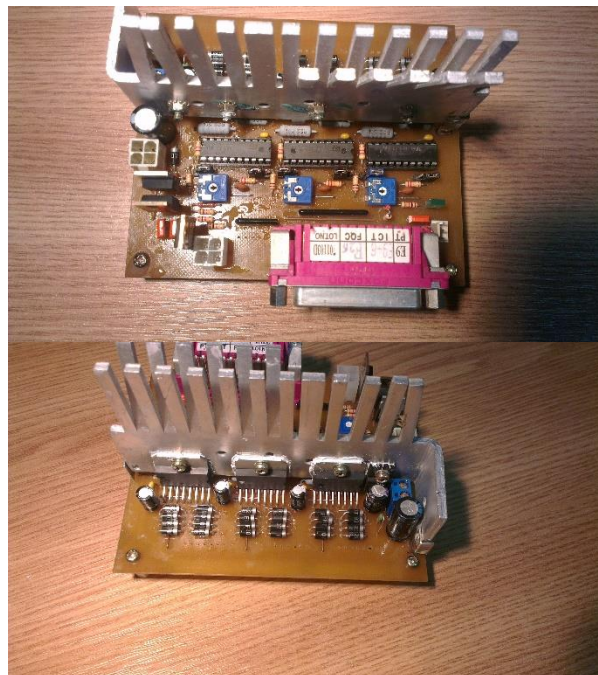
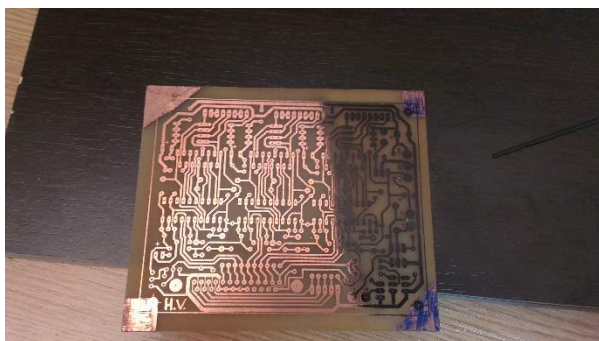


Fig. Proiectarea și asamblarea circuitului electric a driverului pentru motoare.

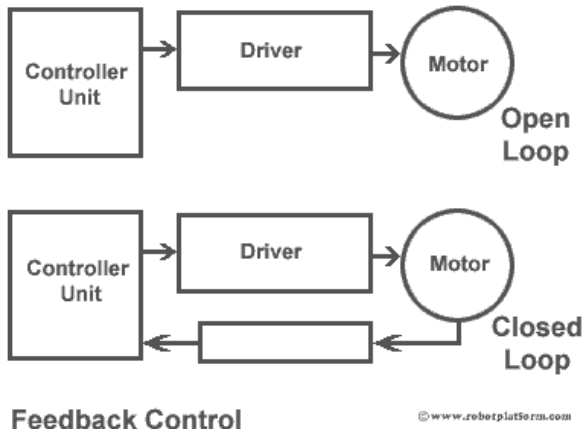
3.1.4 ~ senzorii sunt dispozitive traductoare ale parametrilor fizici în informație digitală utilizată de sistemul de comandă și control. De cele mai multe ori, parametrii urmăriți sunt de natură cinematică (poziție și viteză) și mecanică (forță).

Unii dintre cei mai utilizați senzori pentru urmărirea axelor robotilor (motoarelor) sunt Encoderele de rotație, care transformă unghiul de rotație într-un număr caracteristic de impulsuri.



3.1.5 ~ sistemul de comandă și control este format dintr-un calculator dotat cu programe specifice, și interfețele pentru transferul informației între acesta și sistemele de senzori pe de o parte, și dispozitivele de comandă ale motoarelor pe de altă parte. Rolul acestui sistem este acela de a programa acțiunea dorită, și de a urmări desfășurarea ei.

STUDII SI EXPERIMENTARI PRIVIND AUTOMATIZAREA UNEI CELULE DE FABRICATIR



In aceasa faza a proiectului sistemul de comanda este de tipul OPEN LOOP ne detinand senzori de pozitie pentru a permite urmarirea exacta a deplasarilor robotului.

Lucrul fara senzori este posibil datorita capacitatii motoarelor pas cu pas de a se deplasa un anumit numar de pasi, programul numarind acesti pasi fata de o referinta (pozitia de HOME)

Am ales crearea unui sistem de comanda si control simplu bazat pe ARDUINO, care permite atat controlul desinestatator al robotului cit si inefata/conectarea acestuia cu calculatorul pentru incarcarea programelor de deplasare generate de programe precum ROBOT Studio, oVision ceea ce permite includerea unui sistem de supravegere dotat cu camera de inalta rezolutie pentru detectarea pieselor de manipulat. Acesta permite adaptarea robotului in timp real la modificarile din sistem si deschide domenii noi de aplicare a robotuli.

Secventa din codul ARDUINO

```
// Definirea pinilor pentru comanda motoarelor
#define STEPPER1_DIR_PIN 9
#define STEPPER1_STEP_PIN 8
#define STEPPER2_DIR_PIN 7
#define STEPPER2_STEP_PIN 6
#define STEPPER3_DIR_PIN 5
#define STEPPER3_STEP_PIN 4
#define ANALOG_IN A1
// definirea motoarelor pas cu pas
AccelStepper stepper1(AccelStepper::DRIVER,
STEPPER1_STEP_PIN, STEPPER1_DIR_PIN);
AccelStepper stepper2(AccelStepper::DRIVER,
STEPPER2_STEP_PIN, STEPPER2_DIR_PIN);
```

```
AccelStepper stepper3(AccelStepper::DRIVER,
STEPPER3_STEP_PIN, STEPPER3_DIR_PIN);
```

```
void setup(){
  stepper1.setMaxSpeed(2000);
  stepper2.setMaxSpeed(2000);
  stepper3.setMaxSpeed(2000);
}
void loop()
{ int fwd1 = digitalRead(fwd);
  int rew1 = digitalRead(rew);
  if ( fwd1 == 1 && rew1 == 0 ){
    delay(10);
    stepper1.moveTo(100);
    stepper1.setAcceleration(200);
    stepper1.setSpeed(100);
    stepper1.runSpeedToPosition(); }
  else { stepper1.stop();}
  if (fwd1 == 0 && rew1 == 1){
    delay(10);
    stepper1.moveTo(-100);
    stepper1.setAcceleration(200);
    stepper1.setSpeed(100);
    stepper1.runSpeedToPosition(); }
  else {stepper1.stop();}
```

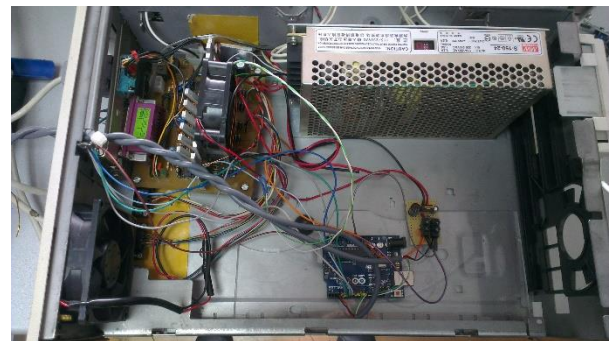


Fig. . Conexiunile electrice in interiorul unitatii de control.



4. Implementarea robotului industrial

Pentru a putea realiza întreaga gamă de aplicații de manipulare, un robot trebuie să fie capabil să atingă orice punct din spațial sau de lucru cu o orientare arbitrara a end effector-ului (dispozitivul de apucare și fixare – DAF) pentru a putea manipula piesa în conformitate cu secvențele procesului tehnologic.

Multimea tuturor pozițiilor, în raport cu un sistem de referință ales, din mediul tehnologic al robotului, ce pot fi ocupate de punctul caracteristic asociat end-effector-ului “TCP”

Forma și volumul spațiului de lucru depinde de arhitectura (structura) și dimensiunile robotului industrial.

Este un parametru foarte important în alegerea tipului de robot ce va fi implementat într-un proces tehnologic robotizat și este influențat de gabaritul mașinii unelte sau instalației tehnologice ce urmează a fi deservite, de sarcina de manipulare

4 CONCLUZII

Robotii industriali au un rol extrem de important în toate domeniile de producție, automatizarea unora fiind chiar imposibilă fără aceștia.

Robotii reprezintă sisteme foarte complexe pentru realizarea cărora este imposibilă fără lucru în echipă și investiții considerabile.

5 MULȚUMIRI

Vreau să mulțumesc **Eurodidactica SRL** pentru acordarea spațiului de lucru în care am realizat acest proiect.

6 BIBLIOGRAFIE

[1] Curs „Fabricare Asistată” 2015 Prof. dr. ing. Ion Ion

[2]http://arhiva-www.uoradea.ro/attachment/791672704232e82e41d0a31a6bc16159/dec921474ac88e17da9b7bfc476a15e6/Tripe_Vidican_Calin.pdf

[3]<https://ru.scribd.com/doc/70551671/гибкие-системы-#scribd>

[4] <http://www.arduino.cc/en/Reference>

[5]http://memm.utcluj.ro/materiale_didactice/sist_e_m1/pps/cursSEM7.