

REALIZAREA PRACTICĂ A UNUI ROBOT MOBIL PENTRU INSPECȚIE CU CONTROLLER ARDUINO

VATAVU Dorian-Cristian¹

Conducător științific: Prof. Dr. Ing Adrian NICOLESCU

REZUMAT: Prezenta lucrare înscrisă pentru prezentarea în cadrul Sesiunii de Comunicări științifice Studentești 2015, Secțiunea 07 – 12 se referă la realizarea practică a unui robot mobil pentru inspecție cu controller Arduino și comandă de la distanță prin dispozitiv de comunicație radio. În cele ce urmează se vor prezenta pe rând, stadiul actual, dar și completările ce vor fi adăugate ansamblului final.

CUVINTE CHEIE: robot, mobil, inspecție, camera, wireless.

1 INTRODUCERE

Roboții industriali au apărut ca răspuns la necesitatea omului de automatizare a proceselor de producție, mai ales, a celor repetitive. Pe lângă roboții industriali fiși, construiți, în principal, din nevoia de creștere a productivității, în ultima perioadă au fost folosiți și roboții mobili.

Principalele activități care pot fi întreprinse de roboții mobili industriali sunt legate de transportul și manipularea obiectelor precum și, uneori, de realizarea unor procese (de vopsire, de inspecție, de asamblare etc.).

2 STADIUL ACTUAL

Ca și stadiu actual, s-a realizat studiul de fundamentare a temei de proiect, care se referă la analiza comparativă a aplicațiilor robotizate similare celei de proiectat, cât și la analiza comparativă a soluțiilor constructive de realizare a ansamblurilor parțiale specifice sistemului tehnic de proiectat.

¹ Specializarea Robotica, Facultatea IMST;

E-mail: dorian_vatavu@yahoo.com;

2.1 Analiza comparativă a aplicațiilor robotizate similare celei de proiectat

În cele ce urmează, s-a realizat analiza comparativă a aplicațiilor robotizate similare celei de proiectat, pentru a se cunoaște stadiul actual și a se stabili direcțiile de dezvoltare.

2.1.1 Robotul FWL-150

Una dintre soluțiile deja existente pe piață este robotul FWL-150.

Acesta este realizat din componente modulare, ceea ce permite diferite configurații. Astfel, se pot configura variante atât cu 4 roți, cât și cu 6.

Comunicația se face printr-un cablu de până la 150 m



Fig. 1. Robotul FWL-150

2.1.2 Robotul RIT-S100

O altă soluție dintre cele existente pe piață este robotul RIT-S100.

Robotul menționat este un sistem automatizat pentru inspecție și diagnosticare pentru țevi, sisteme de canalizare, conducte cu diametrul de 100 - 600 mm.

Model: rit-s100

Sistem profesional robotizat pentru inspecție țevi, conducte cu diametrul de 100 – 600 mm, funcțional în apă până la 10 m adâncime.



Fig. 2. Robotul RIT-S100

Realizarea practică a unui robot mobil pentru inspecție cu controller Arduino

Functii si caracteristici specifice:

Camera:

Senzor: 1/3 sony ccd; rezolutie: 480 tvl; iluminare: 0.01 lux

Focus fix, unghi vizibilitate:70°

Auto-level

Sursa lumina: 18 high brightness led

Rotatie: axiala: 360 grade, radiala: 180 grade

Temperatura de operare: minim -20 grade c, maxim +55 grade c

Dimensiuni: 52 mm diametru, 123 mm lungime

Material: aluminiu rigid

Sistemul de deplasare

Platforma de ridicare automata, pt. Tevi cu diametrul de 100-600 mm

Viteza de deplasare: 0 – 18 m/minut, tractiune pe 6 roti, motoare 2*20w

Motor dublu, vireaza stanga si dreapta

Tensiunea de lucru: 24v, putere maxima 40w, material: aliaj de aluminiu

Abilitate urcare panta: aprox. 30°

Presiune: 12psi, poate lucra in apa pana la 10 m adancime, ip68

Temperatura de operare: minim -20 grade c, maxim +55 grade c

Panoul de control

Display: 12.1 inch, 500cd/mp, high britness



Fig. 3. Interfata grafica a panoului de comanda al Robotului RIT-S100

Date afisate pe ecran: viteza, distanta, factorul de presiune, unghi, imagine, interfata de operare, timp etc

Rezolutie: 1024*768

Control: control facil total al operatiunilor

Stocare: format mpeg, spatiu 60 gb

Software in limba engleza, optional

Temperatura de operare: minim -20 grade c, maxim +55 grade c

2.1.3 Dezvoltarea unei platforme mobile multifunctionale pentru inspectie in conductele de apa de catre Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, Facultatea de Mecanica

Propunerea de proiect are în vedere soluționarea unor probleme intalnite in practica. Proiectul este important prin faptul ca se are in vedere o tema cu impact major atat asupra mediului cat si asupra societatii.

Pornind de la conceptul de inspectie video in conducte, se proiecteaza, analizeaza, testeaza si optimizeaza un robot mobil care sa intruneasca cerintele impuse.

Prima etapa in proiectarea robotului de inspectie a fost asigurarea transmisiei. Într-o primă variantă motoarele folosite sunt Maxon 236649, cu puterea nominala de 15W, concepute pentru a fi utilizate in mediul industrial, avand un randament maxim de 79%. Miscarea este apoi transmisa printr-un reductor planetar 70:1, asamblat direct pe motor. Legatura cu axul de antrenare al rotii se face printr-un angrenaj conic 1:1.

Proiectarea structurii mecanice a fost realizată cu ajutorul programului SolidWorks, plecand de la dimensiunile interioare necesare pentru instalarea echipamentului de inspectie video. În continuare este prezentat ansamblul robotului în vedere explodată. Corpul robotului [2] a fost obținut prin turnare, prelucrat apoi prin frezare petru obținerea canalelor

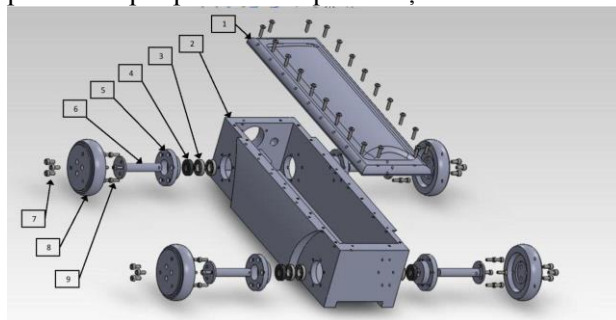


Fig. 4. Robotul realizat la UTCN

și a găurilor necesare pentru asamblarea tuturor componentelor. Flanșa [4] și arborele [5] au fost obținute prin strunjire, apoi găurire.

Arborele [6] pe care este montată roata [8] se sprijină pe rulmentii [2], iar la exterior se afla semeringul [4] pentru a împiedica apa și umezeala să intre în corpul robotului. Rulmentul [3] și semeringul [4] se află în interiorul flanșei [5] care este montată direct pe corpul robotului prin șuruburile [9].

Toate elementele se assemblează cu șuruburi, respectând astfel regula modularității, impusă la începutul proiectării întregului sistem.

S-a realizat proiectarea mecanică a structurii și a părții de transmisie pentru robotul de inspecție video. De asemenea, a fost proiectat și algoritmul de control al motoarelor și simulat în mediul Simulink. În continuare, în continuare, va fi prezentat modul în care s-a creat legătura între partea de comandă (operatorul uman) și partea mobilă (robotul de inspecție).

Controlul și comanda roboților de inspecție video se realizează de la distanță fie analogic, fie digital prin intermediul interfeței RS232 în timp real utilizând același calculator pe care se înregistrează imaginea video capturată de camera robotului. De asemenea, prin intermediul calculatorului se realizează raportul de stare a conductei, raport generat în timpul inspecției, sau la finalul acesteia prin revizualizarea înregistrării video. Procedura de inspecție video diferă de la sistem la sistem, iar oamenii pot fi instruiți diferit, însă rapoartele finale trebuie să respecte anumite standarde.

Partea de asamblare mecanică și obținerea robotului final:

După proiectarea mecanică, s-a trecut la asamblarea modelului obținut verificându-se astfel toți pașii necesari pentru asamblarea finală. Au fost sesizate mici imperfecțiuni care s-au corectat ulterior și astfel a fost posibilă trecerea la construirea efectivă a unui prototip.

În următoarea imagine sunt înșirați pașii parcurși până la obținerea robotului final:



Fig. 5. Robotul realizat la UTCN pe parcursul evoluției sale



Fig. 6. Sasiul de robot folosit pentru tema de cercetare de fata

- finisarea și pregătirea corpului robotului pentru subansamble;
- instalarea subansamblelor și a elementelor de transmisie;
- instalarea motoarelor;
- instalarea camerei video și a accesoriilor acesteia;

2.2 Analiza comparativa a solutiilor constructive de realizare a ansamblurilor partiale specific RI / sistemului tehnic de proiectat


În cele ce urmează, s-a realizat analiza comparativă a soluțiilor constructive de realizare a ansamblurilor partiale specific RI / sistemului tehnic de proiectat, în scopul continuării cu faza de proiectare.

2.2.1 Sasiul robotului

Sasiul robotului este realizat din profile de aluminiu, pentru a obține o masă proprie cât mai redusă.

În cele ce urmează, va fi prezentat un tabel cu toate elementele componente ale sasiului.

Tabelul 1. Elemente componente ale sasiului

Nume	Cod	Imagine
Capac (1 bucata)	PT0	

Profil lateral (2 bucati)	PT2	
Motor de curent continuu (4 bucati)	DJ0	
Roata (4 bucati)	CL0	
Placa de baza (1 bucata)		
Profil frontal (2 bucati)	PT3	

Motorul ales este un motor cu reductor 120:1 ax iesire D5.5 perpendicular.

Acest motor de curent continuu cu perii, cu reductor 120 : 1, are un consum redus de curent si ofera putere si viteza comparabile cu un servomecanism, dar la o fractiune din pret. Este utilizat in mod curent la constructia de roboti, pentru a asigura deplasarea platformelor. Roti recomandate: cod RW6627.

Specificatiile se regasesc in urmatoarul tabel.

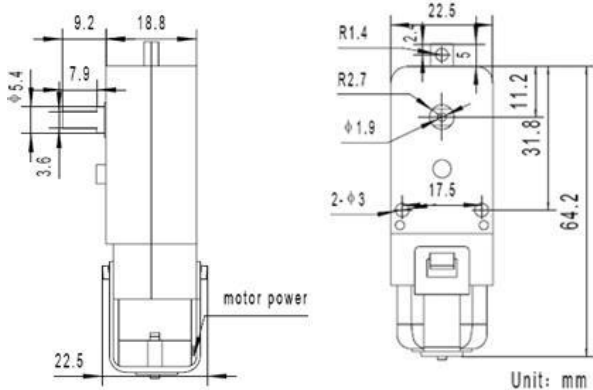


Fig. 7. Dimensiuni de gabarit ale motoarelor de curent continuu



Fig. 8. Rotile folosite pentru sasiul de robot

Tabelul 2. Specificatiile ale motoarelor de curent continuu

Tensiune de lucru	3.0 - 12.0 V
Reductor	120 : 1
Turatie in gol	100 rpm @4.5 v
Curent in gol	200 ma @4.5 v
Cuplu maxim	2.7 kg-cm
Curent maxim (ax blocat)	1250 ma

Rotile alese sunt utilizate in mod obisnuit impreuna cu motoarele cu reductor RC130S si RC130T.

Sunt usoare si de buna calitate. De asemenea, au o buna aderenta la sol (functie de tipul de material pe care ruleaza). In interiorul anvelopelor este prevazuta pe toata circumferinta o insertie din material spongios care determina un comportament superior in timpul rulajului.

Tabelul 3. Specificatii ale rotilor

Material	Cauciuc/ plastic
Diametru	66 mm
Latime	26.6 mm

2.2.2 Alimentarea cu energie electrica a robotului



Fig. 9. Acumulatorii folositi actionarea motoarelor

Alimentarea cu energie electrica a robotului se face cu ajutorul a 3 acumulatori li-ion, de tipul 18650, de 4000 mAh.

In cele ce urmeaza, sunt prezentate datele tehnice ale unui acumulator de acest tip.

Tablul 4. Specificatii ale acumulatorilor

Tip baterie	Lithium Ion - 3,7V / 5800 mAh baterie reincarcabila Ultra fire
Model	18650 cu sistem de protectie incorporat
Sistem de protectie la suprasarcina	peste o tensiune de 4,25V
Sistem de protectie la descarcare	sub o tensiune de 2,5V
Sistem de protectie la scurt circuit	Da
Cicluri de incarcare	peste 1000
Randament	90 % din capacitatea initiala dupa 400 de cicluri de incarcare
Dimensiuni	H = 65 mm ; O = 18 mm

2.2.3 Driver de motoare

Driver-ul de motoare L298 este utilizat pentru controlul motoarelor de curent continuu folosind Arduino.

Arduino este capabil sa scoata pe porturile lui o putere foarte mica, total insuficienta pentru a invarti un motor. Daca vom conecta un motor electric direct la un port Arduino, cel mai probabil vom obtine arderea procesorului din placa Arduino.

Ca sa nu se intample acest lucru, avem nevoie de un amplificator de putere, care sa ia putere din sursa de

alimentare (baterie, de exemplu), si sa o transmita motoarelor asa cum ii comanda Arduino. Acest amplificator poarta numele generic de "driver de motoare".

Exista o multitudine de drivere de motoare, diferenta majora intre ele fiind cat de multa putere pot conduce. Driver-ul din aceasta sectiune este bazat pe integratul L298, fiind un driver de nivel mediu din punct de vedere al puterii conduse. Poate controla motoare care necesita cel mult 2 Amperi.

2.2.4 Microcontrolerul Arduino Mega 2560

Driver-ul de motoare L298 este utilizat pentru controlul motoarelor de curent continuu folosind Arduino.

Placa Arduino Mega se conecteaza la portul USB al calculatorului folosind un cablu de tip USB A-B, pentru programare. Poate fi alimentata extern folosind un alimentator extern, la fel ca in cazul de fata, cand a fost alimentata de la o baterie externa de 9V.

In cele ce urmeaza, sunt prezentate principalele specificatii ale microcontrolerului Arduino Mega 2560.

Tablul 5. Specificatii ale microcontrolerului

Microcontroler	ATmega2560
Tensiune de lucru	5V
Tensiune de intrare (recomandat)	7-12V
Tensiune de intrare (limite)	6-20V
Pini digitali	54 (14 PWM output)
Pini analogici	16
Curent de iesire	40 mA
Curent de iesire 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB , 8 KB pentru bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock	16 MHz



Fig. 10. Driverul de motoare

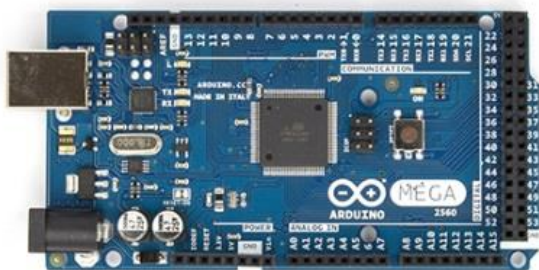


Fig. 11. Microcontrolerul Arduino Mega 2560

2.2.5 Codul programului incarcat pe placa Arduino

In faza actuala a proiectului, intrucat este disponibil un singur driver de motoare, iar modulul wireless nu este deloc, pentru a testa motoarele, dupa ce am realizat toate conexiunile, am incarcat un program pe placa Arduino care actioneaza motoarele. Acesta este prezentat in cele ce urmeaza.

Placa Arduino Mega se conecteaza la portul USB al calculatorului folosind un cablu de tip USB A-B, pentru programare. Poate fi alimentata extern folosind un alimentator extern, la fel ca in cazul de fata, cand a fost alimentata de la o baterie externa de 9V.

```

/*      PRUEBA MOTORES      */
int Aon=22; // Define output for activation of motor
A
int Bon=23; // Define output for activation of motor
B
void setup()
{
  pinMode(Aon,OUTPUT);
  pinMode(Bon,OUTPUT);
  digitalWrite(Aon,HIGH); //In case activation is
used, activate motor A
  digitalWrite(Bon,HIGH); //In case activation is
used, activate motor B
}
void loop()
{
  int i;
  for (i = 0; i < 255; i++)
  {
    analogWrite(2,LOW); //spin in one direction A

```

```

    analogWrite(3,i);
    analogWrite(4,LOW); //spin in one direction B
    analogWrite(5,i);
    delay(10);
  }
  delay(3000);
  for (i = 0; i < 255; i++)
  {
    analogWrite(2,i); //spin in the other direction A
    analogWrite(3,LOW);
    analogWrite(4,i); //spin in the other direction B
    analogWrite(5,LOW);
    delay(10);
  }
  delay(3000);
  analogWrite(2,LOW); //stops A
  analogWrite(3,LOW);
  analogWrite(4,LOW); //stops B
  analogWrite(5,LOW);
  delay(5000);
}

```

3 CONCLUZII

Abordarea temei este abia in stadiul incipient, intrucat nu s-au schizitionat toate elementele componente, iar abia dupa acest pas se poate trece la configurarea unei aplicatii Android prin intermediul careia sa se poata comanda robotul.

Ca si alte componente ce urmeaza a fi achizitionate, se pot mentiona: inca un driver de motoare l298, un modul wireless si o camera wireless, cu posibilitati de rotire pe orizontala si verticala.

Dupa ce va fi montata si camera wifi, se va trece la optimizarea intregii platforme robotizate.

4 BIBLIOGRAFIE

<http://www.riezler.eu/>
<http://www.bioacces.ro/>
<http://www.leongroup.ro/>
<http://www.sierra.ro/>
<http://www.arduino.cc>
<http://www.robofun.ro>