A XVI-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti”
SEBEŞ, 2016

ASPECTE PRIVIND CONCEPŢIA, PROIECTAREA ŞI REALIZAREA PRACTICĂ A UNUI PROTOTIP EXPERIMENTAL DE MINIROBOT – “*ROBOT DRONE*”– IMPLEMENTAT ÎN IDENTIFICAREA ŞI LIMITAREA AMENINŢĂRILOR TERORISTE

Silviu Mihai PETRIŞOR, Mihai BOBE

ASPECTS REGARDING THE CONCEPT, DESIGN AND PRACTICAL DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL MINIROBOT PROTOTYPE – “*ROBOT DRONE*” – USED IN THE IDENTIFICATION AND LIMITATION OF THE TERRORIST THREATS

The authors of the present scientific contributions, wishing to ensure the mission success of the counterterrorism units and subunits, tried to bring forward the conception, design and development of an EOD (Explosive Ordnance Disposal) experimental prototype of a minirobot with an incorporated drone, able to neutralize or limit the danger arising from terrorist threats and the possibility of its implementation in special reconnaissance actions. The paper focuses on the aspects of the organology and the overall presentation of the mechanical structure of a minirobot, designed and built with incorporated drone on programming of biometric sensors with which it is provided as well as the highlighting of the benefits arising from the use of the functional prototype in special missions of insurance, restoration and maintenance of order and public safety.

Keywords: minirobot wheeled advanced military technologies, "partnership" human - artificial, modularized structure, drone, special applications

Cuvinte cheie: minirobot pe roţi, tehnologii militare avansate, “parteneriat” uman-artificial, structură modularizată, dronă, aplicaţii speciale

1. Introducere

Expansiunea tehnologică militară fără precedent din ultimul secol ne pune, de multe ori, în faţa faptului împlinit, că într-un viitor apropiat războaiele se vor schimba radical din punct de vedere operativ, tactic cât şi strategic. Se poate imagina un război în care oamenii nu vor mai fi nevoiţi să înfrunte ororile războiului, pierderile vor fi minimizate dacă nu chiar aproape inexistente, toate acestea datorită utilizării unor tehnologii militare avansate şi dotate cu inteligenţă artificială, de tipul roboţilor militari. *"Poate că în ziua în care două corpuri de armată se vor putea extermina într-o secundă, naţiunile civilizate vor da înapoi în faţa ororilor războiului şi vor trimite la vatră pe soldaţii lor."*[1] În cadrul misiunilor militare robotul poate fi capabil să ia deciziile potrivite într-un timp mai scurt decât operatorul uman, poate acţiona în medii foarte periculoase şi greu accesibile omului, poate supravieţui mai multor tipuri de atacuri şi ameninţări. Însă noile schimbări şi transformări ce au loc pe plan mondial în mediul militar şi economic din punct de vedere al dezvoltării tehnologice aduc în atenţie, în acelaşi timp, noi tipuri de ameninţări şi riscuri la adresa securităţii. Pentru a putea fi în măsură să combată noile pericole este necesar ca mediul militar să ţină pasul cu noile cerinţe pe planul tehnologic, să fie cu un pas înainte din punct de vedere al înzestrării şi implicit să nu cadă pradă noilor tipuri de ameninţări aşa cum este terorismul.

Terorismul reprezintă un tip de ameninţare ce inspiră teroare în rândul populaţiei civile şi creează un dezechilibru atât pe plan social, economic cât şi politic. Principalele mijloace prin care terorismul aduce instabilitate sunt dispozitivele explozive improvizate, adevărate *"unelte"* teroriste capabile să conducă la pierderea de vieţi omeneşti atât în rândul militarilor cât şi în rândul populaţiei civile. În scopul reducerii numărului victimelor cât şi a pagubelor materiale şi pentru creşterea siguranţei misiunilor de neutralizare a diferitelor tipuri de dispozitive explozive improvizate sunt realizaţi (mini)roboţii tip EOD. Aceştia acţionează cu succes în zonele de interes, înlocuind intervenţia directă a specialistului genist şi protejând expunerea directă a acestuia în zonele de conflict.

2. Concepţia, proiectarea, modelarea şi realizarea practică a minirobotului *Robot Drone* – prototip funcţional didactic şi experimental cu dronă încorporată

Minirobotul pe roţi cu dronă încorporată, proiectat şi realizat (figura 1) în cadrul laboratorului *Inginerie Mecanică II*, laborator existent

[1] Alfred Nobel

în instituţia noastră, este format din următoarele părţi componente: baza structurii mecanice de minirobot, sistemul de locomoţie ataşat structurii mecanice, platforma şi carcasa acestuia, braţul robotic complet modularizat, platforma de dezvoltare Arduino Uno, senzori biometrici ataşaţi structurii mecanice, conectorul Bluetooth Mate Silver cât şi drona aşezată pe sistemul port aferentă minirobotului conceput.

Fig. 1 Prototipul funcţional al minirobotului *Robot Drone*

Baza minirobotului proiectat este constituită dintr-un mecanism pe roţi dotat cu o platformă lego pe care s-au practicat plăci de plexiglas şi ulterior restul componentelor. Parametrii constructivi ai platformei sunt: dimeniune (29 x 14 x 6 cm), greutate (1,5 kg), sarcină maximă (5 kg).

Sistemul de locomoţie al minirobotului conceput (figura 2) este format din următoarele componente: patru roţi, dintre care, cele din faţă sunt dotate cu suspensii; două motoare (unul utilizat pentru mişcare iar celălalt pentru direcţie); sistem de roţi dinţate din faţa structurii mecanice responsabil cu schimbarea direcţiei de mişcare şi cel din spate necesar punerii în mişcare a echipajului mobil.

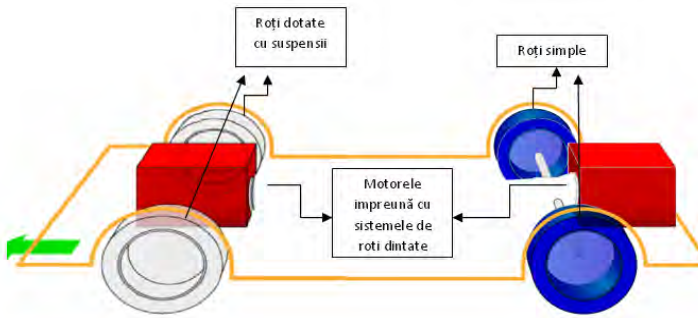


Fig. 2 Sistemul de locomoţie al minirobotului *Robot Drone*

Platforma minirobotului este compusă din plăci de plexiglas, ce au ca rol susţinerea componentelor auxiliare, alegerea acestui material făcându-se datorită proprietăţilor ce le posedă: uşurinţă la prelucrare, rezistenţă mare în timp la factorii de mediu, uşor şi flexibil, rezistenţă sporită la şocuri. Plăcile de plexiglas sunt localizate astfel: o placă la baza structurii mecanice având dimensiuni de 22 x 19 cm şi una montată în vederea susţinerii plăcii de bază Arduino, a breadboard-ului şi a sursei de alimentare, cu dimensiuni de 14 x 25 cm. Carcasa minirobotului şi platforma superioară de aşezare a dronei sunt formate din acelaşi material, acestea fiind montate în următorul mod: două plăci paralele aşezate de o parte şi de alta a braţului robotic cu dimensiuni de 12 x 8 cm, două plăci paralele ce protejează placa de bază a minirobotului cu dimensiuni de 9 x 6 cm, iar partea superioară a carcasei este formată din 3 plăci din plexiglas (două dintre acestea fiind prinse de peretele carcasei laterale prin intermediul unei balamale, iar platforma hexagonală este prinsă de placa ce acoperă platforma Arduino). Utilizarea balamalelor în construcţia prototipului experimental de minirobot are rolul de a permite verificarea şi înlocuirea rapidă a componentelor în cazul unei defecţiuni tehnice a structurii mecanice.

Braţul robotic ataşat structurii mecanice a minirobotului realizat practic (figura 1) reprezintă unul dintre principalele componente destinat misiunilor genistice; succesul operaţiilor militare antitero constă în mare parte de utilizarea braţului robotic, întru-cât, cu ajutorul acestuia, se poate schimba locaţia dispozitivului explozibil, se pot înlătura eventualele obstacole, poate redresa structura mecanică a minirobotului prin simpla împingere în pământ şi, nu în ultimul rând, ajută la culegerea de informaţii utile operatorului genist datorită camerei video ataşate sau se pot distruge circuitele dispozitivului inamic prin intermediul unui disruptor montat pe acesta. Braţul robotic construit este prins pe platforma inferioară a minirobotului prin intermediul a 4 şuruburi 3 x 10 mm, acesta având în componenţa sa 4 grade de libertate. Sarcina maximă pe care o poate ridica cu ajutorul ghiarei glisante este de 280 g cu obiecte având dimensiuni de maxim 4,3 cm. Mişcările realizate de braţul robotic sunt date de articulaţiile din dotare astfel: articulaţia aferentă ghearei permite o rotaţie de până la 120^0, articulaţia de la cot poate avea o deschidere maximă de 300^0, articulaţia de la bază îi permite o mişcare semicirculară de rabatare şi o rotaţie de până la 270^0 pentru cercetarea zonei de interes. Specificaţiile tehnice ale braţului robotic sunt: alimentare (4 x 1,5 V AA), dimensiuni (22,8 x 16 x 38 cm), greutate (785 g), material (plastic), comanda prin

telecomandă, fiind format din 189 piese componente şi 4 grade de libertate.

Placa de bază Arduino Uno (figura 3) este localizată în partea din spate a structurii mecanice a minirobotului şi este prinsă de un breadboard având dimenisiunile 82 x 52 x 10 mm. Rolul plăcii breadboard este acela de a conecta firele a 3 senzori biometrici şi conectorul Bluetooth Mate Silver la pinii GND, VIN şi 5 V ataşaţi plăcii mamă Arduino. Având în vedere faptul că placa de dezvoltare Arduino se bazează pe controlerul Atmega328 şi dipune de 14 pini digitali, 6 pini analogici, un oscilator ceramic de 16 MHz, o mufă jack pentru alimentare şi un buton de resetare, aceasta este ideală pentru a culege informaţii din mediu sau pentru a se conecta cu alte terminale prin conexiune radio, Bluetooth, WIFI sau GSM. De asemenea, are şi rolul de control al servomotoarelor de curent continuu necesare punerii în funcţiune a echipajului mobil.

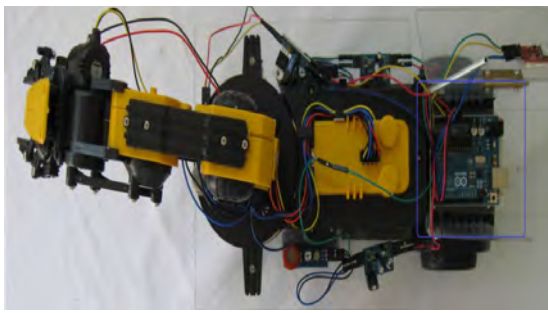


Fig. 3 Montarea breadboard-ului şi plăcii de bază pe structura mecanică a minirobotului *Robot Drone*

Alimentarea plăcii Arduino se realizează prin intermediul conexiunii USB sau cu o sursă de alimentare utilizând mufa jack. Placa este concepută pentru a opera pe un voltaj de intrare cuprins între valorile 7 V respectiv, 12 V, alte valori putând conduce la instabilitatea acesteia întru-cât pinul de 5 V poate furniza mai puţină energie, aspect ce duce inevitabil la arderea sistemului.

Minirobotul realizat este dotat cu un senzor de fum şi gaze inflamabile MQ – 2, respectiv cu un senzor GPL MQ – 6 şi un senzor de depistare a monoxidului de carbon MQ – 7. Aceştia au rolul de a detecta eventualele pericole CBRN (chimic, biologic, radiologic şi nuclear) cu care echipa de intervenţie se poate întâlni la locul incidentului şi pentru care necesită măsuri în plus de protecţie. Senzorii au fost conectaţi direct la placa de bază Arduino (figura 4) împreună cu un stabilizator de 5 V prin intermediul breadboard-ului, acest lucru conducând la înlăturarea pericolului de supraîncălzire şi ardere a plăcii. Rolul stabilizatorului este acela de a oferi o tensiune cu amperaj mare cât şi de a controla tensiunea pe care senzorul o primeşte de la placă.

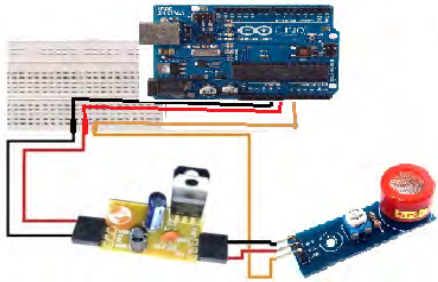


Fig. 4 Schema de conectare a senzorilor la placa de bază a minirobotului *Robot Drone*

Conectorul bluetooth Mate Silver este conectat la platforma de bază Arduino şi este localizat în partea din spate a minirobotului EOD, acesta având rolul de a transmite în timp real datele primite de la senzori prin intermediul unui terminal bluetooth conectat la un PC.

Drona ataşată pe suportul platformei superioare a minirobotului (figura 5), are rolul de a culege informaţii din locurile greu accesibile prin intermediul camerei video color din dotare. Specificaţiile tehnice ale dronei concepute şi realizate, ca şi element auxiliar minirobotului, prezintă următoarele elemente componente: 4 motoare fără perii, frecvenţă de 2,4 GHz cu 4 canale, baterie acumulator de 3,7 V şi 380 mAh, timp de zobor cuprins între 7 şi 10 minute, rază de acţiune de 100 m, cameră video cu 0,3 Mp, 30 fps ce suportă micro SD de până la 16 Gb, mărime de 70 x 70 mm.

Fig. 5 Dronă ataşată minirobotului *Robot Drone*

Programarea şi modelarea senzorilor biometrici şi a conectorului bluetooth s-a realizat cu ajutorul softului Arduino. Placa de bază Arduino s-a conectat prin intermediul unui cablu USB la PC, iar limbajul folosit pentru programare este unul asemănător limbajului C++. Odată ce placa este conectată la PC, se va selecta tipul plăcii de dezvoltare (figura 6) ca mai apoi să se verifice conexiunea şi funcţionalitatea sa printr-un test numit "*blink*", test realizat prin salvarea programului în bara *Fişier – Example – 01. Basics – Blink* şi prin conectarea unui led simplu la pinul cu numărul 13 care se aprinde odată la două secunde. După finalizarea acestor operaţiuni placa este pregătită pentru programare, scrierea acestuia fiind verificată automat înainte de a fi salvat pe placă, eventualele erori fiind evidenţiate în bara de jos a softului utilizat.

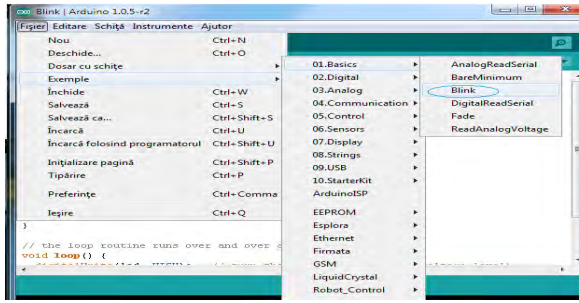
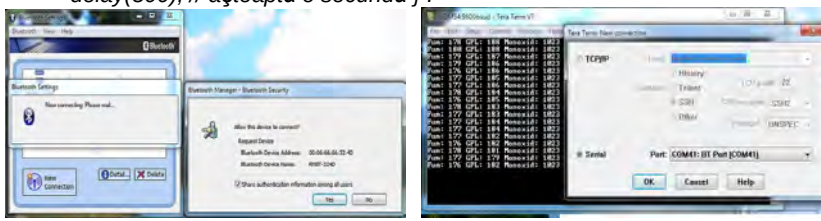


Fig. 6 Selectarea tipului de placă şi a programului prestabilit

Codul sursă folosit atât pentru programarea senzorilor biometrici cât şi pentru transmiterea prin bluetooth a valorilor pe care placa de dezvoltare le primeşte de la senzori (figura 7 a, b) sunt următorii:

```
int sensorGazeFum;  int sensorGPL;  int sensorMonoX;  void setup() {
Serial.begin(115200);      // setarea seriei pentru port }  void loop() {
sensorGazeFum = analogRead(0);       // citeşte pinul analog 0
sensorGPL = analogRead(1);  sensorMonoX = analogRead(2);
Serial.print("Fum: ");                  //afişează valoarea
Serial.print(sensorGazeFum,DEC);  Serial.print(" GPL: ");
Serial.print(sensorGPL, DEC);  Serial.print(" Monoxid: ");
Serial.print(sensorMonoX , DEC);  Serial.println();  delay(2000);  }
int counter =0;  void setup() {  Serial.begin(9600);   delay(50); }  void loop() {
counter++;      Serial.print("Arduino  counter:  ");      Serial.println(counter);
delay(500); // aşteaptă o secundă } .
```



a) b)

Fig. 7 a) Conectarea terminalului Bluetooth; b) Afişarea valorilor primite

3. Concluzii, avantaje şi originalitate

■ Pragul nivelului tehnologic foarte ridicat din zilele noastre a permis concepţia şi realizarea practică de elemente robotizate capabile să înlocuiască factorul uman din zone de risc, permiţând obţinerea de avantaje notabile, fără să avem pretenţia de a fi exhaustivi: precizie mărită în mişcări spaţiale, rezistenţă în timp, prag de efort, viteză sporită de reacţie, substituirea riscului.

Sub aceste aspecte a luat naştere minirobotul funcţional experimental pe roţi *„Robot Drone”*, prototip ce poate fi folosit cu succes în misiunile genistice EOD ale Armatei Române sau ale

Inspectoratului Situaţiilor de Urgenţă cu scopul de a proteja atât specialiştii genişti şi pirotehnişti cât şi populaţia civilă.

■ Printre avantajele pe care le prezintă realizarea prototipului funcţional de minirobot, punctăm următoarele: minirobotul poate fi comandat de la distanţă de către operatori, oferind în acest fel siguranţă echipei de intervenţie; poate supravieţui atacurilor CBRN; protejarea factorului uman şi a componentelor organologice aferente structurii mecanice de minirobot expus aplicaţiilor genistice cu grad ridicat de risc; braţul modular robotic care efectuează o cursă de până la 355^0 şi care este încorporat în structura mecanică a minirobotului ajută în caz de răsturnare, minirobotul putând fi redresat doar prin simpla împingere a braţului în pământ; echiparea cu dronă a minirobotului permite culegerea de informaţii preţioase din zone înguste, inaccesibile sau periculoase operatorului uman; dotarea cu senzori reprezintă un aspect pozitiv, întru-cât se pot detecta eventuale substanţe nocive sănătăţii specialiştilor genişti.

BIBLIOGRAFIE

[1] Petrişor, S.M., Bârsan, Gh., Ioan, Diana A.A., *Minirobot pe şenile destinat aplicaţiilor speciale în teatrele de operaţii*, Brevet de invenţie naţional, Nr.: RO a 2012 01051, Buletin Oficial de Proprietate Industrială, Secţiunea Brevete de Invenţie, Nr.6/2013, ISSN 2065-2100, pag. 27, OSIM Bucureşti.
[2] Petrişor, S.M., Bârsan, G., Husti, A.I., *Design elements used in the construction of a wheeled mini-robot destined for special applications*, The Scientific Journal Welding & Material Testing, BID-ISIM Timişoara, year XXII, no. 1/2013, pp. 21-24, ISSN 1453-0392, B+ Journal category (CNCSIS).

Conf. univ. Dr. Ing. dipl. Silviu Mihai PETRIŞOR
Academia Forţelor Terestre „Nicolae Bălcescu" Sibiu
membru AGIR
e-mail: silviumihai_petrisor@yahoo.com
Lt. Mihai BOBE
student masterand
Universitatea Naţională de Apărare „Carol I"