

PLATFORMĂ PENTRU MICROPOZIȚIONAREA MICROROBOȚILOR UTILIZÂND CONSTRUCȚIA ACESTORA PRIN PROCEDEUL DE SINTERIZARE SELECTIVĂ CU LASER ȘI MICROCONTROLLER-UL ARDUINO DUE

Drd. ing. **Iulian ILIE**^{1,a}, Prof. Dr. H.C. EurEng. dr. ing. **Gheorghe I. GHEORGHE**^{1,b}

¹ Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării (INCDMTM) – București

^aiuliancefin@yahoo.com, ^bgeo@incdmtm.ro; geocefin@yahoo.com

REZUMAT. Se prezintă soluția tehnică utilizată pentru poziționarea a 3 micro-roboți, utilizați într-o construcție complexă, adaptronică și integrată. Este folosită printarea 3D, pentru care sunt prezentate etapele procedurii de fabricare aditivă și soluția tehnică.

Cuvinte cheie: micron, robot, arduino, micro-poziționare.

SUMMARY. The paper presents the technical solution used for the positioning of 3 micro-robots, used in a complex, adaptive and integrated construction. 3D printing is used, for which are presented the steps of the additive manufacturing process and the technical solution.

Keywords: micron, robot, arduino, micro-positioning.

1. INTRODUCERE

Lucrarea prezintă soluția tehnică utilizată pentru poziționarea a 3 micro-roboți, utilizați într-o construcție complexă, adaptronică și integrată (figura 1) astfel încât roboții să fie micro-poziționați optim pentru măsurarea micro-pieselor dorite. Elementele componente pentru soluția prezentată sunt proiectate în programul SolidWorks și realizate prin procedeul de prototipare rapidă prin sinterizare cu laser, în laboratorul Rapid Prototyping din INCDMTM București. Cele 2 echipamente utilizate, din laboratorul Rapid Prototyping sunt: EOSINT 270 M Dual Mode – pentru prototipare cu pulbere din plastic (figura 2a) și EOS FORMIGA P110 – pentru prototipare cu pulbere din metal (figura 2b). Soluția prezentată este realizată cu ajutorul microcontrolerului Arduino Due (figura 2c) și motorului pas cu pas 28BYJ-48 5V și a driverului ULN2003. Codul utilizat pentru controlul motorului pas cu pas este de tip open source, dar modificat și adaptat construcției proprii ce necesită utilizarea a 3 motoare pas cu pas. Platforma de poziționare proiectată este realizată pentru sistemul robotic HEXAPOD F-206.

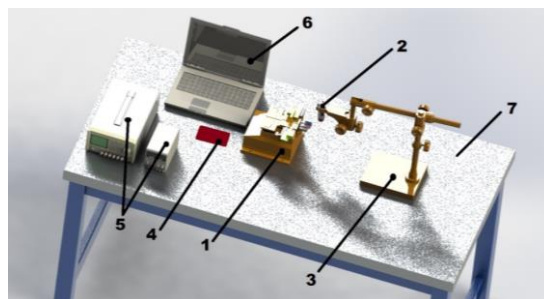


Fig. 1. Componenta sistemului integrat inteligent destinat măsurărilor ultraprecise proiectat:

1 – subansamblu de măsurare și poziționare; 2 – microscop digital; 3 – suport susținere microscop digital; 4 – placa electronică pentru comandă microrobot de măsurare; 5 – surse de alimentare; 6 – PC achiziție date și control subansamblu de măsurare și poziționare; 7 – masă de laborator antivibrații.

2. STADIUL ACTUAL

Una din tehnologiile utilizate în prezent în procesele de fabricație este printarea 3D.

Utilizarea tehnologiei de construire a obiectelor 3D prin utilizarea tehnologiei de adăugare a unui strat peste strat a început la sfârșitul anilor 1980 și începutul anilor 1990. Aceste straturi erau din material plastic, din metal, dar exista dorința de a printa țesături

la scară largă, relevante pentru implanturile umane. Tehnologiile specifice prelucrării / fabricației aditive (additive manufacturing - AM) au în comun utilizarea calculatorului, utilizarea software-urilor de modelare 3D (catia, solidworks, solidedge, etc.), echipamentele pentru printare și materialul pentru printare. Modelul construit cu ajutorul software-urilor CAD este transferat pe imprimantele 3D, într-un format acceptat de acestea. Odata încărcat fișierul, imprimanta 3D începe procesul de construire al modelului proiectat din materialul ales: lichid, pulbere, lemn etc. În prezent, unele imprimante 3D pot crea obiectele proiectate prin utilizarea mai multor tipuri de materiale sau pot utiliza simultan mai multe filamente de material. Fabricația aditivă este foarte apreciată în domeniul medical și al stomatologiei, unde printarea de implanturi osoase, printarea de țesut uman sau printarea brațelor protetice au devenit realitate.

Alături de fabricație aditivă AM (additive manufacturing), putem folosi denumirea de fabricare rapidă RM (rapid manufacturing) sau prototipare rapidă RP (rapid prototyping). Alte denumiri mai puțin uzuale sunt fabricare digitală (digital manufacturing / fabrication), fabricare în straturi (layered manufacturing) sau fabricare DMF (desktop manufacturing). Toate aceste denumiri reprezintă, în esență, același proces.

Oricare ar fi metoda folosită de imprimanta 3D, întreaga procedură este aproape la fel. Se pot distinge 8 etape ale procedurii de fabricație aditivă (AM):

- Pasul 1: producția unui model 3D, cu ajutorul unui software de proiectare asistată de calculator. Alături de software-uri pentru care se cumpără o licență, există și software-uri ce pot fi utilizate gratis: Google SketchUp, Blender, 3Dcrafter, etc.

- Pasul 2: transformare rezultatului obținut prin proiectarea CAD într-un format acceptat de echipamentele utilizate pentru printarea 3D. Cel mai utilizat format este STL (standard tessellation language) - formatul inițiat în special pentru sistemele 3D în 1987, astfel încât să fie utilizat de SLA - aparate stereolitografice. Aceste fișiere STL sunt uneori utilizate împreună cu tipurile de fișiere proprietare;

- Pasul 3: încărcarea fișierului convertit (.STL, etc) pe mașina ce va fi utilizată pentru printarea 3D;

- Pasul 4: configurarea echipamentului ce va fi utilizat pentru printarea 3D: calibrarea, alegerea materialului, setarea parametrilor specifici, etc.; pot fi utilizate elemente suport pentru obiectul ce va fi printat, astfel încât rezultatul obținut să fie mai bun calitativ;

- Pasul 5: crearea obiectului proiectat; procesul este, de obicei, automat; adăugarea straturilor de material este conform cu setările făcute la pasul anterior, iar timpul de printare este în funcție de calitatea dorită (cu cât timpul de printare este mai mare, la o rezoluție mai bună, cu atât calitatea obiectului printat va fi mai bună);

- Pasul 6: îndepărtarea obiectului printat cu mare atenție, pentru a evita eventuale accidente datorită temperaturii din interiorul imprimantei 3D și nu numai;

- Pasul 7: post procesare. Se poate întâmpla ca un obiect printat 3D să necesite îndepărtarea pulberii rămase sau a suporturilor utilizate pentru suport; această procedură poate afecta calitatea produsului final printat;

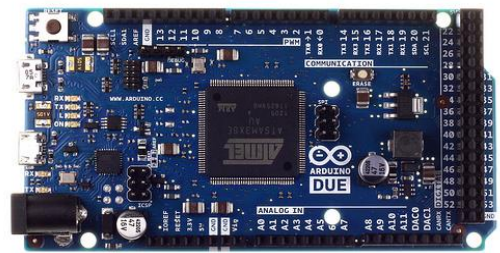
- Pasul 8: recepția finală a obiectului printat 3D.



a) Echipament EOSINT 270M Dual Mode



b) EOS FORMIGA P110



c) Arduino Due

Fig. 2. Echipamente utilizate în soluția adaptronică inteligentă.

Arduino este una dintre cele mai simplu de utilizat platforme cu microcontroller. Se poate spune că este un minicalculator capabil să culeagă informații din mediu și să reacționeze la acestea.

Astfel, dacă discutăm despre preluarea de informații din mediu, mai jos sunt doar câteva exemple de senzori: senzori ce determină nivelul de alcool în aerul respirat, senzor de incendiu, gaz GPL, monoxid de carbon, accelerații ale dispozitivelor în mișcare, curent consumat de diverse dispozitive casnice, forța

de apăsare, gradul de rotire, cartele RFID, distante, nivel de iluminare, direcția nordului, prezența umană, sunet, temperatură, umiditate, presiune atmosferică sau video. Dacă ne referim la posibilitatea de a ne conecta cu alte sisteme, există plăci de rețea Ethernet pentru Arduino capabile să comunice informații prin Internet, dispozitive capabile să transmită date prin conexiune radio, plăci de rețea WIFI, dispozitive GSM pentru Arduino (capabile să trimită / recepționeze SMS-uri, să inițieze apeluri de voce sau să

trimită date prin rețeaua 3G) sau conectori Bluetooth pentru conectarea Arduino cu telefonul mobil sau laptop. În zona mecanică, există motoare de curent continuu (utilizate pentru robotică), motoare pas cu pas (utilizate de obicei în zona industrială) sau servomotoare, controlate foarte exact. Pentru afișarea informațiilor preluate, există ecrane LCD pentru Arduino, începând cu cele mai simple (LCD text cu 16 caractere) până la ecrane LCD grafice.

Arduino este o placă de dezvoltare cu un singur microcontroler ce permite dezvoltarea unor proiecte multidisciplinare mult mai accesibile.

Hardware-ul, de obicei, constă dintr-o placă hardware open – source concepută în jurul unui microcontroler Atmel AVR pe 8 biti, sau un ARM Atmel pe 32 de biți.

Software-ul este constituit dintr-un compilator cu limbaj propriu de programare și un bootloader ce este executat pe microcontroler.

Plăcile Arduino pot fi achiziționate pre-asamblate sau kit-uri „do-it-yourself”. De asemeni pe internet se găsesc, fiind un proiect open-source, o serie de informații utile, legate de design-ul hardware ale acestora, lucru ce permite pasionaților să își producă propriile versiuni cât și pentru a asambla manual componentele necesare.

Plăcile de dezvoltare oficiale Arduino au folosit chip-uri din seria megaAVR, în special ATmega8, ATMEGA168, ATmega328, ATmega1280, ATmega 2560, etc. O serie de alte procesoare au fost folosite de către plăcile compatibile Arduino. Cele mai multe plăci includ un regulator liniar de 5 volți și un oscilator de 16 MHz (cristal de Quartz sau rezonator ceramic, în unele variante), deși unele modele, cum ar fi Lilypad folosesc un oscilator de 8 MHz și nu au regulator liniar de 5V ca urmare a restricțiilor specifice formei acestora. Microcontroler-ul Arduino este, de asemenea, pre-programat cu un boot loader care simplifică încărcarea de programe în memoria flash a acestuia, comparativ cu alte dispozitive, care de obicei au nevoie de un programator extern.

La un nivel conceptual, toate plăcile Arduino sunt programate printr-o conexiune serială RS – 232, dar modul în care aceasta este pusă în aplicare variază în funcție de versiunea hardware. Plăcile seriale Arduino conțin un circuit schimbator de nivel logic, pentru a converti între RS – 232 și nivelul de semnale TTL (în general chipuri din seria MAX232). Plăcile Arduino curente sunt programate prin USB, implementat folosind chip-uri adaptoare USB – serie, cum ar fi FTDI FT232. Unele variante, cum ar fi Arduino Mini și plăcile neoficiale Boarduino, folosesc o placă detașabilă cu adaptor USB-to-serial sau cablu, Bluetooth sau alte metode.

Există pe piața mai multe tipuri de plăci Arduino – compatibile și Arduino – derivate. Unele sunt funcțional echivalente cu plăcile Arduino și pot fi folosite

alternativ. Multe dintre acestea au la baza platforma Arduino, cu adaos de drivere de ieșire, de cele mai multe ori pentru a fi utilizate în domeniul educației, la nivelul școlii, sau pentru a simplifica construirea de roboți mici. Altele sunt echivalente electrice, dar schimbă factorul de formă, lucru care permite uneori utilizarea în continuare a Shield-urilor, altele nu. Unele variante folosesc procesoare complet diferite, cu diferite niveluri de compatibilitate.

3. PREZENTAREA SOLUȚIEI TEHNICE

Subansamblul de măsurare și poziționare este prezentat în figura 3.

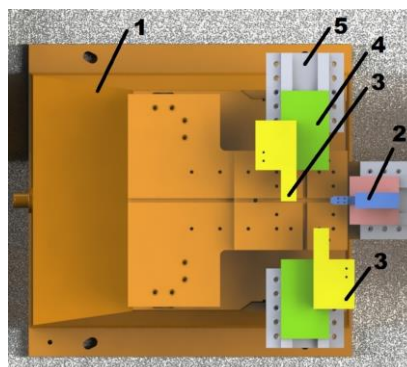


Fig. Nr.3: subansamblu de măsurare și poziționare:

1 – sistem robotic de poziționare HEXAPOD F-206, cu 6 grade de libertate; 2 – robot de măsurare cu braț metalic; 3 – robot de măsurare cu braț din plastic; 4 – placă superioară de poziționare roboți de măsurare; 5 – placă inferioară pentru poziționare roboți de măsurare.

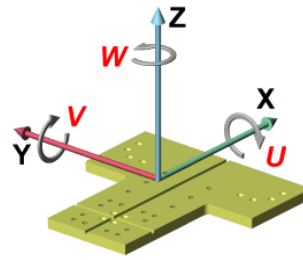
Sistemul microrobotic hexapod (figura 4) este alcătuit din subsistemul micromecanic, platforma mobilă, sprijinită pe șase actuatori liniari, acționări electrice, controler, PC și programe software.

Toate comenzile pentru poziționarea platformei mobile a sistemului robotic sunt date în coordonate ortogonale și transformate de controler în poziții specifice sistemului robotic și în viteze aferente. Prin intermediul software-urilor integrate, cu posibilitate de reactualizare, controler-ul poate fi configurat pentru a controla axele adiționale.

Roboții pentru măsurare cu braț din metal (reperul 2 din figura nr.3) și din plastic (reperul 3 din figura nr.3) glisează cu ajutorul plăcii de poziționare (reperul 4 din figura nr.3) fixată pe hexapod (reperul 1 din figura nr.3) cu ajutorul plăcii de fixare (reperul 5 din figura nr.3). Poziționarea este făcută astfel încât acul de măsurare să fie poziționat în dreptul piesei de măsurat. Ansamblul robot pentru măsurare – sistem poziționare robot are, pentru fiecare din cele 3 ansambluri, câte 2 grade de libertate (pe X, Y și Z). În figura numărul 5 se pot observa gradele de libertate pentru fiecare robot de măsurare.

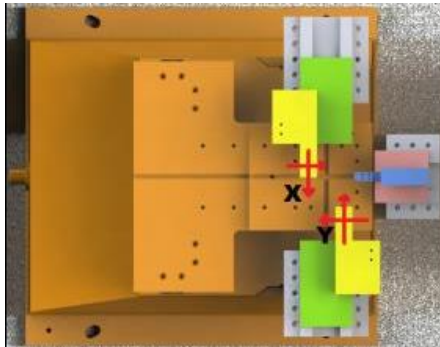


a) F-206 vedere



b) Rotațiile pentru F-206

Fig. 4. Sistem robotic HEXAPOD F-206 [www.hexapods.net].



a) Grade de libertate pentru roboții cu braț de plastic (X și Y)



b) Grade de libertate pentru roboții cu braț de metal (Y și Z)

Fig. 5. Grade de libertate pentru roboții de măsurare.

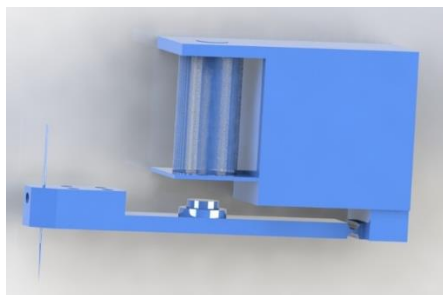
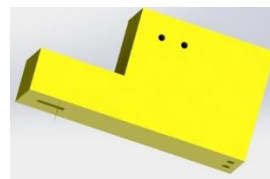
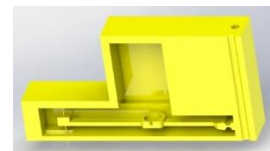


Fig. 6. Robot pentru măsurare cu braț metalic.



a) Vedere ansamblu



b) Secțiune

Fig. 7. Robot pentru măsurare cu braț de plastic.

Principiul mișcării brațului metalic sau din material plastic are la bază teoria ce conține un magnet și o bobină. Brațul se mișcă conform modificării curentului electric selectat, cu mențiunea ca brațul poate fi atras sau respins de bobina, în funcție de polaritatea aleasă în timpul efectuării testelor.

Bobina este construită dintr-o succesiune în serie de spire. Când spirele bobinei sunt parcurse de un curent electric, aceasta produce un gradient de câmp magnetic. Materialele alese pentru construirea bobinei sunt alese în funcție de solicitările mecanice, electrice sau termice din timpul funcționării și sunt de obicei electroconductoare sau electroizolante. Pentru această aplicație materialul ales este cuprul, acesta având proprietăți electrice și mecanice bune.

Brațul din metal este realizat din pulberi de CoCr, prin procedeul de sinterizare rapidă. Brațul din plastic este realizat din pulbere din material plastic – poliamidă.

Codul utilizat (secțiune prezentată în figura numărul 8) pentru mișcarea platformei cu scopul de a poziționa roboții de măsurare a fost realizat prin adaptarea unui cod open source și modificat pentru soluția proprie, cu viteza de mișcare dorită. Mișcarea este realizată prin intermediul unui joystick. Conexiunea pinilor este realizată prin intermediul unui breadboard, iar alimentarea motoarelor pas cu pas si a joystick-ului este făcută la 5V prin intermediul unei surse de alimentare. Conexiune este prezentată în figura nr.9.

