

# SISTEM INTEGRONIC INTELIGENT VIDEO-LASER PENTRU MĂSURAREA DISTANȚEI ȘI VITEZEI CORPURILOR AFLATE LA DISTANȚE MARI

Drd. ing Dorin ANGELESCU<sup>1</sup>, Prof. dr. H.C. Eur Ing. ing. Gheorghe Ion GHEORGHE<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitatea „Valahia”, Târgoviște,  
Școala Doctorală Inginerie Mecanică, Târgoviște, Romania

**REZUMAT.** Rezultat al preocupărilor științifice de la Școala Doctorală de Inginerie Mecanică și Mecatronică din Universitatea Valahia Târgoviște în domeniul măsurătorilor neconvenționale utilizând tehnica non-contact laser, lucrarea științifică „Sistem integronic inteligent video-laser pentru măsurarea distanței și vitezei corpurilor aflate la distanțe mari” este în plină derulare fiind în faza de testare-experimentare. Lucrarea științifică are drept rezultat final un sistem integronic ultramodern, unic în țară, ce poate determina distanța și viteza unui corp, aflat la distanțe de până la 3 km, cu o precizie ridicată. Sistemul este cuplat cu dispozitive optice și videocamera care pot în același timp filma sau fotografia obiectul măsurat, stocând datele în formate digitale foto sau video atât local pe suport nevolatil cât și folosind IOT (Internet Of Things) legat la orice rețea GPSR. Într-o etapă ulterioară sistemul va fi cuplat inclusiv la o rețea GPS pentru autolocalizare proprie și localizarea exactă a traiectoriei și poziției corpului măsurat. Un proiect complex ce îmbină într-un tot unitar Mecatronica, Integronica, Cyber-Mix Mecatronica, Inteligența Artificială și Tehnologia Transmițerii Informației.

**Cuvinte cheie:** sistem integronic, măsurare, laser, tehnică inteligentă.

**ABSTRACT.** As a result of continuous scientifically efforts to develop new and modern measuring systems in The Doctoral School of Mechanical Engineering from Valahia University of Târgoviște the scientific work „Intelligent integronic video-laser system for measuring the distance and the velocity of moving bodies at great distances” is a work in progress, being in the experimental testing phase. This project results in a state-of-the-art ultramodern unit, unique in our country, which can determine the distance and speed of a body located at distances of up to 3 km, with great precision. The system is coupled with optical devices and camcorder that can simultaneously film or photograph the subject matter, storing data in digital photo or video formats locally on non-volatile support or using IOT (Internet of Things) linked to any GPSR network. At a later stage, the system will be coupled to a GPS network for self-localization and the exact location of the trajectory and position of the measured body. A complex project that combines in a whole elements of Mechatronics, Integrronics, Cyber-Mix Mechatronics, Artificial Intelligence and Technology of Information Transmission.

**Keywords:** Integronic system, Measurement, Laser, Smart technology.

## 1. PREZENTARE GENERALĂ

În lucrarea științifică s-a plecat de la un set de cerințe și caracteristici tehnice rezultate în urma unui studiu complex de piață ce a acoperit marea majoritate a domeniilor în care astfel de sisteme pot fi folosite sau chiar produse în cazul trecerii la o producție de serie. Astfel putem enumera câteva din caracteristicile impuse. Modulul Laser trebuie echipat cu un laser ce trebuie să fie de clasa 1, asigurând condiții de maximă siguranță pentru ochi. Lungime de undă a laserului să fie 905 nm (asigurând astfel atât protecția pentru ochi cât și o cât mai mică interferență cu lumina ambianta a mediului). Domeniul de măsurare al distanței trebuie să fie cuprins între 1 m și 3.000 m. Precizia este de  $\pm 0,5$ m și rezoluția de afișare:  $\pm 0,1$  m.

Afișările să poată fi făcute atât în metri cât și în mile sau yards printr-un sistem selectabil. Este prevăzută funcție pentru detectarea vitezei, în gama 5-400 km / h (3-250 mph) cu o precizie de  $\pm 2$  kilometri pe oră sau mph. Sistemul trebuie să aibă și funcția de busolă electronică. Alte funcții suplimentare sunt funcția de măsurare azimuth, funcția de măsurare înclinare și funcția de măsurare înălțime exprimabilă în metri, mile sau yards selectabil (funcții colaterale software). Tensiunea de alimentare, strict legată de portabilitatea instrumentului și a asigurării unei puteri specifice distanței maxime măsurabile, este de 9 V cc și 5 V cc, făcută cu ajutorul a două baterii respectiv pe partea de forță cu cea de 9 V și pe partea de prelucrare și afișare de 5 V. Acestea asigură un quantum de măsurători de circa 4000 de măsurători per baterie. Elementele de alimentare sunt baterii tip acumulator, reîncărcabile.

Partea de afișare este realizată unitar, cu un lcd PiTFT 480x320 3.5" TFT+Touchscreen, comenzile de operare fiind asigurate inclusiv pe această cale. Imaginea obiectului de măsurat va fi afișată în timp real pe display-ul LCD color simultan cu valorile măsurate și datele selectate de operator. Dispozitivul utilizează în acest sens o cameră video ce capturează imaginea prin intermediul unui sistem opto-mecanic de mărire având factor de magnificare 7x și diametrul obiectivului de 18 mm. Reglajele de clar ale sistemului optic, sincronizat cu punctul de măsurare, se fac manual de către operator și au o plajă de clar cuprinsă între 50 cm și infinit. Sistemul optic de vizualizare are sticla optică de cea mai bună calitate de tip BaK 4 (Schott) și depuneri antireflex FMC.

Sistemul optic asigura cadrarea elementului de măsurat, afișând în timp real pe ecran imaginile captate prin dispozitivul optic. Peste imaginea în sine sunt afișate și valorile măsurate selectabile de către utilizator. Sistemul este prevăzut cu posibilitatea de a imagina poze sau filme efective ale măsurătorilor în contextul timp real și înscrierea istoricului tuturor măsurătorilor pe un suport nevolatil tip SD/MMC/SDIO card. Sistemul va putea folosi sistemul GPRS pentru a utiliza funcții de tip IOT pentru transmiterea prin internet a datelor măsurate în timp real către orice locație sau laborator de prelucrare a măsurătorilor. Sistemul este proiectat special ca un sistem deschis, ce va putea fi în continuare îmbunătățit într-o fază ulterioară prin cuplarea la sisteme de sateliți tip GPS sau GLONASS pentru auto poziționare și determinarea efectivă a poziției corpului măsurat.

## 2. ELEMENTE COMPONENTE ȘI ANALIZA ACESTORA

**Modul - Sistemul central de calcul.** Din cauza cantității mari de informație prelucrată dar și din cauza necesității gestionării unei interfețe grafice foarte puternice necesară prelucrării imaginilor în timp real, sistemul se grupează în jurul unui sistem de calcul cu procesor ARM 1176JZF cu 512 G RAM și placă video Broadcom Videocore IV (cu funcții Open GL). Sistemul de calcul de tip PI OEM folosește ca sistem de operare o distribuție Linux gratuită și dedicată de tip Raspian open source (ver.150312).

Sistemul de calcul (SC) are următoarele porturi disponibile:

- USB = 2 - USB 2.0 ports;
- Ieșire Video = Composit RCA și HDMI;
- Ieșire Audio = 3.5mm și HDMI;
- Stocare nevolatilă înscriere/ștergere = slot pentru SD/MMC/SDIO card;
- Port de Rețea = 10/100 RJ-45;

- Periferice de semnal slab =  $8 \times$  GPIO, UART, I<sup>2</sup>C bus, SPI bus cu două chip select;

- Port camera de luat vederi = Micro-camera tip RAS-33;

Astfel s-a asigurat o mare conectivitate cu restul elementelor hardware, totul reducându-se la modul în care acestea sunt configurate, controlate și utilizate doar utilizând elemente specifice de software pentru a realiza toate funcțiile dorite. Softurile vor fi făcute în C++, Java și Python. Un astfel de sistem are marele avantaj că poate fi configurat, schimbat, modificat și upgradat în continuare cu noi funcții și utilități ce vor face subiectul viitoarelor upgrade ale sistemului, așa cum s-a hotărât în tema inițială. El devine astfel un sistem „deschis” aproape tuturor ideilor ulterioare prevăzute sau încă neprevăzute.

Acest modul permite, prin intermediul unui port HDMI, cuplarea sa, sincron cu afișorul de 2,8” LCD, la un display sau TV de mari dimensiuni pentru ușurarea lucrului în faza de concept sau ulterior pentru reprogramări, reconfigurări sau la descărcarea și vizualizarea datelor imaginatate pe suportul nevolatil de tip card SD/MMC/SDIO.

**Modul - Sistemul de captare video.** Sistemul de calcul are prevăzută și interfața pentru micro-camera de luat vederi de tipul RAS-33. Comunicarea se face pe port separat eliberând astfel portul serial 232 necesar pentru prelucrarea informațiilor de măsurare. Micro-camera este de tip HD (High Resolution) având senzor de 5 Megapixeli. Astfel se pot captura imagini cu orice rezoluție până la 2592 pixeli X 1944 pixeli și imaginile video au format tot HD cu rezoluții de 1080p sau 720p. Interfața de mare viteză configurabilă software (OpenGL) este deosebit de rapidă, asigurând vizualizarea țintei în timp real cu o frecvență de peste 30 cadre pe secundă asigurând o vizualizare fluentă a imaginii și informațiilor adiacente afișate pe ecran (măsurători și indicații separate de interfață). Mai mult decât atât, poate gestiona rapid execuția în paralel a funcțiilor de salvare (tip salvare cadre) pe suportul nevolatil de tip SD/MMC/SDIO card. Astfel există la sfârșitul unei etape de măsurători și un set de imagini ce conțin nu numai datele efective ale măsurătorilor efectuate dar și imaginea reală a țintei.

**Modul - Sistemul interfața/afișare.** Sistemul, trebuie să fie unul portabil și în consecință s-a hotărât utilizarea unui mini display color de 2,8” de tip LCD TFT cu rezoluție 320x240 pixeli pe 16 biți de culoare. Acesta folosește o interfață SPI de mare viteză existent pe sistemul SC având controller separat pentru placă Video de tip Broadcom IV. Placa video, în acest context, asigură afișarea informațiilor preluate de la cameră și de la măsurători în flux de timp real fără întreruperi așa cum a fost

prevăzut în proiect. Vor exista afișate pe ecranul LCD sincron (într-o interfață cu design dedicat) atât valorile măsurate cât și imaginile în timp real ale țintei măsurate (color 16 biți). S-a ales un ecran ce conține un touchscreen capacitiv deoarece pentru a minimiza numărul de butoane mecanice se dorește să se utilizeze cât mai multe butoane soft de pe ecran (numărul, forma și funcțiile butoanelor ce se vor mai adăuga în program va fi definitivat la partea de punere în funcțiune a sistemului pentru o mai bună ergonomie și ușurință în utilizare). Există în această fază un număr de butoane strict necesar pentru funcționare:

- buton soft pentru pornirea programului de măsurare;
- buton soft pentru părăsirea programului de măsurare;
- buton soft pentru testarea configurării hardware;
- buton soft pentru salvare tip cadru cu cadru a măsurătorilor per imagine ținta;

În mod cert este posibil ca la punerea în funcțiune să mai apară butoane suplimentare funcție de alte evenimente sau acțiuni sau aplicații ce se vor considera interesante și utile pentru operator. Practic se poate vorbi și aici despre o interfață tip „deschisă” spre aproape orice upgrade ulterior, bineînțeles limitat totuși per pagina (fereastra de lucru) de dimensiunile efective ale ecranului în contextul suprafeței și vizibilității acestuia. Numărul de butoane mecanice este astfel redus la doar două:

- buton configurare rapidă funcție de măsurat;
- buton de începere măsurare;

Aceste butoane trebuie, în conceptul nostru, să fie mecanice pentru a asigura independența măsurătorilor față de afișare ecran (pentru a evita probleme de vizibilitate posibile a apărea atunci când se execută măsurători afară, în lumină solară extrem de puternică).

**Modul - Sistemul transfer serial.** Pentru asigurarea transferului de date dintre modulul optic emisie recepție și Sistemul Central de Calcul este necesară o conversie bidirecțională a semnalului TTL serial 5V/3V. Astfel se asigură transferul datelor între cele două module și reformatarea lor coerentă asigurându-se viteze mari de transfer.

**Modul - Sistemul optic emisie recepție.** Acest modul tip MOD3CI OEM conține partea optică formată din 2 sisteme optice dublet tratate antireflex aferente părții de emisie impuls laser și respectiv recepție impuls laser. Modulul conține și formatorii de semnal spre o ieșire de tip serial TTL 5V. Informația receptată de acest modul este transferată prin Sistemul de transfer serial spre o intrare serială a Sistemului Central de Calcul. De aici sistemul

central de calcul, prin intermediul unui soft specializat (făcut în C++), preia aceste date, le prelucrează și le face disponibile, spre diversele periferice (ecran LCD, card SD) și implicit operatorului.

**Modul - Sistemul opto-mecanic.** Pentru a se asigura o bună vizibilitate a țintei în special la distanțe mari, va fi plasat în axa microcamerei video un sistem opto mecanic de tip Echo Pocket Scope 7x18. Acesta asigură o magnificație 7X și un câmp vizual real de 3,40 grade. Acesta este necesar atât pentru a avea o imagine mai bună a țintei cât și pentru a reduce din perturbațiile luminoase provenite din surse de lumină laterală. Sistemul are reglaj de clar manual cu o plajă de la 0,5m până la infinit. Sistemul de prindere permite schimbarea sistemului opto-mecanic cu alte sisteme având magnificații mai mari sau posibilități zoom funcție de necesitățile aferente vizibilității la distanțe foarte mari de până la 3 km.

**Modul - Sistemul de alimentare.** Sistemul dispune de două modalități de alimentare. Un modul staționar cu alimentare de la 220 Vca/50 Hz și un modul portabil de tip acumulator. Modulul staționar asigură o ieșire de 9 Vcc și o ieșire de 5 V cc. Modulul portabil este compus din 2 acumulatori unul de 5 V/12 A și unul de 9 V/890 mA.

### 3. SCHEMA BLOC ȘI DIAGRAMA FRITZING

Sistemul este compus din 7 module principale de tip OEM, interconectate între ele conform schemei bloc prezentate în figura 1. Modulele sunt reprogramabile, și controlabile software prin intermediul Sistemului central de calcul. Aceasta abordare a fost aleasă din cauza deosebitei elasticități a unei astfel de structuri în ceea ce privește funcțiile necesare funcționării în regimul dorit, dar și a posibilităților enorme de reconfigurare/upgradare cu noi funcții ce se vor dovedi necesare în viitor. Astfel configurarea software va direcționa fluxul de informații transmise de blocul (5) prin intermediul blocului de reformatare și transfer serial (4) către sistemul central de calcul (1). Sincron cu acest flux de date, prin modulul (6) imaginea țintei este transferată optic modulului (2a,2) respectiv modulul de captare video, creându-se astfel un alt set de date de astă dată de tip imagine video. Acest flux va intra în Sistemul central de calcul și va fi transferat prin interfața de afișare (3) spre elementul de afișare tip ecran LCD (modul 3a). Astfel în memoria grafică și implicit pe ecran vom avea cele 2 tipuri de informații puse în comun în ferestre grafice respectiv datele calculate

## SISTEM INTEGRONIC INTELIGENT VIDEO-LASER PENTRU MĂSURAREA DISTANȚEI ȘI VITEZEI

aferente măsurătorilor efectuate și imaginea efectivă a țintei măsurate. La acest nivel se va efectua inclusiv capturarea datelor pe suport nevolatil. Memoria (1a) de tip nevolatil este un card SD/MMC/SDIO.

Aici se află sistemul de operare, softurile de interfațare și formatare semnal, softurile de calcul ale datelor și datele efective aferente măsurătorilor efectuate de operatori.

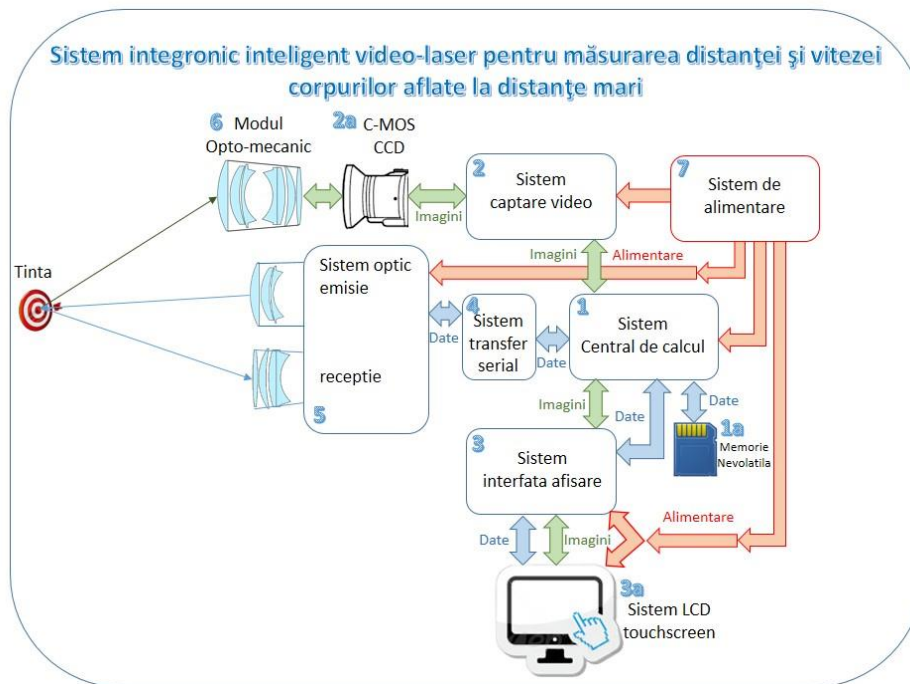


Fig. 1. Schema bloc.

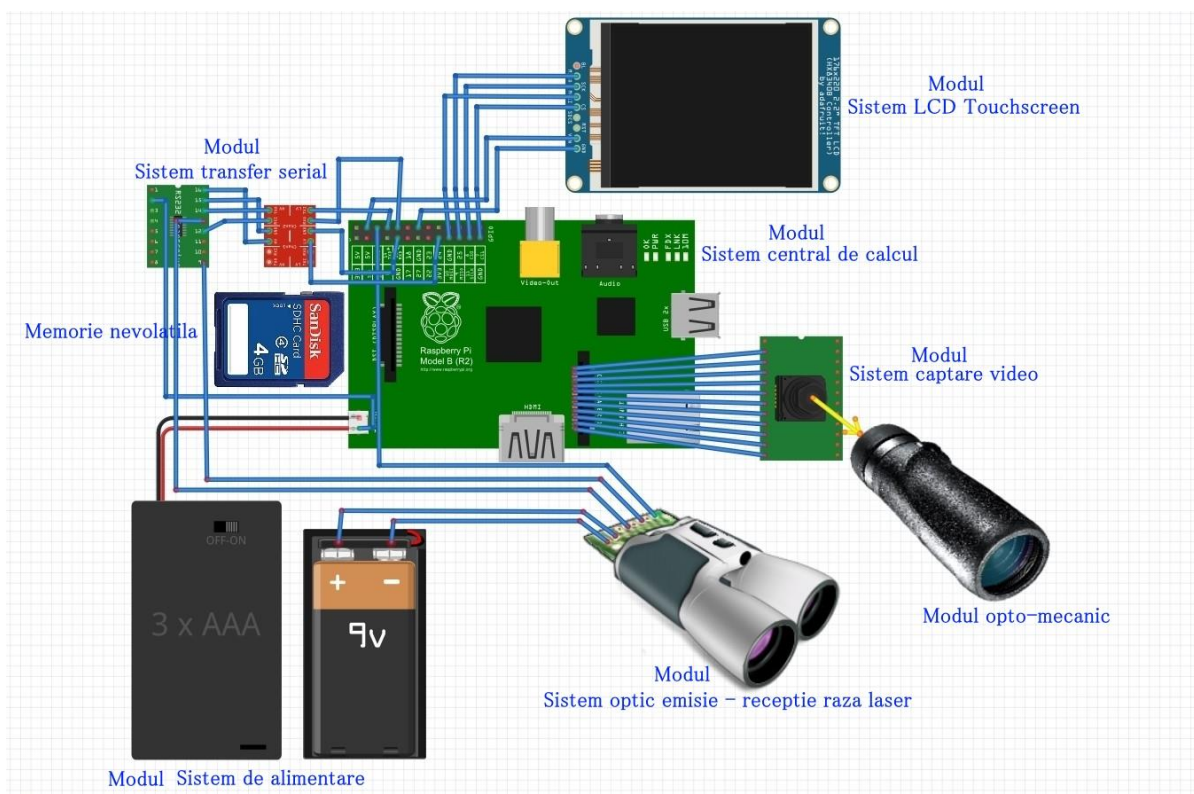


Fig. 2. Diagrama Fritzing – interconectarea hardware a modulelor.

Ecranul LCD (3a) va fi în același timp și interfața de comandă a operatorului cu sistemul, prin intermediul touchscreen-ului existent.

În figura 2 este prezentată diagrama Fritzing a sistemului, inclusiv sistemele de cuplare inter-blocuri.

#### 4. SOFT ȘI INTERFAȚA (VERSIUNEA BETA)

Pentru o mai ușoară realizare și miniaturizare au fost folosite module OEM configurabile software prin intermediul unie platforme de calcul tip micro PI (RaspberryPI). Modulele sunt cuplabile în majoritatea cazurilor cu fire și panglici tipice, flexibile, permițând aranjarea și montarea plăcilor cât mai ergonomic și într-un volum cât mai mic. Astfel se preconizează ca în final întreg sistemul să nu depășească dimensiunile 100X90x70mm. În acest moment suntem în faza de teste și experimentări a intercomunicației dintre module. Interfața grafică are deja o primă formă și poate controla procesul de achiziție imagini și film precum și gestionarea bazei de date stocate. În figurile 3, 4 și 5 sunt prezentate meniul principal, captura imaginii și meniul lipsă imagini.



Fig. 3. Meniu principal.



Fig. 4. Captura imaginii.



Fig. 5. Meniu lipsa imagini.

Interfața are deja opțiuni tip IOT, momentan în condiții de laborator utilizându-se internet cu conexiune UTP și facilitatea Dropbox pentru definitivarea funcțiilor și formatelor de transfer. Partea de GPRS nu este încă implementată urmând a fi adăugată

ulterior. De asemenea au fost finalizate funcțiile de transfer și afișare a distanțelor pe o interfață de tip windows urmând, la finalul interfațării vitezei, să fie portate pe RaspianPI.



Fig. 6. Meniu alegere suport stocare.



Fig. 7. Meniu alegere rezoluție.



Fig. 8. Meniu alegere expunere.

În figurile 6,7,8, și 9 sunt arătate capturi din Meniu reprezentând alegere suport stocare, alegere rezoluție; alegere expunere și ieșire din program.



Fig. 9. Meniu ieșire din program.

Partea mecanică a sistemului a fost făcută în SolidWorks format .stl special configurat pentru execuția prin printare 3D pe sistemul existent în institut imprimanta OBJET 3D Stratasys (Figura 10).

Partea de cuplare cu sistemul opto-mecanic este încă în lucru în programul CAD urmând să fie la rândul ei executată prin tipărire 3D. Am folosit plastic depus prin sinterizare cu UV în primul rând din cauza masei reduse, dorite per tot ansamblul sistemului cel puțin în această fază de prototip. A fost luat în calcul și posibilitatea executării de versiuni de carcase adecvate viitoarelor posibile medii și condiții vitrege de funcționare.

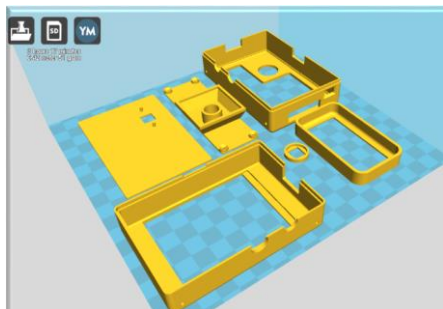


Fig. 10. Carcasa sistemului central de calcul și camera.

## 5. CONCLUZII

Deși nu putem încă definitiva concluziile finale în adevăratul sens al cuvântului, având în vedere că sistemul este încă în lucru, putem totuși stipula niște pre-concluzii. Astfel se poate spune că sistemul în sine, modulele folosite și ideea de bază de la care s-a pornit sunt corecte și funcționale. Se poate spune că

sistemul poate fi nu numai definitivat în parametri propuși dar și îmbunătățit ulterior (nu numai cu modul și funcțiile GPS). În același timp pe măsură ce lucrarea științifică evoluează se constată apariția de noi adaptări și îmbunătățiri posibile ceea ce confirmă că conceptul inițial al acestuia este bine ales și se poate privi optimist spre o finalizare cât mai rapidă și corectă. Concluziile finale vor fi cu adevărat la finalul lucrării științifice ceea ce va constitui subiectul unei alte lucrări științifice pentru un simpozion științific AGIR.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Eben Upton and Gareth Halfacree, *Raspberry Pi User Guide 2nd Edition*, John Wiley & Sons Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom, 2014
- [2] Gheorghe Ion GHEORGHE, Anghel CONSTANTIN, Sergiu DUMITRU, *Microingineria Mems & Nems Inteligente*, Editura CEFIN, București, Romania, 2013
- [3] Gheorghe Ion GHEORGHE, *Adaptronica Sistemelor Inteligente*, Editura AGIR, București, Romania, 2014
- [4] Matt Richardson and Shawn Wallace, *Getting Started with Raspberry Pi*. Published by O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, United States of America, 2013
- [5] Cay Horstmann and Rance D. Nicaise, *Python for Everyone*, John Wiley & Sons Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom, 2014
- [6] Y.Daniel Liang, *Introduction to Java Programming 8-th edition*, Pearson Higher Education. Upper Saddle River, New Jersey, 07458, 2011

---

## Despre autori

Drd. ing **Dorin ANGELESCU**

Universitatea „Valahia”, Târgoviște – Școala Doctorală Inginerie Mecanică, Târgoviște, România

Este inginer automatist având o experiență în cercetare, execuție și proiectare de peste 30 ani în domeniile Electronică, IT hardware și Software, Mecatronică și Optică. Este angajat al Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării (INCDMTM) - București, România fiind șeful Laboratorului de Tehnologii Aditive.

Prof. Dr. H.C. EurIng. dr. ing. **Gheorghe Ion GHEORGHE**

Universitatea Valahia Târgoviște – Școala Doctorală Inginerie Mecanică, Târgoviște, România

Este cercetător științific principal gradul I, având o experiență în cercetare și management de peste 47 de ani în domeniile Mecanica Fină, Tehnica Măsurării Inteligente, Robotică, Mecatronică, Integronică, Adaptronică și Cyber-Mix Mecatronică. Este angajat al Institutului Național de Cercetare și Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării – INCDMTM din București, România. Este director general la Institutului Național de Cercetare și Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării, din anul 2006 și până în prezent. Este profesor universitar Dr. H.C. EurIng dr. ing. și are activitate universitară la U.P.B, U.T.M și U.V.T. Este membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din România (ASTR).