

UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” DIN
IAȘI
FACULTATEA DE FIZICĂ

TEZĂ DE DOCTORAT

*Contribuții la dezvoltarea de curriculum dedicat
nanotehnologiilor, senzorilor și actuatorilor*

REZUMAT

DOCTORAND:

CIUCIU (CĂS. FARCAȘ) Lidia Cerasela

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof. univ. dr. habil. ENĂCHESCU Cristian

IAȘI
2024

MULȚUMIRI

*Doresc să aduc sincere mulțumiri și sentimente de recunoștință coordonatorului meu științific, domnului **prof. univ. dr. habil. Cristian Enăchescu**, pentru tot sprijinul acordat în elaborarea tezei de doctorat. Îi mulțumesc domnului profesor pentru încurajarea permanentă și ajutorul oferit în depășirea tuturor obstacolelor care s-au ivit în elaborarea și finalizarea acestei teze.*

Mulțumiri, deosebite doresc să le aduc și membrilor comisiei de îndrumare pentru timpul prețios acordat, pentru sfaturile științifice și pentru îndrumarea permanentă în parcurgerea studiilor doctorale.

Nu în ultimul rând, doresc să adresez sincere mulțumiri membrilor familiei mele pentru atenția, înțelegerea, căldura și sprijinul acordat în mod constant de-a lungul acestor ani. În special, doresc să-i mulțumesc soțului meu pentru încrederea necondiționată în munca și în capacitatea mea de a elabora această teză.

*Cu deosebită dragoste, dedic această teză copiilor mei, **David** și **Luca** care mi-au dat putere să trec peste toate obstacolele ivite și care m-au determinat, prin simpla lor prezență să finalizez cu bine această teză.*

Cuprins

Argument.....	6
Introducere.....	7
CAPITOLUL1: ROBOTICA ȘI TENDINȚELE DE DEZVOLTARE A ROBOTICII, MECATRONICII ȘI INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN TOATE DOMENIILE	10
1.1 Robotica.....	10
1.2 Mecatronica.....	10
1.3 Inteligența Artificială.....	10
1.4. Relația robotică – mecatronică – inteligență artificială	10
1.5 Stadiul actual al dezvoltării roboticii	11
1.6 Concluzii.....	11
CAPITOLUL 2. SENZORI ȘI ACTUATORI.....	12
2.1 Introducere	12
2.2 Senzori	12
2.3 Moduri de implementare a senzorilor în construcția roboților	12
2.4 Tipuri de senzori utilizați în construcția roboților.....	12
2.5 Metode de citire a datelor de la senzori.....	13
2.6 Actuatori	13
2.9 Exemple de senzori	13
2.9.1 Senzori de temperatură	13
2.9.2 Senzori de umiditate	14
2.9.3 Senzori de gaze	14
2.9.4 Senzori de deplasare	15
2.10 Concluzii.....	15
CAPITOLUL 3. MATERIALE ȘI TEHNICI UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA DE SENZORI ȘI ACTUATORI.....	16
3.1 Introducere	16
3.2 Materialele magnetostrictive	16

3.3 Materiale multiferoice	16
3.4 Materiale termosensibile	16
3.5 Materiale chemosensibile	17
3.6 Materiale electrostrictive.....	17
3.7 Concluzii.....	17
CAPITOLUL 4: EDUCAȚIA CU ȘI PENTRU NOILE TEHNOLOGII. EDUCAȚIA PENTRU MECATRONICĂ ȘI ROBOTICĂ.....	
4.1 Introducere	18
4.2 Educația pentru mecatronică	18
4.3 Educația pentru robotică.....	18
4.5 Domenii de pregătire profesională în mecatronică și robotică la nivel liceal	19
4.6 Domenii de pregătire educațională în mecatronică și robotică la nivel universitar în România	19
4.7 Pregătirea educațională în mecatronică și robotică la nivel internațional.....	19
CAPITOLUL 5. ACTIVITĂȚI FORMALE ȘI INFORMALE PENTRU CUNOAȘTEREA NOILOR MATERIALE ȘI TEHNOLOGII UTILIZATE ÎN REALIZAREA DE SENZORI ȘI ACTUATORI.....	
5.1 Introducere.....	20
5.2 Educația formală și informală	20
5.2.1 Educația formală.....	20
5.2.2 Educația informală	20
5.3 Activități informale și formale	20
CAPITOLUL 6 CONȚINUTUL ACTIVITĂȚII INFORMALE – CLUBUL DE ROBOTICA NANOTECHFUN	
6.1 Introducere	21
6.2 Organizarea clubului de robotică NanoTechFun	21
6.3 Activitățile practice ale clubului de robotică NanoTechFun.....	22
6.4 Rezultatele funcționării clubului de robotică.....	26

CAPITOLUL 7: CONȚINUTUL ACTIVITĂȚII FORMALE – CURRICULUM ÎN DEZVOLTAREA LOCALĂ	27
7.1 Introducere	27
7.2 Elemente de teoria curriculumului și de cercetare educațională..	27
7.2.1 Conceptul de curriculum	27
7.2.3 Curriculum Național	27
7.3. Elemente de cercetare educațională.....	27
7.3.1 Cercetarea educațională	27
7.3.3 Nivelurile cercetării educaționale	28
7.3.4 Tipuri de cercetare educațională	28
7.3.5 Metode de colectare a datelor cercetării educaționale.....	28
7.4. Curriculum în dezvoltarea locală	28
7.4.1 Conținuturile curriculumului în dezvoltarea locală.....	29
7.4.2 Activitățile practice ale CDL-ului "Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și roboților"	30
7.4.3 Rezultatele implementării CDL-ului "Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și roboților"	42
CONCLUZII GENERALE	46
Contribuții personale	48
LISTĂ DE LUCRĂRI	49
BIBLIOGRAFIE.....	52

Argument

Noile tehnologii afectează modul în care trăim, lucrăm, ne jucăm și, cel mai important, învățăm. Pentru multe școli, în special cele din mediul rural, care încearcă să implementeze cele mai recente tehnologii în activitățile de instruire, este o mare provocare și o strategie pe termen lung care ridică probleme, deoarece se lovesc de multe obstacole: lipsa unui curriculum adecvat pentru diferite specializări, lipsa spațiului, lipsa fondurilor necesare pentru a susține aceste activități etc.

Înțelegând conceptele fundamentale pe care se bazează noile tehnologii, elevii vor ști cum să le folosească în mod corect și responsabil și vor deveni interesați în procesul de învățare a lor și cu ajutorul lor. Combinarea noilor tehnologii, utilizând robotica, cu instruirea tradițională în cazul liceelor vocaționale reprezintă un exemplu în care introducerea noilor tehnologii poate îmbunătăți experiența de învățare și poate crea noi oportunități pentru elevi de a îndrăgi fizica, ingineria și inovația. Utilizând senzorii, actuatorii și microprocesoarele în practica învățământului vocațional, modelul tradițional de învățare pasiv este înlocuit cu unul activ și profesorii își pot schimba drastic rolul în mentor, inovator, sau consilier și antrenor.

Folosind în clasă sau în afara clasei activități educaționale formale sau informale, cu și despre noile tehnologii, experiența de învățare va fi transformată, iar elevii pot avea acces la o serie de noi oportunități. Înțelegând modul în care funcționează senzorii, actuatorii și microprocesoarele și învățând cum să le programeze, elevii vor dezvolta competențe noi în rezolvarea de probleme și a proiectelor de echipă. Cu ajutorul educatorilor, noile tehnologii pot provoca elevii să gândească critic, să fie mai creativi și mai conectați la viitorul lor.

Introducere

Într-un impas al dezvoltării educației, în care procesul de învățare a rămas la stadiu de teorie, laboratoarele de fizică, chimie, științe fiind transformate în săli de cursuri și astfel limitând realizarea învățării prin practică, provocarea profesorilor de azi este de a găsi metodele cele mai accesibile secolului în care ne aflăm pentru a realiza o educație care să pregătească elevii și pentru viitor nu doar pentru prezent, încercând astfel, să răspundă la întrebarea: *„cum putem pregăti în mod adecvat elevii pentru a se integra activ social și economic în acest secol marcat de noile tehnologii, și în același timp să facă față cu succes unor profesii care momentan nu sunt pe piața muncii?”*

Studiul prezentat în această teză a urmărit să măsoare impactul utilizării activităților formale și informale având la bază dispozitivele și materialele din domeniul noilor tehnologii cu scopul de a crește la elevi motivarea studierii disciplinelor din domeniul STEM.

Teza este structurată pe șapte capitole.

Primul capitol cuprinde o documentare legată de noțiunea de robotică, mecatronică și inteligență artificială. În acest capitol este redată și evoluția roboticii în decursul istoriei, prezentată print-o clasificare a roboticii în șase generații.

În capitolul al doilea sunt prezentate noțiunile teoretice legate de senzori și actuatori. În conținutul capitolului se regăsesc și principalele clase de senzori și actuatori utilizați în construcția roboților, modul de implementare a senzorilor și a actuatorilor în construcția roboților, precum și principalele metode de citire a datelor de la senzori. Capitolul se încheie cu o descriere a celor mai utilizați senzori din domeniul roboticii.

Capitolul al treilea reprezintă o trecere în revistă a principalelor efecte fizice care stau la baza funcționării senzorilor. În urma studierii bibliografice a

materialelor s-a putut concluziona că: siliciul este unul dintre cele mai utilizate materiale la fabricarea senzorilor; polimerii conductivi sunt o alegere populară pentru senzorii flexibili și portabili; metalele nobile (Au, Ag) sunt utilizate în senzorii optici și de temperatură; oxizii metalici sunt potriviți pentru detectarea gazelor și a umidității; ceramica piezoelectrică este utilizată în senzorii cu ultrasunete și vibrații.

În capitolul patru se prezintă o documentare legată de educația pentru robotică și mecatronică cu scopul de a motiva necesitatea introducerii disciplinelor din aceste domenii în programele școlare, în vederea trezirii la elevi a interesului pentru noile tehnologii și în același timp de a crește motivarea studierii disciplinelor din domeniul STEM. În acest capitol sunt redată și exemple de curricula pentru specializarea „Mecatronică” la nivel liceal, un exemplu de plan de învățământ pentru domeniul „Mecatronică și Robotică”, la nivel universitar, precum și un program de predare a roboticii la nivel internațional.

Capitolul cinci tratează activitățile formale și informale prin abordarea teoretică a educației formale și a educației informale în scopul motivării introducerii roboticii în sala de clasă prin intermediul căreia elevii își pot dezvolta abilități și competențe legate de planificare, organizare, coordonare, abilități practice de rezolvare a problemelor, lucru în echipă, încredere în sine, disciplină și responsabilitate.

În capitolul șase este prezentat conținutul activității informale realizat practic cu elevii prin intermediul unui club, Clubul de robotică NanoTechFun. În acest capitol sunt prezentate interpretarea sondajului de opinie aplicat elevilor în urma căruia s-a putut identifica nevoia de înființare a acestui club și exemple de activități practice realizate în cadrul clubului, utilizând mediul de dezvoltare Arduino, setul de robotică Lego Mindstorms EV3 și microcontrolerul BBC Micro:Bit. În încheierea capitolului sunt redată principalele rezultate ale funcționării clubului prin întărirea ideii că un club de robotică poate reprezenta o modalitate de introduce a educației informale pentru robotică în școli, deoarece

înființarea unui club de robotică reprezenta o oportunitate pentru elevi de a-și petrece timpul liber într-un mod creativ, de a experimenta programe și montaje și de a-și folosi propriile idei pentru a inventa și a descoperi fenomenele specifice disciplinelor din domeniul STEM.

Capitolul șapte cuprinde conținutul activității formale realizată prin introducerea curriculum-ului în dezvoltarea locală „Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și roboților”. Capitolul debutează cu o prezentare generală a conceptului de curriculum și a tipurilor de curriculum. În cadrul acestor activități a fost realizată și o cercetare educațională folosind ca metodă de colectare a datelor calitative observația – limbajul corpului, iar ca metodă de colectare a datelor cantitative chestionarul. Capitolul prezintă și activitățile practice ale CDL-ului, care constau în construirea unor senzori și actuatori, interfațați microcontrolerului Arduino și conectați la Excel Data Streamer cu ajutorul cărora s-au realizat diverse dispozitive inteligente. În finalul capitolului este redat impactul activităților realizate în cadrul CDL-ului asupra elevilor, fiind analizat în două etape, în prima etapă atitudinea elevilor a fost studiată analizând înregistrările video ale activităților, iar a doua etapă a constat în aplicare unui chestionar de satisfacție în vederea identificării interesului elevilor pentru acest tip de activități, dar și a satisfacției participării la astfel de activități.

Teza se încheie cu o secțiune de concluzii generale rezultate din realizarea activităților formale și informale, precum și perspective pentru cercetările viitoare în domeniu, urmate de lista referințelor bibliografice citate în lucrare și anexele care cuprind chestionarele și documentele realizate pentru buna desfășurare a activităților.

CAPITOLUL1: ROBOTICA ȘI TENDINȚELE DE DEZVOLTARE A ROBOTICII, MECATRONICII ȘI INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN TOATE DOMENIILE

1.1 Robotica

Robotica este o ramură interdisciplinară care cuprinde ingineria mecanică, ingineria electronică, informatica și alte domenii conexe. Acest domeniu urmărește să proiecteze, să construiască, să folosească roboții, dar și sistemele informatice pentru a-i controla, a prelucra informațiile și a realiza un feedback sensoristic. [2]

1.2 Mecatronica

Inițial mecatronica a fost înțeleasă ca o completare a componentelor mecanicii de precizie, ulterior, conceptul și-a schimbat sensul, extinzându-și aria de definiție. Astfel, mecatronica este știința inginerescă care se fundamentează pe disciplinele clasice ale construcției de mașini, dar și pe cele ale electrotehnicii, ale electronicii și ale informaticii. Obiectivul său principal este îmbunătățirea funcționalității utilajelor și a sistemelor tehnice prin contopirea disciplinelor componente într-un organism unitar. [4]

1.3 Inteligența Artificială

Inteligența Artificială (IA) se referă la capacitatea de a îndeplini sarcini asociate în mod obișnuit unei ființe inteligente de către un calculator digital sau un robot controlat de calculator. Termenul se aplică proiectelor de dezvoltare a sistemelor care sunt înzestrate cu procese intelectuale specifice ființelor umane, cum ar fi capacitatea de a gândi, de a descoperi sensul, de a generaliza sau de a învăța din experiența anterioară. [5]

1.4. Relația robotică – mecatronică – inteligență artificială

Mecatronica cuprinde elemente de la inginerie electrică, inginerie electronică, inginerie mecanică. Toate aceste elemente sunt strict legate de inteligența artificială și robotică. Din acest punct de vedere, mecatronica, Inteligența Artificială și robotica sunt strâns legate: mecatronica se axează în principal pe hardware-ul robotului la toate nivelurile, în timp ce inteligența

artificială și robotica au grijă de software-ul care fac robotul operativ și autonom.[5]

1.5 Stadiul actual al dezvoltării roboticii

În ultimele decenii, robotica a evoluat de la ficțiune la realitate devenind știința și tehnica proiectării, fabricării și utilizării roboților. Obiectivul principal al roboticii este construcția de dispozitive care execută sarcini definite de utilizator.[7]

În baza caracteristicilor și a utilizării roboților, dezvoltarea roboticii se poate clasifica în șase generații:

1. Generație 0: pre-roboți (până în 1950): - roboți pneumatici sau hidraulici.
2. Generația 1: primii manipulatori (1950-1967)
3. Generația 2: roboți cu senzori (1968-1977)
4. Generația 3: roboți industriali (1978-1999)
5. Generația 4: roboți inteligenți (2000-2017)
6. Generația 5: roboți umanoizi(2019 ...)[7]

1.6 Concluzii

Domeniul roboticii se află la intersecția multor domenii, variind de la inginerie la filozofie. În domeniul ingineriei, mecatronica se concentrează pe proiectarea de bază care formează structura scheletică a roboților, în timp ce ingineria informatică și inteligența artificială se concentrează pe proiectarea creierului care poate trage scheletul într-un mod inteligent, astfel încât robotul să poată coexista alături de oameni.

CAPITOLUL 2. SENZORI ȘI ACTUATORI

2.1 Introducere

Senzorii sunt utili în detectarea prezenței a fumului, a gazului, a focului, dar și pentru înregistrarea temperaturii, pentru deschiderea ușilor, toate aceste lucruri fiind posibile datorită senzorilor. Pentru îmbunătățirea performanțelor generale ale produselor cu senzori existente, actuatorii au devenit rapid elementele cheie iar adăugarea unor caracteristici suplimentare ale acestora au condus la obținerea de sisteme robotizate, în care senzorii joacă rol de organe de simț, iar actuatorii de mușchi.

2.2 Senzori

Rolul senzorilor este de a determina interconectări în cadrul procesului tehnic și de a converti mărimile de măsurat neelectrice în semnale electrice. [8]

Dezvoltarea rapidă a senzorilor produsă în ultimele decenii se datorează în special apariției unor materiale noi, dar și descoperirii de efecte inedite ce derivă din proprietățile acestora, ceea ce a favorizat un important progres în domeniul fizicii, în general, și în domeniul electronicii, în particular. [9]

2.3 Moduri de implementare a senzorilor în construcția roboților

Senzorii asigură informații primare referitoare la caracteristicile și parametrii mediului de operare al robotului. Sistemul senzorial al robotului este ansamblul acestor dispozitive și echipamente care transmit robotului informații despre mediul extern în care acesta evoluează și care îi dă posibilitatea acestuia să realizeze o comportare adaptivă față de orice modificări interne sau externe. Sistemul senzorial poate da informații despre parametrii intrinseci ai robotului (cum ar fi deplasare, viteză, accelerație) sau poate defini caracterul sau evoluția obiectelor din imediata proximitate a spațiului de operare. [10]

2.4 Tipuri de senzori utilizați în construcția roboților

În domeniul roboticii sunt utilizate mai multe categorii de senzori [11]: din punctul de vedere al locul de culegere a informațiilor și al funcției pe care o îndeplinesc, se disting: senzori interni (proprioceptivi) și senzori externi (exteroceptivi); din punctul de vedere al distanței de la care sunt culese

informațiile, există trei tipuri de senzori: senzori de contact; senzori de zonă apropiată (de proximitate) de tip optic, pneumatic sau electromagnetic și senzori de zonă îndepărtată, de tip acustic cu ultrasunete sau cameră video; din punctul de vedere al proprietăților obiectelor pe care le pun în evidență, se disting: senzori care determină formele și dimensiunile geometrice (de deplasare); senzori care determină proprietățile fizice ale obiectelor și senzori care determină proprietățile chimice ale obiectelor; din punct de vedere constructiv, există două tipuri de senzori: senzori activi (conțin emițător și receptor) și senzori pasivi (formați doar din receptor); după tipul semnalului furnizat la ieșire, există: senzori analogici și senzori numerici.

2.5 Metode de citire a datelor de la senzori

Pentru a extrage datele de la sistemul senzorial se pot folosi:

- Monitorizare (polling): urmărirea stărilor senzorilor prin bucle de program rulate mereu într-un mod invizibil prin programul principal. [10]
- Metoda întreruperilor: asigură programului principal posibilitatea unei folosiri a resurselor de calcul într-un mod mult mai eficient. [10]

2.6 Actuatori

Aceștia sunt „mușchii” sistemelor mecatronice, care primesc instrucțiuni de comandă (de regulă sub formă de semnal electric) și produc modificări în sistemul fizic prin generare de forță, mișcare, căldură, debit etc. [12]

În domeniul mecatronicii sunt utilizate mai multe categorii de actuatori: convenționali: hidraulici, pneumatici, electrici, magnetici și neconvenționali: materiale cu memoria formei, mușchi artificiali pneumatici, motoare piezoceramice etc.[13]

2.9 Exemple de senzori

2.9.1 Senzori de temperatură

2.9.1.1 Termocuplu

Termocuplu este cel mai frecvent utilizat senzor de temperatură în aplicațiile industriale și este abreviat TC. Acest senzor este extrem de robust, ieftin, auto-alimentat (activ) și poate fi conectat cu cabluri la distanțe lungi.[19]

2.9.1.2 Rezistor de detecție a temperaturii (RTD) - Termorezistoare

Rezistorul de detecție a temperaturii (Engleză RTD) este unul dintre cei mai preciși senzori și se bazează pe proporționalitatea dintre rezistența electrică a unui metal și temperatură. Acest senzor este fabricat din platină, nichel sau cupru.[19]

2.9.1.3 Termistor

Termistoarele sunt rezistoare dependente de temperatură, făcute atât din oxizi metalici, precum mangan, nichel, cobalt, cupru și fier, cât și din materiale semiconductoare. [20]

2.9.1.4 Senzori de temperatură semiconductori

Senzorii semiconductori sunt dispozitive realizate sub formă de circuite integrate. În mod obișnuit, acești senzori sunt cunoscuți ca senzori de temperatură CI. Aceștia sunt clasificați în diferite tipuri: senzor de temperatură cu ieșire de curent, senzor de temperatură cu tensiune de ieșire, diodă semiconductoare etc. [19]

2.9.2 Senzori de umiditate

Sunt dispozitive care fie sesizează prezența sau lipsa umidității, fie măsoară cantitativ valoarea acesteia.

Folosirea tehnologiei siliciului a dus la obținerea unor senzori de umiditate foarte eficienți, remarcându-se trei categorii: senzori capacitivi de umiditate integrați senzori MOSFET sensibili la umiditate și senzori de umiditate cu punct de condensare integrați. [21]

2.9.3 Senzori de gaze

Un senzor de gaz este un dispozitiv care detectează prezența gazului într-o zonă. Acest senzor interacționează cu un gaz pentru a măsura concentrația acestuia. [22]

Atunci când un gaz interacționează cu un senzor de gaz, gazul este mai întâi ionizat și apoi este adsorbit de elementul de detecție. Această adsorbție creează o diferență de potențial care este procesată de către microprocesor. [22]

2.9.4 Senzori de deplasare

2.9.4.1 Senzori de deplasare cu ultrasunete

Principiul de funcționare a acestei categorii de senzori presupune emiterea unor impulsuri sonore scurte, de înaltă frecvență, la intervale de timp regulate. Undele emise se propagă în aer cu viteza sunetului, însă, dacă întâlnesc un obstacol, acestea sunt reflectate ca semnal de ecou către senzor, care calculează distanța făcând diferența dintre timpul semnalului emis și timpul ecoului primit, distanța până la obiect fiind determinată măsurând timpul parcurs de undă. [25]

2.9.4.2 Senzori de deplasare optici

Senzorii de deplasare optici sunt construiți astfel încât, dacă se produce o schimbare a distanței dintre două părți ale senzorului sau între o parte a senzorului și un obiect în mișcare, va duce la o modificare în transmisie, reflexie, absorbție, împrăștiere sau difracție a unui fascicul de lumină [27]

2.10 Concluzii

Senzorii devin din ce în ce mai sofisticăți mai variați, datorită progreselor rapide ale tehnicii moderne, fiind utilizați cu prioritate în domenii ca: automatizări ale proceselor industriale de prelucrare care includ roboți; ingineria experimentală; construcția de automobile și de diverse utilități electrocasnice; agricultură; educație; armată; medicină; etc.

CAPITOLUL 3. MATERIALE ȘI TEHNICI UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA DE SENZORI ȘI ACTUATORI

3.1 Introducere

Noile tehnologii de realizare a dispozitivelor și a circuitelor electronice implică folosirea materialelor noi, care sunt structuri compuse naturale sau sintetizate artificial care utilizează substanțe cu proprietăți speciale. [28]

La baza utilizării acestor materiale cu proprietăți speciale stau următoarele efecte fizice [28]: piezoelectric, electrostrictiv, magnetostrictiv, magnetorezistiv, feromagnetic, electorezistiv, feroelectric, paraelectric, feroelastic, feroic, multiferoic, magnetoelectric, piroelectric.

3.2 Materialele magnetostrictive

Aceste materiale sunt folosite în diverse domenii tehnologice, fiind utilizate ca senzori magnetomecanici, transductori de forță, linii de întârziere, memorii magnetice, benzi de înregistrare ș.a. [29]. Există două categorii de materiale magnetostrictive: metalice și ceramice.

3.3 Materiale multiferoice

Materialele multiferoice sunt compuși care prezintă cel puțin două tipuri de ordonare cristalină, ordonare feromagnetică și/sau feroelectrică și/sau feroelastică. Definiția materialelor multiferoice este extinsă cu scopul de a îngloba atât ordonarea antiferomagnetică, cât și cea antiferoelectrică. În cazul unui material magnetoelectric, magnetizarea poate fi controlată de un câmp electric sau invers, polarizația electrică putând fi controlată de către un câmp magnetic. [31]

3.4 Materiale termosensibile

Există multe materiale termosensibile care sunt folosite în realizarea senzorilor. Cele mai utilizate sunt metalele. Siliciul semiconductor este utilizat pentru producerea microprocesoarelor în matrița cărora se găsesc mai mulți senzori termici.[35]

3.5 Materiale chemosensibile

Oxizii metalici formează clasa de materiale care a cunoscut cea mai largă aplicare în construcția senzorilor de gaz. Alegerea unui material adecvat pentru un senzor de gaz trebuie să se bazeze pe un răspuns bun al senzorului, sensibilitate scăzută la umiditatea aerului, selectivitate ridicată, histerezis scăzut, stabilitate ridicată a parametrilor în timp, o gamă largă de temperaturi de funcționare, cicluri termice bune și durabilitate în fața expunerii la diferite substanțe chimice. [37]

3.6 Materiale electrostrictive

Aceste materiale își pot modifica dimensiunile atunci când sunt plasate în câmp electric. Fenomenul de polarizare se realizează sub efectul unei tensiuni electrice sau mecanice externe.[38]

Materialelor electrostrictive sunt folosite în principal pentru construcția actuatorilor folosiți pentru obținerea traductorilor analogici de deplasare (dispozitive de poziționare), numiți și servotraductoare de deplasare. [38]

3.7 Concluzii

Alegerea materialelor potrivite pentru construirea senzorilor este crucială pentru a asigura performanță și durabilitate optime. Siliciul este unul dintre cele mai utilizate materiale la fabricarea senzorilor. Polimerii conductivi sunt o alegere populară pentru senzorii flexibili și portabili. Metalele nobile, cum ar fi aurul și argintul, sunt utilizate în senzorii optici și de temperatură datorită conductivității electrice ridicate și stabilității chimice. Oxizii metalici, cum ar fi oxidul de staniu sau oxidul de zinc au proprietăți de rezistență și conductivitate electrică care îi fac potriviți pentru detectarea gazelor și a umidității. Ceramica piezoelectrică este utilizată în senzorii cu ultrasunete și vibrații datorită capacității lor de a genera o sarcină electrică atunci când sunt supuse la deformări mecanice.

CAPITOLUL 4: EDUCAȚIA CU ȘI PENTRU NOILE TEHNOLOGII. EDUCAȚIA PENTRU MECATRONICĂ ȘI ROBOTICĂ

4.1 Introducere

Disciplinele educației pentru mecatronică și robotică ar trebui să ocupe un loc important în programele școlare, datorită caracterului activităților pe care le determină și finalitățile acestora. Prin ele elevii vor dobândi cunoștințe, priceperi și deprinderi specifice domeniului profesional de pregătire, se formează calități morale și intelectuale, precum atitudinea sinergetică, curiozitatea științifică, interesul pentru tehnologie, obișnuința de a aplica teoria în practică, atitudinea pozitivă față de muncă, determinând astfel motivația studierii disciplinelor din domeniul STEM

4.2 Educația pentru mecatronică

Prin promovarea interdisciplinarității, mecatronica a devenit baza demersurilor pentru stimularea inițiativei și a creativității. Laboratoarele interdisciplinare de mecatronică pot constitui fundamentul pentru materializarea principiilor: educație prin practică sau educație prin cercetare. Astfel de abordări sunt esențiale pentru a muta accentu de pe latura de informare pe cea de formare pe toate nivelurile procesului educațional.[39]

4.3 Educația pentru robotică

Educația pentru robotică este un mijloc extrem de eficient de a introduce gândirea sistematică, învățarea interdisciplinară, munca în echipă și abilitățile de management al proiectelor. Cursurile eficiente pot fi structurate în jurul unui obiectiv specific, al unui concurs sau al unei provocări care le permite elevilor și studenților să creeze și să investigheze liber probleme de proiectare inginerescă. Tendințele și direcțiile actuale de acțiune vor îmbunătăți competențele elevilor și ale roboților pe care aceștia îi construiesc. [44]

4.5 Domenii de pregătire profesională în mecatronică și robotică la nivel liceal

Mecatronică reprezintă un domeniu nou, interdisciplinar, în care sunt interconectate disciplinele mecanică, electrotehnică-electronică și informatică.

În țara noastră, specializarea „Mecatronică” a fost introdusă la nivel liceal, prin calificarea „Tehnician mecatronist” în anul 2002 (prin HG 44/2002), calificare ce se menține și astăzi în nomenclatorul calificărilor profesionale în vigoare (HG 866/2008).

4.6 Domenii de pregătire educațională în mecatronică și robotică la nivel universitar în România

Tinerii absolvenți ai liceelor cu specializare mecatronică, se pot perfecționa în aceste domenii urmând cursuri de licență și apoi de masterat la diferite Universități din țară, ca de exemplu Universitatea Politehnică din București, Facultatea de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, pune la dispoziție Domeniul: Mecatronică și Robotică, Program de studiu: Robotică.

4.7 Pregătirea educațională în mecatronică și robotică la nivel internațional

În țările dezvoltate domeniile robotică și mecatronică au înregistrat un interes crescut din partea instituțiilor statului și a instituțiilor private, investindu-se enorm în această nouă ramură a tehnologiei (Robotică și Mecatronică).

În majoritatea programelor de stat și private din Statele Unite ale Americii, se recomandă ca predarea roboticii în școli să aibă la bază următorii pași:

➤ La nivelul **școlii elementare**, predarea roboticii să înceapă cu concepte mai simple, cum ar fi principiile științifice ale distanței, vitezei, scripetilor, inerției și elasticității. [46]

➤ La nivelul **școlii medii și al liceului** se recomandă a se lucra cu proiecte mai complexe de robotică care includ motoare, senzori, regulatoare și programarea microcontrolerelor. Acesta este și nivelul la care se poate lua în considerare implicarea în competiții. [46]

CAPITOLUL 5. ACTIVITĂȚI FORMALE ȘI INFORMALE PENTRU CUNOAȘTEREA NOILOR MATERIALE ȘI TEHNOLOGII UTILIZATE ÎN REALIZAREA DE SENZORI ȘI ACTUATORI

5.1 Introducere

Implicarea elevilor în procesul instructiv care pune accent pe educația cu și pentru noile tehnologii are numeroase avantaje: ajută la dezvoltarea gândirii critice, permite selectarea situațiilor de învățare și a metodelor de lucru, duce la creșterea responsabilizării elevilor, la implicarea activă și stimulează încrederea de sine.

5.2 Educația formală și informală

5.2.1 Educația formală

Educația formală se referă la ansamblul acțiunilor educative, sistematice și organizate, elaborate și desfășurate în cadrul unor instituții de învățământ specializate. Aceasta are rolul de a organiza și structura sistemul cognitiv, aptitudinal și atitudinal al elevului, astfel încât să crească receptivitatea față de informațiile și valorile transmise prin intermediul educației nonformale sau informale. [48]

5.2.2 Educația informală

Educația informală cuprinde influențele educative neorganizate, nesistematice și nesubordonate unor finalități educaționale clare. Cuprinde totalitatea activităților instructive educative, experiențele și informațiilor cotidiene în care este implicată o persoană. [48]

5.3 Activități informale și formale

Activitatea educativă școlară și extrașcolară reprezintă spațiul aplicativ care permite transferul și aplicabilitatea cunoștințelor, abilităților, competențelor dobândite în sistemul de învățământ. [49]

Educația formală corespunde unui model de educație sistematic, adoptat de școli, organizat, structurat și administrat după un set de legi și norme, utilizând un curriculum destul de rigid din punct de vedere al obiectivelor, conținutului și metodologiei [50], iar, educația non-formală este flexibilă în privința programelor și a metodologiei cu învățarea non-aleatorie, dar intenționată și organizată.

CAPITOLUL. 6 CONȚINUTUL ACTIVITĂȚII INFORMALE – CLUBUL DE ROBOTICA NANOTECHFUN

6.1 Introducere

Pentru a susține și a încuraja pasiunea elevilor de la Liceul Tehnologic „Sfântul Ioan de la Salle” Pildești pentru electronică și robotică am hotărât să înființăm un club de robotică: Clubul NanoTechFun. Obiectivul principal al clubului este de a introduce și de a implementa elevilor de liceu, profil Electronică și Automatizări noțiuni de nanotehnologie legate de senzori, actuatori, microprocesoare sau microcontrolere, traductori și roboți.

6.2 Organizarea clubului de robotică NanoTechFun

Membrii clubului au fost selectați din rândul elevilor liceului în baza unui sondaj de opinii. Chestionarul de sondare a opiniei aplicat elevilor este structurat în patru părți: prima parte cuprinde informații personale, a doua parte informații legate de cunoașterea noilor tehnologii și raportul lor disciplinar cu Fizica și Electronica, a treia parte informații legate de cunoașterea conceptelor de bază referitoare la senzori, traductori, actuatori, nanodispozitive electronice, iar în ultima parte elevii au fost chestionați în legătură cu activitățile anterioare în cluburi sau cercuri ale elevilor și sunt rugați să motiveze aderarea la clubul NanoTechFun.

Sondajul a fost aplicat pe un eșantion de 65 de elevi cu vârste cuprinse între 14 – 18 ani, 38 de elevi fiind de sex feminin, iar 27 de elevi de sex masculin.

Analizând și interpretând răspunsurile elevilor s-a putut concluziona că nivelul general de informare al elevilor legat de nanotehnologie este scăzut, iar interesul lor pentru a învăța și a pune în practică anumite idei care ajută la

consolidarea și aprofundarea cunoștințelor ce fac legătura între nanotehnologie și electronică este ridicat.

Pentru a deveni oficial membri ai clubului, elevii selectați în urma analizei sondajului de opinie au depus și o Adeziunea de membru al Clubului NanoTechFun.

Pentru o buna desfășurare a activităților clubului a fost întocmit Regulamentul de ordine interioară a clubul NanoTechFun și Statutul clubului NanoTechFun.

6.3 Activitățile practice ale clubului de robotică NanoTechFun

Activitățile practice utilizează platforma ARDUINO, o placă de dezvoltare specifică sistemelor robotice, pentru familiarizarea cu modul de funcționare a senzorilor și actuatorilor, elemente de bază în automatizări și realizarea de mașini inteligente.

Pentru dinamizarea activităților și menținerea interesului pentru activitățile clubului a fost achiziționat setul educațional Lego Mindstorms EV3 care permite construcția de roboți cu diferite structuri de execuție și învățare.

Pentru diversificarea activităților, am introdus în cadrul activităților clubului și plăcuța BBC Micro:Bit. Principalul obiectiv al introducerii acestei noi componente este familiarizarea elevilor din ciclul primar cu noțiunea de senzor, de microcontroler, de robotică și cu modul de programare a roboților.

O selecție a lucrărilor realizate în cadrul clubului NanoTechFun:

➤ **Un montaj** ce cuprinde: un senzor de umiditate și temperatură de tip DHT11, un LCD, un rezistor și placa Arduino Uno cu ajutorul căruia putem monitoriza temperatura și umiditatea aerului, precum și modificare acestora în prezența factorilor externi (Figura 6.4) .

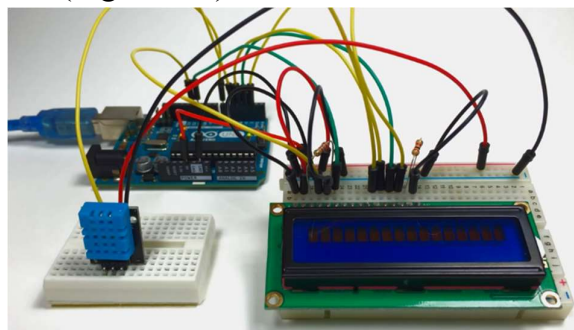


Figura 6.4: Macheta electronică de măsurare a temperaturii și umidității

➤ **Proiectul „Für Elise pe Arduino”**, montaj format din: plăcuța de dezvoltare Arduino Uno, un buzzer pasiv, 4 leduri și 4 rezistori. Montajul redă melodia Für Elise a lui Ludwig van Beethoven, cu ajutorul plăcuței Arduino Uno: prin oscilații pe anumiți pini cu o anumită frecvență care transmise apoi unui buzzer pasiv redă diverse note muzicale (Figura 6.5).

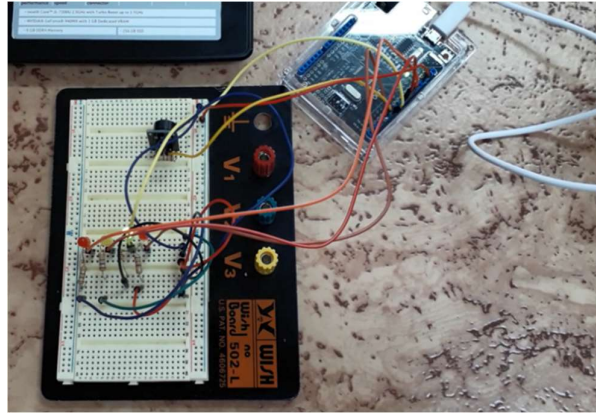


Figura 6.5: Montajul electronic de redare a melodiei Für Elise utilizând plăcuța Arduino

➤ **Robotul ”Follow a line”**, realizat cu setul Lego Mindstorms EV3. Utilizând un senzor de culoare și două motoare cu senzori de mișcare, robotul a fost programat (în Lego Mindstorms EV3 Home Edition) să urmeze o linie neagră pe un fundal alb (Figura 6.6).

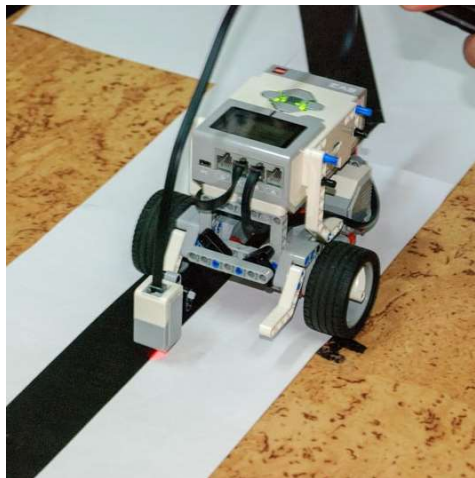


Figura 6.6: Robotul ”Follow a line”,

➤ **Robotul ”Color Sorter”** (Figura 6.7) - este construit cu cărămizi din setul Lego Mindstorms EV3, având la bază doi senzori, un senzor de culoare, setat pentru a recunoaște plăcile colorate care vor fi scanate și un senzor tactil care eliberează plăcile colorate scanate. Misiunea acestui robot este de a identifica culoarea plăcilor scanate și de a le sorta pe culori prin lansare. Robotul este

programat în Lego Mindstorms EV3 Home Edition, programul fiind alcătuit din mai multe bucle: o primă buclă pregătește robotul pentru începerea scanării, o buclă configurează scanarea, o buclă recunoaște culoarea scanată, redă sunetul specific culorii și lansează obiectul într-un coș de selecție și o buclă care aduce robotul la poziția inițială pregătindu-l pentru o nouă scanare.

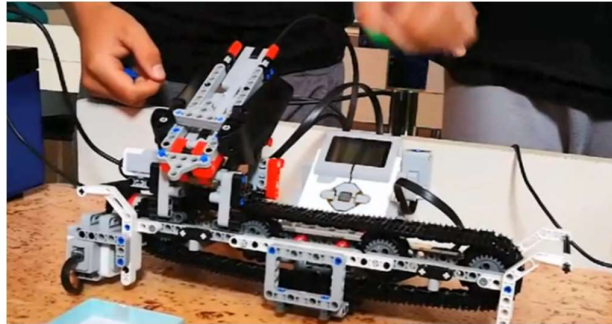


Figura 6.7: Robotul "Color Sorter"

➤ **Robotul „Robo mission”** (Figura 6.8): este o construcție din piese Lego Mindstorms EV3 echipată cu un montaj electronic format din două plăcuțe Arduino Nano, un Modul SparkFun Qwiic BME280, Modul GPS GY-NEO6MV2 și un Modul Slot Card MicroSD, programat în Arduino IDE (limbajul C++ adaptat la necesitățile mediului Arduino), să culegă date referitoare la calitatea aerului: temperatură, presiune, umiditate, altitudine și cantitate de CO₂, în același timp cu ajutorul Modulului GPS putem detecta și locația exactă a robotului. Datele culese de cei doi senzori vor fi salvate pe un card SD, astfel încât după întoarcerea robotului din misiune datele pot fi citite și interpretate. Robotul mai are atașată o cameră acționată prin wi-fi pentru a avea un control și asupra obstacolelor întâlnite pe traseu. Robotul are drept misiune culegerea de informații legate de calitatea aerului din zonele greu accesibile omului.

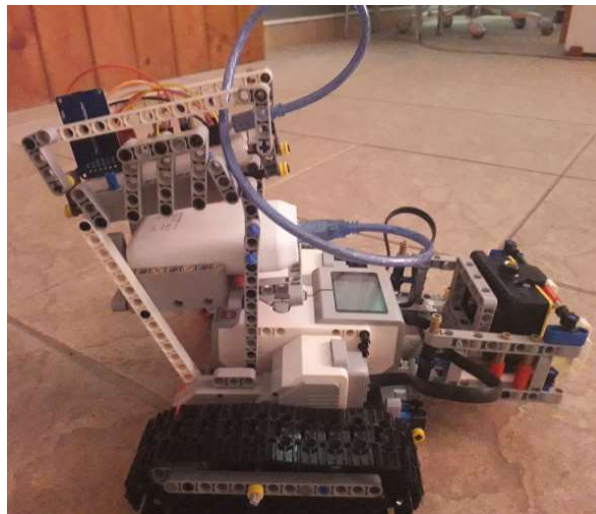


Figura 6.8: Robotul „Robo mission”

➤ **Propulsorul cu LED-uri** (Figura 6.8): constă dintr-un set de 11 LED-uri, un senzor Hall, un microcontroler (Arduino Nano) care sincronizează pornirea și oprirea LED-urilor la intervale de timp precise și un dispozitiv care va roti LED-urile la o viteză mare. LED-urile sunt conectate la Arduino Nano prin rezistori, care limitează curentul. Propulsorul cu LED-uri proiectează o imagine ca și când imaginea ar pluti în aer. Fenomenul principal pe care se bazează întreg proiectul este persistența vizuală (POV). Toate caracterele care formează mesajul vor „goni” (coloană pe coloană), iar viteza de rotație unghiulară a dispozitivului, combinată cu viteza intermitentă a LED-urilor, va genera imaginea în aer ca și când ar fi fost un mesaj complet.

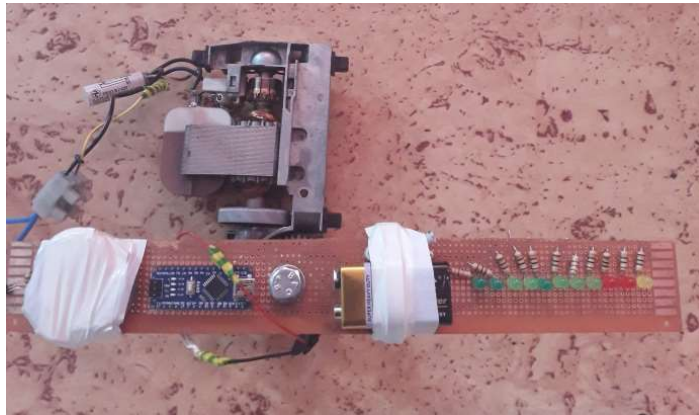


Figura 6.9: Propulsor cu LED-uri

➤ **Vitezometrul cu Arduino** (Figura 6.10): este un dispozitiv electronic, format din două LED-uri IR emițătoare, doi receptori IR CHQ1838, un afișaj LCD (20x4) și o plăcuță Arduino Uno, cu ajutorul căruia se calculează viteza prin detectarea timpilor t_1 și t_2 , menținând distanța dintre LED-uri constantă. Vitezometrul este programat în Arduino (limbajul C/C++ adaptat necesităților mediului Arduino) pentru a reda direct valoarea vitezei în km/h.

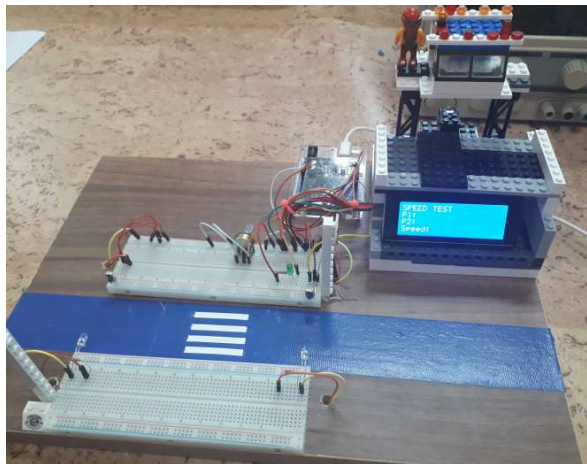


Figura 6.10: Vitezometru cu Arduino

➤ **Arduino – generator de unde** (Figura 6.11): este un dispozitiv electronic format dintr-un afișaj LCD (16x2), un rotor cu 5 pini, 25 de rezistori de $10K\Omega$, un circuit integrat LM358, un Modul MT3608 DC-DC StepUp, un condensator de $1\mu F$, potențiometrul, un osciloscop digital DSO138 și o plăcuță Arduino Nano. Acest dispozitiv poate fi folosit pentru a genera diferite forme de undă. [54]

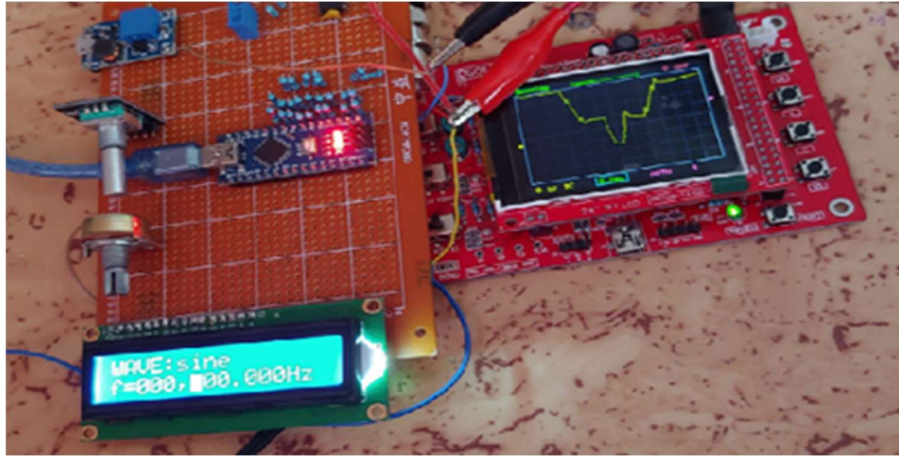


Figura 6.11: Arduino – generator de unde

6.4 Rezultatele funcționării clubului de robotică

Înființarea unui club de robotică este o oportunitate pentru elevi de a-și petrece timpul liber într-un mod creativ, de a învăța lucruri noi, de a experimenta programe, montaje și de a-și folosi propriile idei pentru a inventa.

Clubul de robotică NanoTechFun din cadrul Liceului Tehnologic „Sfântul Ioan de La Salle” din Pildești a reușit să trezească interesul tuturor elevilor din liceu, a conducerii liceului, a părinților, a cadrelor didactice care activează în cadrul liceului, cât și din alte școlii din apropierea liceului.

Robotica nu poate constitui răspunsul universal la fiecare și la toate problemele, dar desigur clarifică modul în care o activitate adecvată este capabilă de a motiva elevii să-și însușească principii esențiale în contextul învățării bazate pe proiecte. S-a dovedit că, în cadrul clubului NanoTechFun, necesitatea, ambiția ca și dorința de a „face să funcționeze” atrage elevii într-un mod atât de natural încât ei nu sunt conștienți de progresul intelectual atins și doresc să-și dezvolte din ce în ce mai mult abilitățile practice exersate în domeniul știință și tehnologii.

CAPITOLUL 7: CONȚINUTUL ACTIVITĂȚII FORMALE – CURRICULUM ÎN DEZVOLTAREA LOCALĂ

7.1 Introducere

O modalitate de introducere a educației formale este prin intermediul unui curriculum în dezvoltarea locală (CDL).

7.2 Elemente de teoria curriculumului și de cercetare educațională

7.2.1 Conceptul de curriculum

Conceptul de curriculum se referă la ansamblul de conținuturi, metode de învățare și metode de evaluare a performanțelor școlare, organizat în vederea atingerii unor obiective determinate. [56]

7.2.3 Curriculum Național

Curriculumul Național redă: „ansamblul proceselor educative și al experiențelor de învățare prin care trece elevul pe durata parcursului său școlar; ansamblul documentelor școlare de tip reglator, în cadrul cărora se consemnează datele esențiale privind procesele educative și experiențele de învățare pe care școala le oferă elevului.” (HG nr. 231/ 2007).[59]

Curriculumul se materializează în principal pe raportul dintre „curriculum nucleu” sau obligatoriu, care reprezintă 65% - 70% și cel „la decizia școlii”, care reprezintă 35% - 30% care trebuie să ofere o gamă largă de posibilități, din care trebuie să se aleagă una sau mai multe variante, adaptate cerințelor elevilor. [59]

7.3. Elemente de cercetare educațională

7.3.1 Cercetarea educațională

Cercetarea educațională se referă la colectarea și analiza sistematică a datelor referitoare la domeniul educației. Cercetarea poate implica o varietate de metode și diverse aspecte ale educației, inclusiv învățarea elevilor, metodele de predare, formarea profesorilor și dinamica clasei. [61]

7.3.3 Nivelurile cercetării educaționale

Există patru niveluri la care se desfășoară cercetarea educațională: descriptivă, explicativă, generalizată și de bază sau teoretică. Cercetarea descriptivă are două ramuri majore - istorică și contemporană. Cercetarea istorică încearcă să descrie ce a fost, în timp ce cercetarea contemporană descrie ceea ce se întâmplă acum. [64]

7.3.4 Tipuri de cercetare educațională

Studiile de cercetare educațională pot fi clasificate după cum urmează: cercetarea istorică, cercetarea descriptivă, cercetarea corelațională, cercetarea cauzală, cercetarea experimentală, studiul de caz, cercetarea etnografică [65], ancheta narativă sau analiza narativă. [66]

7.3.5 Metode de colectare a datelor cercetării educaționale

Datele culese în urma cercetării educaționale pot fi:

- *calitative*: adică datele în sine sunt cuvinte. Aceste „cuvinte” pot apărea sub formă de transcrieri ale interviului, note de observație, intrări în jurnal sau transcrieri ale audio- sau videoclipurilor sau ca documente, înregistrări sau rapoarte existente [68]. Tehnici calitative de colectare a datelor: observații, interviuri, jurnale, documente și înregistrări existente. Caracteristicile datelor calitative: precizie, credibilitate și dependență. [69]

- *cantitative*: sunt date numerice și includ aproape orice poate fi contorizat, modificat sau evaluat [68]. Tehnici cantitative de colectare a datelor: sondaje, **chestionare**, liste de verificare, evaluări formative și sumative în clasă, scoruri de teste standardizate. Caracteristicile datelor cantitative: validitate și fiabilitate. [69]

7.4. Curriculum în dezvoltarea locală

Curriculumul în dezvoltare locală (CDL) ca componentă a Curriculumului Național, constituie oferta curriculară pe care o poate adopta fiecare unitate de învățământ.

Obiectivele introducerii CDL-ului sunt:

1. Crearea de oportunități pentru aprofundarea/extinderea rezultatelor învățării prevăzute în standardul de pregătire profesională (SPP) în scopul

adaptării la tehnologiile specifice din unitățile în care elevii desfășoară pregătirea practică și/sau rezultate ale învățării care sunt solicitate de piața muncii locală și/sau regională și care nu sunt oferite prin componenta națională a curriculumului. [72]

2. Crearea situațiilor de învățare necesare pentru dobândirea rezultatelor învățării corespunzătoare domeniilor de competențe cheie, adaptate cerințelor locale, în contexte legate de formarea profesională. [72]

7.4.1 Conținuturile curriculumului în dezvoltarea locală

În cadrul Liceului Tehnologic „Sfântul Ioan de La Salle” din Pildești, am implementat în anul școlar 2018-2019 CDL – ul „ Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și roboților” destinat elevilor de la domeniul Electronică și Automatizări, calificarea Tehnician operator tehnică de calcul, clasa a XI-a.

Parcurgerea acestui modul se realizează într-un cadru de parteneriat între școală și agenții economici de profil din regiunea de dezvoltare, pe parcursul a 66 ore de instruire teoretică (2 ore/ săptăm) și va facilita tranziția elevilor de la școală la viața activă, prin adaptarea pregătirii acestora la nevoile pieței muncii din regiune.

Introducerea CDL-ului este rezultatul interpretării unei anchete, pe bază de chestionar, cu privire la nivelul de utilizare a competențelor legate de noile tehnologii pe care le dețin elevii, precum și la nevoile elevilor pentru a se putea integra mai ușor pe piața muncii în domeniul aferent calificării.

Volumul eșantionului a fost de 65 de elevi de la domeniul Electronică și Automatizări, cu vârsta cuprinsă între 14-19 ani, 38 de elevi fiind de sex feminin, iar 27 de elevi de sex masculin.

În urma analizei chestionarelor s-a putut constata necesitatea introducerii unor teme menite să-i pregătească pe elevi, teoretic și practic pentru o eventuală carieră în domeniul senzorilor și actuatorilor, automatelor și roboților sau pentru aprofundarea studiilor la nivel universitar cât și de nevoia de interdisciplinaritate, corelarea conținuturilor modulelor din cultura de specialitate cu conținuturile de la disciplinele Fizică, Matematică și Informatică.

CDL-ul are la bază următorul conținut:

1. Elemente de senzorială. Procese de măsurare. Tipuri de senzori. Tipuri de semnal. Prelucrarea numerică a semnalelor.

2. Elemente de acționare și automatizare. Tipuri de actuatori. Motoare. Tipuri de comenzi.
3. Amplificatoare și convertoare. Amplificatoare de tensiune adaptate senzorilor și actuatorilor. Amplificatoare de curent adaptate senzorilor și actuatorilor. Convertoare analogic-digitale. Convertoare digital-analogice.
4. Microcontrolere – generalități. Tipuri de semnale. Microbit, Arduino.
5. Elemente de programare. Tipuri de programe. Inteligență artificială.
6. Elemente de proiectare – implementare de soluții robotice.

7.4.2 Activitățile practice ale CDL-ului ”Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și roboților”

O serie din activitățile propuse de Microsoft Hacking STEM au fost adaptate de noi în cadrul CDL-ului „Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și a roboților” cu scopul de a le însuși elevilor unele abilități de dezvoltare a unor aptitudini și atitudini de dezvoltare personală necesare pentru a deveni „lideri în forța de muncă de mâine”. [79]

Activitățile practice constau în construirea și utilizarea unor senzori și actuatori, interfațați microcontrolerului Arduino și conectați la Excel Data Streamer cu ajutorul cărora am realizat diverse dispozitive inteligente.

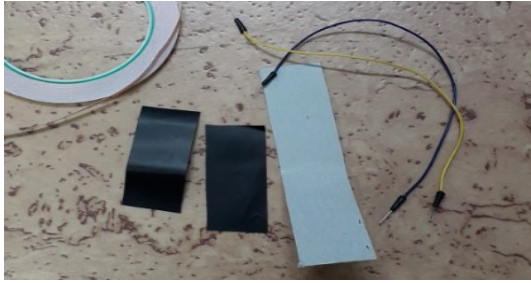
Obiectivele principale urmărite în realizarea acestor activități sunt:

- dezvoltarea gândirii critice și a creativității;
- preluarea inițiativei în rezolvarea unor probleme;
- rezolvarea sarcinilor de lucru cu responsabilitate și seriozitate;
- munca și echipă în scopul îndeplinirii sarcinilor primite;
- montarea componentelor unui sistem automatizat;
- identificarea rolului unui senzor și a unui actuator în cadrul unui sistem automatizat;
- conștientizarea importanței studierii disciplinelor din domeniul STEM.

7.4.2.1 Senzor de presiune

Senzorul folosește velostat, un material piezoelectric care își schimbă rezistența în funcție de presiune și bandă de cupru, cuprinse între două bucăți de carton.

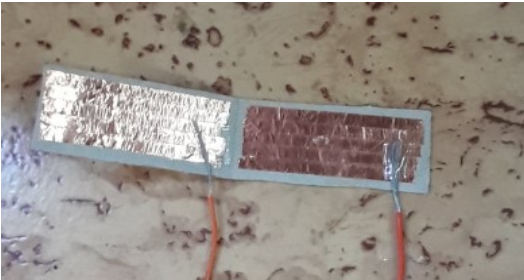
În realizarea senzorului a fost recomandat elevilor parcurgerea următorilor pași:



1. Materiale: o bucată de carton de 3cm x 12cm, bandă de cupru, 2 bucăți de Velostat de 3 cm x 6 cm și 2 fire.



2. Îndoți cartonul în jumătate pe lungimea sa. În interiorul cartonului pliat orientat spre voi, așezați banda de cupru în centrul părții din stânga și din dreapta.



3. Folosind banda transparentă, atașați un fir la marginea interioară a unei bucăți de bandă de cupru și unul la marginea exterioară a celeilalte bucăți de bandă de cupru. Asigurați-vă că lăsați centrul benzii de cupru liberă.



4. Puneți 2 bucăți de Velostat pe fiecare parte a benzii de cupru.



5. Îndoți senzorul ca un sandwich.



6. Fixați senzorul folosind bandă transparentă.

Conectarea senzorului la Arduino: senzorul construit este conectat la plăcuța Arduino Uno conform schemei de mai jos (Figura 7.2):

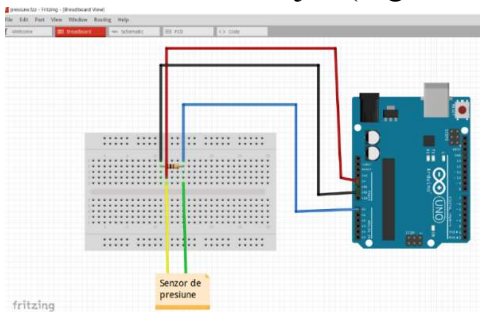


Figura 7.2: Schema de conectare a senzorului de presiune la microcontroler

Pentru a pune în evidență funcționarea senzorului este necesar să încărcăm pe plăcuța Arduino Uno un cod, scris în limbajul C/C++ adaptat necesităților Arduino, care să transforme atingerea noastră într-o valoare numerică, citită în funcția Serial Monitor al programului Arduino IDE. Acționând cu o forță supra senzorului curentul crește iar tensiunea care cade pe pinul A₀ al microcontrolerului este transformată într-un semnal digital care va indica valoarea forței de apăsare (de impact).

7.4.2.2 Senzor flex

Senzorul construit a fost utilizat pentru a urmări mișcările de flexie și extensie ale degetelor de la mână și pentru a controla o mână robotizată în lumea fizică, precum și o mână simulată în Microsoft Excel, utilizând Arduino IDE și Excel, Data Streamer.

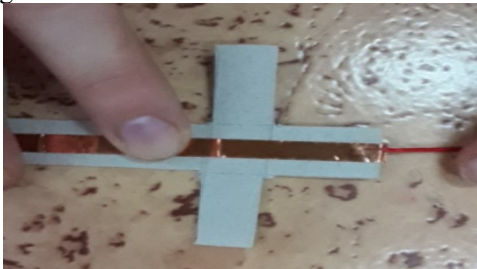
În realizarea senzorului au fost parcurși următorii pași, care au fost indicați elevilor prin sarcini de lucru:



1. Decupați o bucată de carton sub forma unui deget



2. Adăugați o bucată de bandă de Cu pe mijlocul degetului din carton.



3. Lipiți un fir între două benzi de Cu.



4. Adăugați două bucăți de velostat



4. Peste velostat mai adăugați o bandă de Cu.



5. Puneți un fir peste banda de Cu și lipiți cu o altă bucată de bandă de Cu.



5. Prindeți bine straturile sensorului cu bandă transparentă.



7. Lipiți marginile sensorului ca în imagine.

Senzorii flexi construiți pentru fiecare deget al mâinii sunt conectați la microcontrolerul Arduino Uno conform schemei electrice redată în Figura 7.3, iar pentru a urmări mișcările de flexie și extensie ale degetelor se conectează microcontrolerul la Excel, Data Streamer și se deschide fișa de lucru specifică mâinii simulatoare în Microsoft Excel (Figura 7.4).

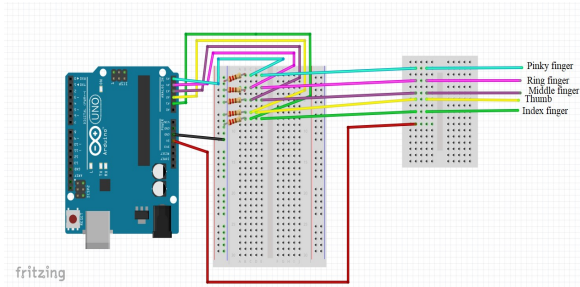


Figura 7.3: Schema electrică de conectare a senzorilor la microcontroler

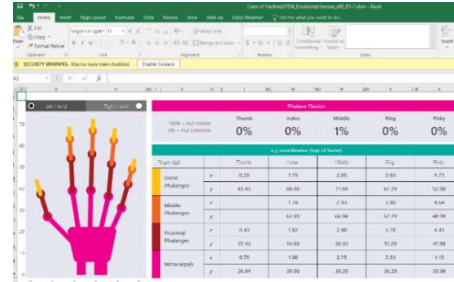
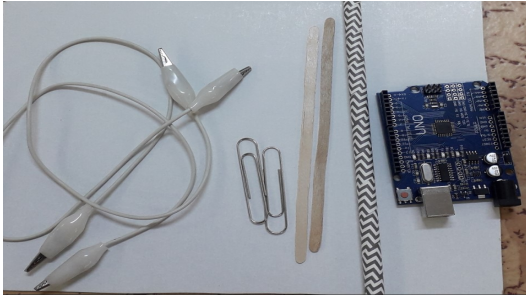


Figura 7.4: Fișa de lucru a mâinii simulatoare în Microsoft Excel (sursa www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/conductivity-sensor.aspx)

7.4.2.3 Senzor de conductivitate electrică

Senzorul propus este construit din două agrafe de birou cu rol de electrozi, un pai de suc biodegradabil și două bețișoare de amestecat cafea și este utilizat pentru a măsura cantitatea de substanțe dizolvate în apă.

În realizarea senzorului au fost recomandate elevilor parcurgerea următoarele etape:



1. Materialele necesare construirii senzorului.



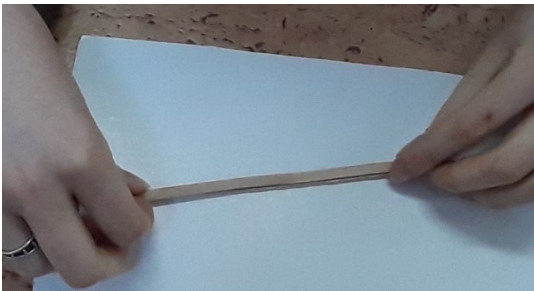
2. Tăiați paiul la o lungime de 14 cm.



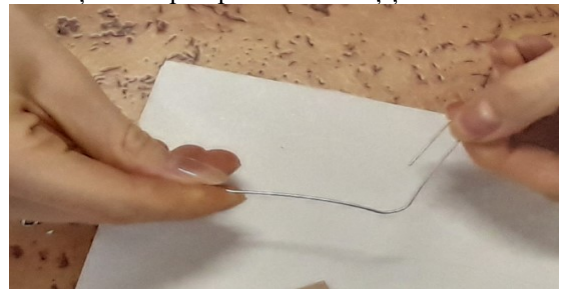
1. Marcați și tăiați două bețișoare de agitat cafea la 13 cm.



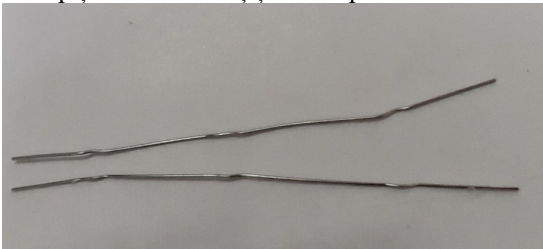
2. Utilizând pistolul de lipit cald puneți o linie subțire de lipici pe unul din bețișoare



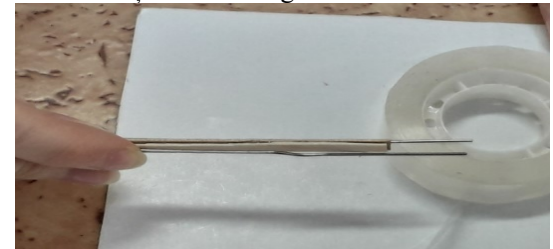
3. Lipiți cele două bețișoare împreună.



4. Întinde-ți cele două agrafe de birou.



5. Obținând astfel două bucăți de sârmă.



6. Fixați cele două bucăți de sârmă de cele două bețișoare lipite lăsând 1,75 cm în afară la ambele capete.



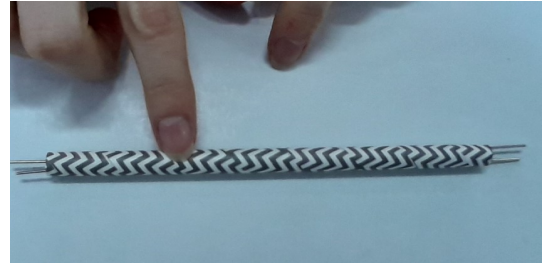
7. Lipiți firele de baghetă astfel încât să fie fixe



8. Introduce-ți bagheta obținută în paiul de 14cm.



9. Asigurați-vă că sârmele rămase la cele două capete au 1,5 cm.



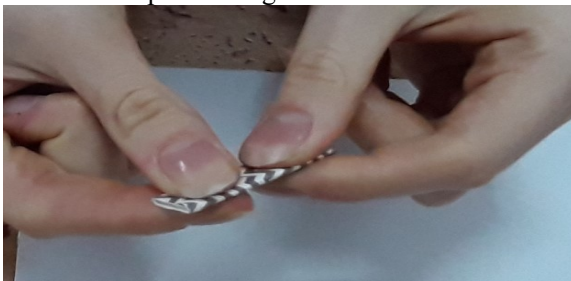
10. Verificați ca senzorul să arate exact ca în imagine.



11. Introduce-ți lipici cald în cele două capete ale senzorului pentru a sigila interiorul senzorului.



12. Măsurați și tăiați 4 cm dintr-un pai biodegradabil.



13. Strângeți paiul de 4 cm, astfel încât să fie plat.



14. Tăiați paiul pe cutele obținute.



15. Adăugați lipici în interior



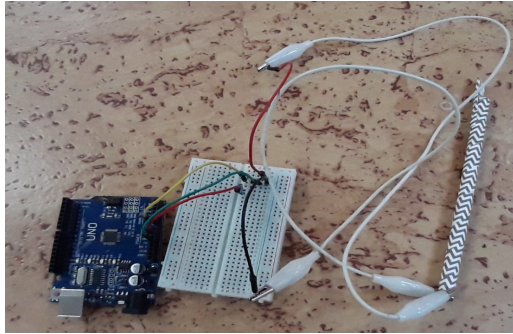
16. Lipiți bucățica de pai la unul din capetele senzorului.



17. Răsuciți firele de la celălalt capăt al senzorului.



18. Prindeți conexiuni de tip crocodil de capetele libere ale senzorului.



19. Pregătirea senzorului pentru efectuarea de măsurători.

Conectarea senzorului la plăcuța Arduino Uno se face identic cu conectarea senzorului de presiune, Figura 7.2.

Pentru a măsura conductivitatea electrică a apei s-a folosit un program scris în mediul Arduino IDE și conectarea microcontrolerului la o fișă de lucru (Figura 7.5) în Excel Data Streamer. Cu ajutorul senzorului construit, elevii au putut compara calitatea apei provenită din diferite surse.

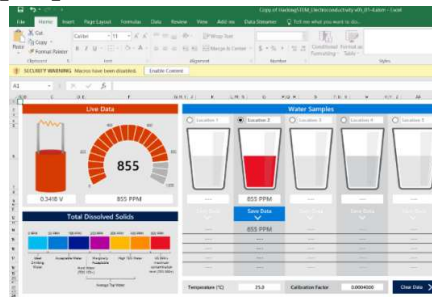


Figura 7.5: Fișa de lucru în Excel, Data Streamer de determinare a conductivității electrice a apei (sursa www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/conductivity-sensor.aspx)

7.4.2.4 Senzor electromagnetic

Senzorul propus constă în construirea unei bobine, cu aproximativ 50 de spire. Utilizând un magnet și mediului de dezvoltarea Arduino IDE poate fi variat câmpul magnetic din jurul unei bobine. Pentru a observa și modul de propagare a celor două câmpuri în spațiu, a fost construit cu ajutorul acestui senzor un seismograf.

În realizarea senzorului și a seismografului au fost recomandate elevilor parcurgerea următoarele etape:



1. Materiale necesare: fir de Cu, magnet, o farfurie biodegradabilă, un dop de lemn, șaibă, un pahar de unică folosință, fire cu contact crocodil, Arduino Uno.



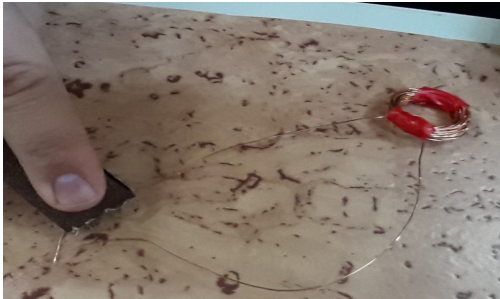
2. Rulați o foaie de hârtie sub forma unui tub de diametru de aproximativ 20mm. Lăsați 15 cm de sârmă la început și începeți să înfășurați firul de Cu de aproximativ 50 de ori.



3. După ce ați finalizat bobina, tăiați capătul firului la 15 cm și scoateți tubul de hârtie pe care ați realizat bobina.



4. Adăugați câte o bucată de bandă pe laturile opuse.



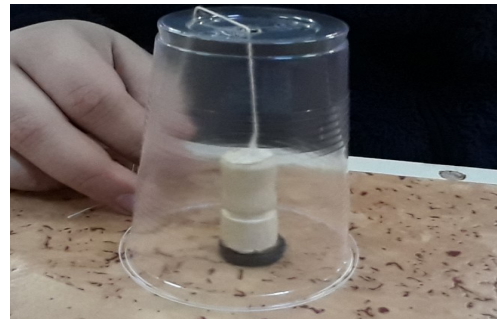
5. Folosiți șmirghel pentru a îndepărta izolația de la capetele firelor bobinei.



6. Pentru a construi pendulul necesar seismografului lipim de un suport de lemn un magnet cu diametrul de aproximativ 19mm.



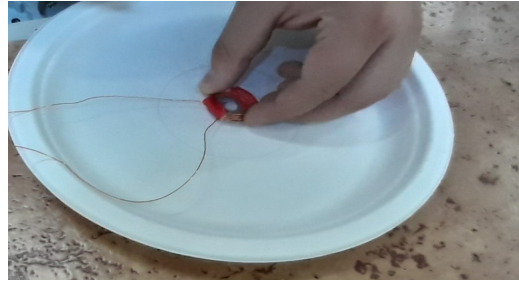
7. De suportul de lemn se prinde un fir de ață și se introduce pendulul în interiorul unui pahar de unică folosință.



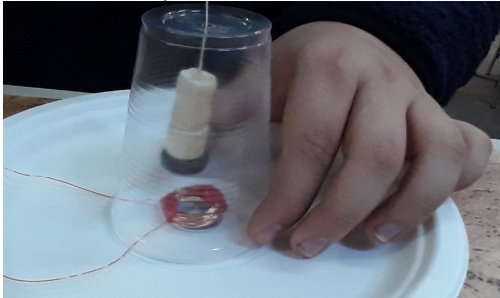
8. Lipiți sfoara în partea de sus a paharului, pentru a ține magnetul fix.



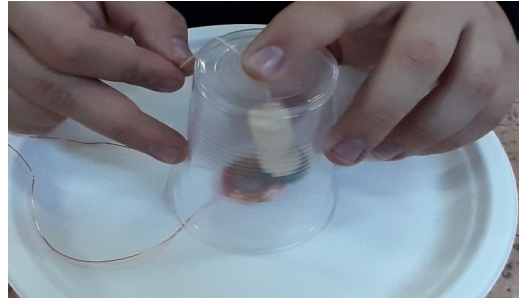
9. Lipiți o șaibă la centrul unei farfurii de carton. Șaiba amortizează mișcarea magnetului, stabilizând mișcarea.



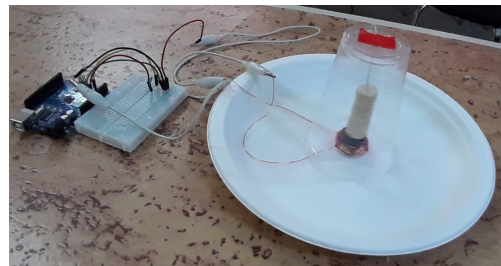
10. Lipiți bobina de șaibă.



11. Centrați și lipiți paharul pe farfurie, astfel încât magnetul să atârne centrat deasupra bobinei.



12. Reglați sfoara, după cum este necesar, astfel încât magnetul să se afle la câțiva milimetri de bobină, permițând o balansare liberă. Cu cât magnetul este mai aproape, cu atât rezultatele vor fi mai bune.



13. Conectarea seismografului la plăcuța Arduino conform Figurii 7.2.

Seismograful construit a fost programat în Arduino IDE și folosind fișa de lucru (Figura 7.6) în Excel-Data Streamer a fost posibilă vizualizarea modului de propagare a undelor mecanice.

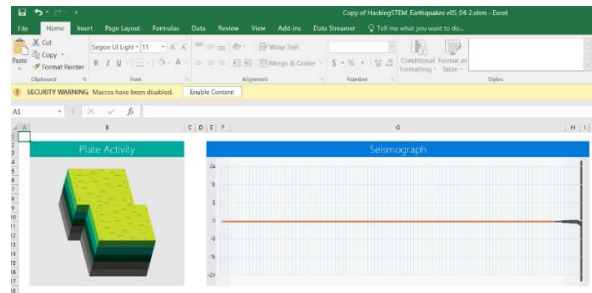
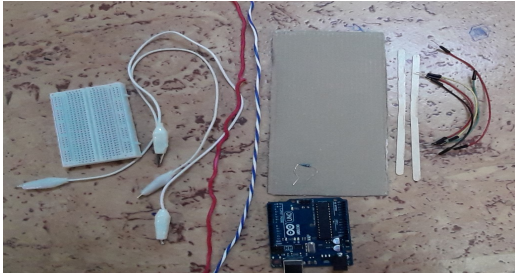


Figura 7.6: Fișa de lucru în Excel, Data Streamer de vizualizare a modului de propagare a undelor seismice (sursa www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/conductivity-sensor.aspx)

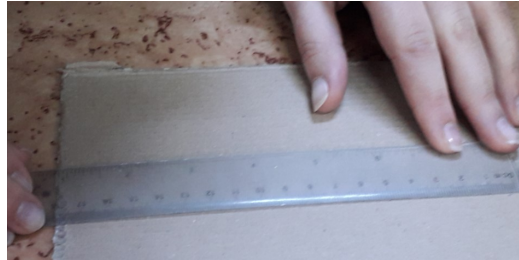
7.4.2.5 Actuator – Electromagnet

Un exemplu de dispozitiv care are la baza funcționării unui electromagnet simplu este telegraful electric. Telegraful electric inventat de Samuel Morse (1837), este un aparat electromagnetic pentru transmiterea de semnale telegrafice codate. [85]

Pentru construcția electromagnetului, a switch-ului și a telegrafului elevilor le-au fost recomandat următorii pași:



1. Materiale necesare: carton, 2 bețișoare de amestecat cafea, fire, breadboard, Arduino Uno, fire crocodil.



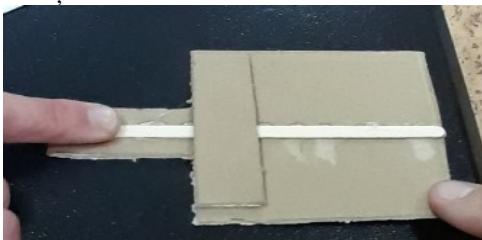
2. Tăiați o bucată de carton de 18cm x 8cm



3. Lipiți un bețișor de amestecat cafea pe centrul bucății de carton.



4. Îndepărtați o secțiune de carton de 5 cm /3 cm de deasupra și de sub bețișor, așa cum este arătat.



5. Tăiați o fâșie de carton de 2 cm x 7 cm, centrați-o, aliniați-o cu tăieturile de 3 cm și lipiți-o ca în imagine.



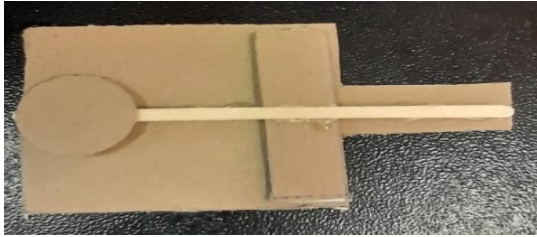
6. Repetați pasul 5 lipind o a doua bandă de 2 cm x 7 cm deasupra benzii anterioare.



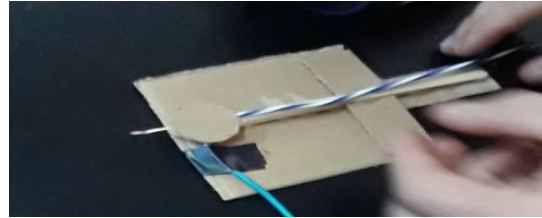
7. Lipiți un al doilea bețișor punând lipici doar pe porțiunea de carton aflat deasupra primului bețișor și la unul din capete, ca în imagine.



8. Lipiți un fir ca în imagine.



9. Tăiați un cerc ce carton și lipiți-l de bețișor ca în imagine.



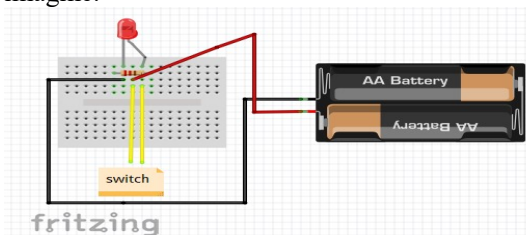
10. Trageți un fir prin ondulațiile cercului din carton ca în imagine.



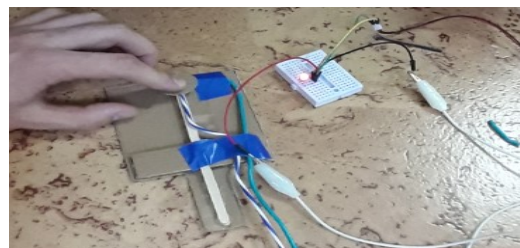
11. Îndoțiți firul pe sub cercul din carton ca în imagine.



12. Fixați cele două fire de carton.



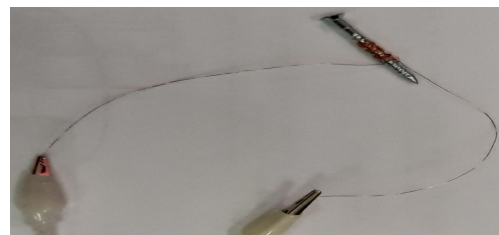
13. Realizați următorul circuit pentru a vă asigura că capetele metalice ale firelor fac contact.



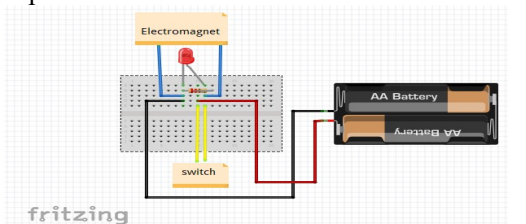
14. Testați switch-ul, dacă ledul se aprinde ați lucrat corect.



15. Pentru a realiza electromagnetul, tăiați un fir de Cu de 90 cm lungime și înfășurați-l în jurul unui șurub lăsând 10 cm de sârmă la fiecare capăt.



16. Șlefuieste ușor capetele libere pentru a îndepărta izolația. Conectați capete cu ajutorul unor clești crocodil.



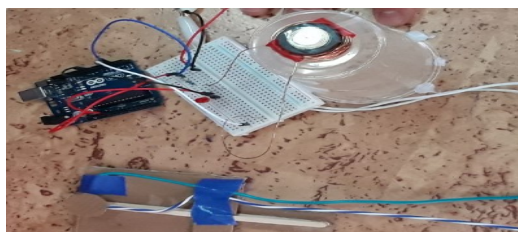
17. Conectați electromagnetul la circuitul de la pasul 13.



18. Închideți circuitul și apropiați șurubul cu înfășurarea de Cu de o agrafă de birou. Se comportă șurubul ca un magnet? Bravo, ați construit un electromagnet simplu!!!



19. Difuzorul telegrafului este constituit dintr-un pahar de unică folosință și senzorul electromagnetic de la punctul 3.3 lipit pe dosul paharului.



20. Detașați firele conectate cu clești crocodil de la electromagnet și fixați-le la difuzorul construit. Întreg circuit conectați-l la o plăcuță Arduino Uno.

Pentru a trimite mesaje utilizând codul Morse, se încarcă pe plăcuța Arduino codul corespunzător care se dorește rulat și se comandă switch-ul. Se observă ledul aprins și se vor auzi tonurile corespunzătoare produse de difuzor.

Codificarea unui mesaj alfanumeric în cod Morse se realizează utilizând foaia de lucru (Figura 7.7) realizată specific în Excel-Data Streamer.

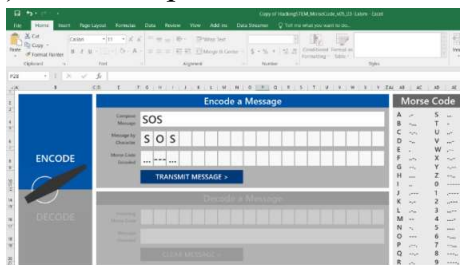


Figura 7.7: Fișa de lucru în Excel, Data Streamer de transmitere a mesajelor în cod Morse (sursa www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/conductivity-sensor.aspx)

7.4.2.6 Senzor – ”Detector de metale”

Ca finalitate a activităților practice desfășurate în cadrul CDL-ului, elevii au avut ca sarcină realizarea unui senzor având la bază un fenomen fizic studiat la disciplina Fizică. Elevii au venit cu propunerea de a realiza un senzor bazat pe fenomene electromagnetice, construit din componente electronice studiate în cadrul disciplinelor tehnice din profilul studiat, argumentând că stăpânesc mai bine acest domeniu. Senzorul propus de elevi este folosit pentru a demonstra legea lui Faraday. Schema electrică de conectare a componentelor este redată în Figura 7.8, iar montajul electronic al senzorului este redat în Figura 7.9. [87]

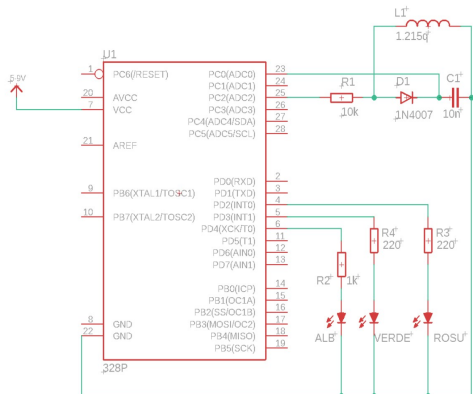


Figura 7.8: Schema electrică a senzorului

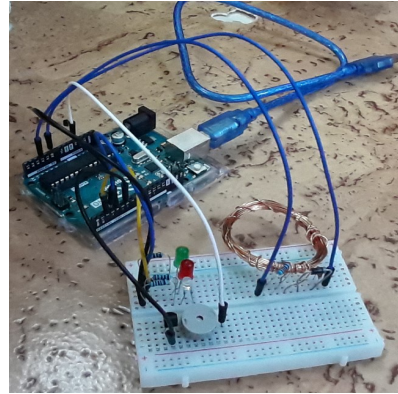


Figura 7.9: Montajul electric al senzorului

7.4.3 Rezultatele implementării CDL-ului "Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și roboților"

Impactul activităților realizate în cadrul CDL-ului asupra elevilor a fost analizat în două etape. În prima etapă atitudinea elevilor a fost studiată analizând înregistrările video a activităților. În cadrul analizei acestor înregistrări, în baza unei fișe de observație, a fost studiat limbajul nonverbal: privirea, mișcările buzelor, zâmbetul, poziția palmelor, postura, exprimarea emoțiilor, astfel:

Privirea: în timpul explicațiilor elevii au privirea deschisă, cu capul înclinat într-o parte, ceea ce exprimă interesul față de cele prezentate. Deoarece la 50% dintre elevi sprâncenele sunt ridicate producând riduri orizontale, interesul față de cele ascultate este mare. La 25% dintre elevi privirea este evazivă, ceea ce înseamnă că aceștia sunt lipsiți de interes.

Buzele: în timpul activităților la 60% dintre elevi buzele sunt strânse, ceea ce semnifică un semn de tensiune sau de reflecție. Pe parcursul activităților apar și buzele punga ceea ce exprimă o nereușită a pașilor urmați în desfășurarea activității.

Zâmbetul: este în proporție de 90% unul real, deoarece acesta antrenează gura, obrații și ochii și determină apariția unor riduri pe marginile exterioare.

Palmele: pe parcursul activităților au fost identificate împreunări ale palmelor la înălțimea gurii, ceea ce indică faptul că elevii sunt preocupați de reușita activității, precum și mâini în „turlă” ceea ce indică un semn de încredere în propriile forțe.

Postura: s-a identificat că pe parcursul activității 10% dintre elevi au fost demotivați deoarece aveau umerii lăsați, 85% interesați, deoarece erau înclinați spre masa de lucru și 5% ezitanți deoarece au întors și au coborât capul pe toată durata activităților.

Exprimarea emoțiilor: 12% dintre elevi au devenit plictisiți pe parcursul activităților deoarece aveau coatele așezate pe masă cu capul sprijinit în palmă și cu privirea rătăcită. 85% au exprimat interes deoarece bustul era aplecat spre masa de lucru, ochii ușor încrețiți, privirea fixă și expresivă dând ușor din cap, iar mâinile relaxate.

A doua etapă a analizei a constat în aplicare unui chestionar de satisfacție, în vederea identificării interesului elevilor pentru acest tip de activități dar și a satisfacției participării la astfel de activități. Indicatorii utilizați în cadrul chestionarului sunt măsurați pe o scală Likert în cinci trepte de satisfacți.

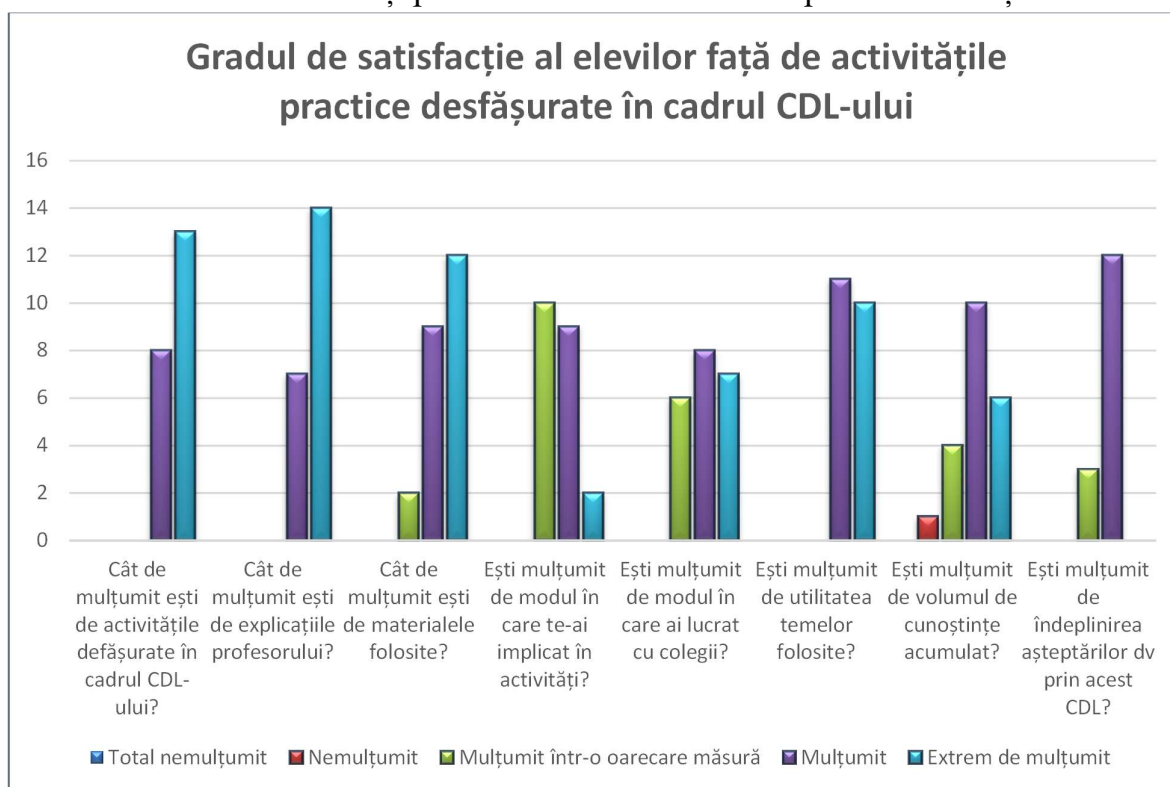


Figura 7.10: Graficul de repartizare a răspunsurilor elevilor

În urma analizei chestionarelor am obținut următoarele concluzii:

- Explicațiile profesorului s-au ridicat la așteptările elevilor, astfel putem concluziona că transmiterea și însușirea cunoștințelor a fost logică și clară, acest aspect fiind foarte important în procesul de învățare. Rezultatul acestei aprecieri confirmă încercarea profesorului de a pregăti elevul spre o învățare complexă și de durată.

- Elevii sunt mulțumiți de instrucțiunile primite de la profesor, de modul de desfășurarea a activităților, dar le lipsește o organizare flexibilă - implicarea personală în cadrul activităților. Deoarece elevii sunt obișnuiți doar în a primii

informații și mai puțin de a contribui personal la realizarea acestora, atribuțiile sunt pasate de la un elev la altul.

➤ Analiza răspunsurilor elevilor la modul de colaborare în echipă a scos în evidență faptul că elevilor le lipsesc competențele de colaborare. Lipsa acestor competențe ar putea fi explicată prin faptul că elevii nu sunt obișnuiți să lucreze împreună, nu sunt obișnuiți să colaboreze spre a obține performanțe de grup.

➤ Deoarece aprecierile elevilor s-au oprit la indicatorii mulțumit și extrem de mulțumit, rezultă că profesorul a ales corect temele, astfel putem aprecia că elevii caută să înțeleagă practic ceea ce învață dezvoltându-și astfel abilitatea de a corela teoria cu practica.

➤ Volumul de cunoștințe acumulat de elevi este strâns legată de utilitatea temelor propuse de profesor. Dacă elevii au fost mulțumiți de utilitatea temelor propuse, în mod automat și interesul lor pentru a acumula cât mai multe cunoștințe a avut un grad de satisfacție mulțumitor. Astfel, motivația învățării prin activități practice ar juca un rol important în dezvoltarea gândirii critice și a creativității elevilor.

➤ Deoarece elevii și-au atins în mare parte așteptările de la acest CDL, prin faptul că au reușit prin activitățile desfășurate să coreleze teoria cu practica, să-și dezvolte gândirea critică și creativitatea, putem concluziona că un stil de predare atractiv îi poate motiva pe elevi spre o învățare continuu și sistematică.

În urma implementării activităților practice din cadrul CDL-ului elevii au avut posibilitatea realizării unor activități practice care au venit în ajutorul înțelegerii dispozitivelor inteligente pe care le folosesc zilnic, precum și a rolului pe care îl joacă senzorii și actuatorii în astfel de dispozitive.

Obiectivele stabilite la începutul activităților au fost atinse astfel: prin îmbunătățirile aduse dispozitivelor inteligente realizate, elevii și-au pus în valoare creativitatea; au fost momente când dispozitivele și senzorii realizați nu răspundeau la instrucțiunile primite, elevii prin studiu personal utilizând informații acumulate din partea teoretică a CDL-ului și cu ajutorul internetului au reușit rezolvarea problemelor ivite și astfel au îndeplinit sarcinile primite cu responsabilitate și seriozitate; cu ajutorul competențelor profesionale dobândite în cadrul disciplinelor de specialitate elevii au realizat montajele electronice cu precizie și îndemânare; deoarece fiecare activitate propusă a avut la bază un fenomen studiat în cadrul disciplinelor STEM, elevii au înțeles necesitatea acordării unui interes cât mai mare studierii acestor discipline, dovadă stând și alegerea fenomenul fizic pentru realizare propriului senzor (electromagnetismul).

[88]

În baza informațiilor culese din chestionarele de satisfacție putem concluziona că o activitate formală bazată pe activități practice ar contribui la dezvoltarea motivației elevilor pentru studiul noilor tehnologii bazate pe senzori și actuatori, precum și a importanței studierii disciplinelor din domeniul STEM. Dovadă stau și indicatorii de „mulțumit” și „extrem de mulțumit” care au fost selectați în proporție de 100% în aprecierile elevilor, precum și a celor aproximativ 62 de procente acordate de elevi în evaluarea generală a CDL-ului ca fiind FOARTE BUN. Rezultatele noastre sunt similare cu studiile internaționale recente, care relevă importanța educației robotice non-formale, în timpul unei tabere de vară, în interesul carierei și structurarea cunoștințelor studenților [89]. Într-un studiu următor ne propunem să identificăm efectele unor astfel de activități desfășurate în cadrul liceelor în timpul vacanțelor de vară, unde elevii pot construi dispozitive practice precum stații meteorologice sau dispozitive de irigare prin picurare.

CONCLUZII GENERALE

Studiul și-a propus să măsoare impactul utilizării activităților formale și informale având la bază dispozitive și materiale din domeniul noilor tehnologii. Metodele și instrumentele de cercetare au fost diversificate, s-au cules mai multe tipuri de date ale căror valori să valideze necesitatea introducerii unor activități de instruire bazate pe noile tehnologii, precum și impactul pe care aceste activități l-au avut asupra strategii de instruire.

Indiferent de strategia de instruire folosită, informală sau formală, elevii au reușit să realizeze achiziții de cunoștințe cu care să opereze logic și să realizeze transferuri (să interpreteze un program scris în Arduino, să realizeze modelarea unui circuit electric prin utilizarea de senzori, actuatori și microcontrolere, să conecteze un robot la mediul înconjurător prin intermediul senzorilor și a mediului de dezvoltare Arduino IDE). Formal, elevii au reușit să-și formeze deprinderi și priceperi (organizarea etapelor de lucru în realizarea de senzori și actuatori, tehnici de modelare a senzorilor și a actuatorilor, algoritmi de rezolvare a situațiilor conflictuale întâlnite în realizarea senzorilor și actuatorilor, lucru cu programe informatice și aplicații interactive) și atitudini (investigative – interes pentru dezvoltarea diferitelor modalități de informare și comunicare electronică, evaluative – autoevaluarea performanței și a comportamentului în desfășurarea activităților practice).

În urma activităților desfășurate am putut concluziona că, elevul, aflat în centrul activității didactice a reușit să descopere noile cunoștințe printr-o multitudine de activități având la bază noțiuni legate de nanotehnologie. Prin intermediul acestor activități, elevul s-a autoevaluat continuu și a luat deciziile cele mai potrivite în urmarea traseului de instruire, fiind astfel responsabil pentru propria învățare.

În cadrul acestor activități, greșelile nu au fost considerate eșecuri, ci modalități de învățare, și nu au fost penalizate. Relația profesor- elev a fost considerabil îmbunătățită, elevul având libertatea de a se exprima în toate deciziile și acțiunile luate. Lucrul și colaborarea în echipă au fost bine dezvoltate prin atitudinea și prin implicarea fiecărui membru al grupei în căutarea soluțiilor de rezolvare a neresușitei unei activități.

Dacă vrem ca școlile să producă rezultate vizibile din partea elevilor, trebuie să le oferim celor din urmă mai multe oportunități de învățare prin intermediul unor cluburi, cercuri și opționale de tip curricular, deoarece aceste

programe de pregătire didactică oferă experiența practică de care aceștia au nevoie.

Succesul elevilor, depinde în mare măsură de capacitățile și competențele acumulate în timpul școlii, iar acestea sunt rezultatul unei muncii continue atât din parte cadrului didactic cât și de modul de captare și implicare a elevilor, într-o anumită perioadă de timp. Putem concluziona că educația și profesorii sunt factorul-cheie pentru dezvoltarea tinerilor care au dobândit o serie de aptitudini prin absolvirea unui nivel de studii.

Educația non-formală oferă elevilor posibilitatea de a-și dezvolta valorile, abilitățile și competențele (cum ar fi leadership, planificare, organizare, coordonare, abilități practice de rezolvare a problemelor, lucru în echipă, încredere în sine, disciplină și responsabilitate), altele decât cele dezvoltate prin educația formală. [88]

Educația, în contextul ultimilor ani, a suferit o schimbare continuă de paradigmă prin implementarea și promovarea noilor tehnologii atât ca subiect, cât și ca suport al învățării. Inteligența artificială, roboții și internetul sunt subiecte actuale atât în educația formală, cât și în cea non-informală. Cluburile de robotică sunt inițiative care au prins rădăcini în experiența multor instituții școlare. Discutarea semnificației și importanței prelucrării senzorilor și a semnalelor și, nu în ultimul rând, construirea de dispozitive utile, poate oferi oportunități de pregătire a noilor generații pentru viața profesională și socială. Ipoteza cercetării a considerat că educația non-formală prin activitățile clubului de robotică poate crește nivelul de cunoaștere și reprezentare a conceptelor care transcend disciplinele școlare și, de asemenea, poate contribui decisiv la consolidarea abilităților soft și la consolidarea cunoștințelor și atitudinii profesionale stabilite la începutul activităților. [88]

În urma experienței didactice acumulate prin desfășurarea acestei cercetări, recomandăm îmbinarea celor două forme de activități didactice, formale - prin introducerea unui curriculum și informal – prin organizarea unui club de robotică. Raportul în care cele două forme de activitate se pot combina trebuie ales de profesor în funcție de criterii de eficiență didactică.

Contribuții personale

Pe parcursul realizării cercetării și a elaborării tezei de doctorat, contribuțiile personale privitoare la modul cum putem să contribuim ca profesori la dezvoltarea de curriculum dedicat nanotehnologiilor, senzorilor și actuatorilor, sunt următoarele:

1. Analiza bibliografiei de specialitate pentru a indentifica corect materialele necesare introducerii și desfășurii activităților formale și informale bazate pe modul de înțelegere și de folosire a noilor tehnologii și în alt context, nu doar cel de distracție.
2. Înființarea clubului de robotică NanoTechFun, ca activitate informală, cu scopul de a-i ajuta pe elevi să înțeleagă modul de operare și de programare a senzorilor , actuatorilor și a roboților.
3. Întocmirea regulamentului intern de funcționare a clubului, precum și a statutului clubului.
4. Introducerea în programul de studiu al elevilor de clasa a XI-a, Domeniul Electronică și Automatizări, profil Tehnician, operator tehnică de calcul, a unui nou obiect de studiu, în afara celor prevăzute în trunchiul comun, prin intermediul unui curriculumului în dezvoltarea locală cu denumirea ”Operarea și programarea senzorilor, actuatorilor și a roboților”.
5. Conceperea programei CDL-ului și a suportului de curs util în predarea părții teoretice.
6. Realizarea de activități practice în cadrul CDL-ului care să-i introducă pe elevi în tainele construirii de senzori și actuatori.
7. Analiza impactului activităților realizate în cadrul CDL-ului asupra elevilor în două etape. În prima etapă atitudinea elevilor a fost studiată analizând înregistrările video a activităților, iar a doua etapă a constat în aplicare unui chestionar de satisfacție în vederea identificării interesului elevilor pentru acest tip de activități dar și a satisfacției participării la astfel de activități.

LISTĂ DE LUCRĂRI

Cotate ISI:

L. Farcaș, C. Enăchescu, A. Neculau, *Boosting the study of physics for high-school students through non-formal activities with small robotics devices, Romanian Reports in Physics, in press, 2024*

Cotate IOP:

1. Lidia Cerasela Farcas, Ioana Caltun, Ovidiu Florin Caltun, *Interdisciplinary science concept maps to orient middle secondary school students learning outcomes*, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1286 (2019) 012004 ,doi:10.1088/1742-6596/1286/1/012004, GIREP-ICPE-EPEC 2017 Conference
2. Lidia Cerasela Farcas and Ovidiu Florin Caltun, *Experimental set-ups using microcontrollers and sensors realized by students to be used in Physics lessons*, Journal of Physics: Conference Series 1929 (2021) 012075 doi:10.1088/1742-6596/1929/1/012075, GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019, 1-5 July 2019, Budapest Hungary, IOP Publishing (Citation Lidia Cerasela Farcas and Ovidiu Florin Caltun 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1929 012075)
1. Lidia Cerasela Farcas and Ovidiu Florin Caltun, *Robotics in Elementary School using the BIT microcontroller*, Journal of Physics: Conference Series 1929 (2021) 0120 doi: 10.1088/1742-6596/1929/1/012077, GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019, 1-5 July 2019, Budapest Hungary, IOP Publishing (Citation Lidia Cerasela Farcas and Ovidiu Florin Caltun 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1929 012077).

Indexate ISBN:

1. Lidia Farcaș, Ioana Călțun, Ovidiu Florin Călțun, *Strategies for STEM Education in Secondary Schools*”, The Fifth International Conference on Adult Education, Education for Values - Continuity and Context, Iasi (Romania), April 25th-27th, 2018, Chișinău (Moldova), April 27th-28th, 2018, 671-678, ISBN 978 – 88 – 87729 – 48 - 1
2. Lidia Farcaș, Ovidiu Florin Călțun, *Challenges and Perspectives in Education for New Technologies and Robotic*, The Fifth International

Conference on Adult Education, Education for Values - Continuity and Context, Iasi(Romania), April 25th-27th, 2018, Chişinău (Moldova), April 27th-28th, 2018, 679-686, ISBN 978 – 88 – 87729 – 48 - 1

3. Lidia Farcaş, *Educația prin intermediul roboților*, Școala de la răscruce, nr. 47, aprilie 2018, 16-17
4. Lidia Farcaş, Carla Iștoc, Cristina Ciobanu, *Robotul Color Sorter*, Concursul Național de Comunicări Științifice „Antreprenor pentru viitor”, Ediția a VIII-a, 8 iunie 2018, ISBN – CD 978-606-775-995-2
5. Lidia Farcaş, Andrei Cătălin Dămoc, Lucian Iacob, *Für Elise pe Arduino*, Concursul Național de Comunicări Științifice „Antreprenor pentru viitor”, Ediția a VIII-a, 8 iunie 2018, ISBN – CD 978-606-775-995-2
6. Lidia Farcaş, Iștoc Carla, Martișcă Cristian, *Robo mission*, Concursul Național de Comunicări Științifice „Antreprenor pentru viitor”, Ediția a IX-a, 4 aprilie 2019, ISBN– CD 978-606-48-0222-4
7. Lidia Farcaş, Iacob Lucian, Dumea Cristian, *Vitezometru cu Arduino*, Concursul Național de Comunicări Științifice „Antreprenor pentru viitor”, Ediția a IX-a, 4 aprilie 2019, ISBN– CD 978-606-48-0222-4.
8. Lidia Farcaş, Dămoc Andrei Cătălin, Ciobanu Cristina, *Propulsor cu Led-uri*, Concursul Național de Comunicări Științifice „Antreprenor pentru viitor”, Ediția a IX-a, 4 aprilie 2019, ISBN– CD 978-606-48-0222-4.
9. Lidia Cerasela Farcaş, *Modalități de introducere a educației STEM în ciclul primar*, Simpozionul Național „Gustă Știința-191”, Culegere de lucrări *Labirintul experiențelor didactice, culturale și științifice*, octombrie 2019, Beiuș , Bihor, ISBN 978-973-0-30913-3, pg. 87-92

Indexate ISSN:

1. Lidia Farcaş, Ciobanu Daniel Sorin, *Metode modern de măsurare a temperaturii*, Proiectul Regional „Știința & Tehnica Altfel”, editia a VII-a, Roman, martie 2018, ISSN-CD2286 – 4237.
2. Lidia Farcaş, *Exemple de bună practică: Clubul electroniștilor lasallieni NanoTechFun*, Proiectul Regional „Știința & Tehnica Altfel”, editia a VII-a, Roman, martie 2018, ISSN-CD 2286 – 4237.
3. Lidia Farcaş, Dîncă Laurențiu, Farcaş David Marian, Lefter Ana Maria, *Reaction Time*, Proiectul Regional „Știința & Tehnica Altfel”, editia a VIII-a, Roman, 13 aprilie 2019, ISSN-CD- 2286.

4. Lidia Cerasela Farcaș, *Educația nonformală prin intermediul clubului de robotică*, Simpozionul Internațional „*European Educational Management and Educational Policies and Strategies*”, organizat în cadrul proiectului „Laborator de educație nonformală „EDULAND”, Management, politici și strategii educaționale europene ISSN 2668-6902, ISSN-L 2668-6902
1. Lidia Cerasela Farcaș, *Studiul undelor seismice utilizând senzori electromagnetici*, Revistă educativ-comunitară Concepută în cadrul Proiectului educațional județean al asociației cu tema „Inovație și Creativitate în activitățile formale și non-formale”, CCDDR Buzău, 2020, ISSN 2668-747X ISSN-L 2668-747X, pg. 113-114

Participări la conferințe

1. **Prezentare orală** a temei „*Clubul NanoTechFun*” în cadrulul The Fifth International Conference on Adult Education, Education for Values - Continuity and Context, Iasi (Romania), April 25th-27th, 2018.
2. **Prezentare orală**, împreună cu membrii clubului a temei „*Activitățile clubului de robotică NanoTechFun*”, în cadrul celei de-a XLVII-a ediția a Conferinței Naționale „Fizica și Tehnologiile Educaționale Moderne”, Iași 24 Mai 2018.
3. **Prezentare orală**, împreună cu membrii clubului a temei „*Activitățile clubului de robotică NanoTechFun în anul școlar 2018-2019*”, în cadrul celei de-a XLVIII-a ediția a Conferinței Naționale „Fizica Și Tehnologiile Educaționale Moderne”, Iași 25 Mai 2019.
4. **Prezentare de postere** în cardul GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019 Conference International, EÖTVÖS YEAR 2019 Budapest, 1-5 July, 2019, a temei *Robotics in Elementary School using the BIT microcontroller Experimental set-ups using microcontrollers and sensors realized by students to be used in Physics lessons* (Anexa 8)
5. **Prezentare de postere** în cardul GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019 Conference International, EÖTVÖS YEAR 2019 Budapest, 1-5 July, 2019, a temei *Experimental set-ups using microcontrollers and sensors realized by students to be used in Physics lessons* (Anexa 9)
6. **Prezentare orală** a temei „*Formal Activities too Learn About New Materials and Technologies used in Making Sensors and Actuators*”, în cadrulul The 7th International Colloquium on “Physics of Materials”, organized by the University “Politehnica” of Bucharest and the Academy of Romanian Scientists, November 10 -11, 2022, Bucharest, Romania

BIBLIOGRAFIE

1. Centre for the New Economy and Society, The Future of Jobs Report 2018, World Economic Forum, ISBN 978-1-944835-18-7, Geneva.
2. Robotics, available on-line <https://en.wikipedia.org/wiki/Robotics>
3. Nocks, Lisa (2007), *The robot: the life story of a technology*, Westport, CT: Greenwood Publishing Group, available on-line at <https://books.google.ro>
4. Mecatronica - Tehnologia viitorului, available on-line <http://www.mecatronica.ro/>
5. E. Donos, D. Ciorbă, *Tendențe tehnologice în domeniul inteligenței artificiale*, 9th International Conference on Microelectronics and Computer Science, Chisinau, Republic of Moldova, October 19-21, 2
6. I. Dzițac, *Inteligența artificială*, Editura Universității „Aurel Vlaicu”, Arad, 2008
7. Zamalloa, R. Kojcev, A. Hernandez, I. Muguruza, L. Usategui, A. Bilbao and V. Mayoral, *Dissecting Robotics — historical overview and future perspectives*, *Acutronic Robotics*, April 2017, <https://arxiv.org/abs/1704.08617>
8. N.M. Bârlea, *Fizica Senzorilor*, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 2000
9. A. Ciocîrlea-Vasilescu, O. L. Spornic, M. Constantin, *Senzori și traductoare*, Manual pentru clasa a XI-a, ruta directă, Filiera tehnologică, Profil TehnicTehnic, Calificarea profesională Tehnician mecatronist, Editura CD PRESS, București, 2007
- 10.G. Măceșanu, Curs, Bazele Roboticii – *Sistemul sensorial al unui robot*, Universitatea „Transilvania”, Brașov.
11. Sisteme Senzoriale, tuiasi, <http://iota.ee.tuiasi.ro>
12. J. D. Ahlgren, M. I. Verner, D. Pack, S. Richards (2004), *Effective Practices in Robotics Education*, Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & ExpositionCopyright, page 9.504.4
- 13.M. Poboroniuc, *Sistemul sensorial al robotilor*, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, Note de curs
- 14.R. Juverdeanu, *Microactuatori*, Universitatra Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași (online, <https://www.scribd.com/document/130323502/Micro-Actuatori>)
- 15.A. Dumitru, Curs, *Bazele sistemelor mecatronice*, Universitatea „Transilvania”, Brașov, Catedra de Mecanică Fină și Mecatronică, 2006

16. Dave, *Know about Various Types of Temperature Sensors*, martie 2019
(online, <https://www.watelectrical.com/6-different-types-of-temperature-sensors-with-their-specifications>)
17. *Noi metode pentru măsurare a umidității*, Universitatea Politehnică București, Domeniul: Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații, (onlin, <https://gradu.ro/referate/electronica/senzori-pentru-umiditate-427121>)
18. V. Jain, *Insigh - Learn the Working of a Gas Sensor*, (onlin, <https://www.engineersgarage.com/insight/how-gas-sensor-works>)
19. *Technical Explanation for Displacement Sensors and Measurement Sensors*, online, <http://www.ia.omron.com/support/guide/56/introduction.html>
20. A. M. Mandro, B. L. Gray, *Optical Displacement Sensor for Infusion devices*, US Patent 7,498,563, 2009 - Google Patents
21. *Materiale cu proprietăți special*, online https://www.academia.edu/7617183/MEMS_-_Proiect_-1
22. L. G. Bujoreanu, *Materiale Inteligente*, Editura Junimea, Iași 2002
23. N.C. Popa, O.F. Cățun, *Contribuții la modelarea proceselor de magnetizare a materialelor composite magnetostrictive*, PhD, Iași, 2011
24. L.W. Martin, *Multiferroic and magnetoelectric heterostructures*, *Acta Materialia*, 60, 2449–2470, 2012.
25. W. Eerenstein, N. D. Mathur, J. F. Scott, *Multiferroic and magnetoelectric materials*, *Nature*, 442:759, 2006.
26. S. Priya, S. Dong, R. A. Islam, *Recent Advancements in Magnetoelectric Particulate and Laminate Composites*, *J. Electroceram.* 19, (2007) 147
27. C.W. Nan et al., *Multiferroic magnetoelectric composites: Historical perspective, status, and future directions*, *J. Appl. Phys.* 103, (2008) 031101
28. C. M. Jha, *Thermal sensors - Principles and Applications for Semiconductor Industries*, Springer Science+Business Media New York 2015
29. N. M. Bârlea, *Fizica senzorilor*, Ed. Albastră, Cluj-Napoca 2000
30. G. Korotcenkov, *Handbook of Gas Sensor Materials*, Vol.1, Springer Science+Business Media, LLC 2013
31. L.G. Bujoreanu, *Materiale inteligente*, Editura Junimea, Iași 2002.
32. *Mecatronics—Opțiune Educațională Pentru Integrare*, available on-line <https://mdm.utcluj.ro/old/Revista/capa.htm>

- 33.J. Johnson (2003), *Children, robotics and education*, In Proceedings of 7th international symposium on artificial life and robotics (Vol. 7, pp. 16–21), Oita, Japan.
- 34.D. Kara (2004), *Sizing and seizing the robotics opportunity*, *RoboNexus*. This text can be accesat online at. Robotics Trends Inc. <http://www.roboticsevents.com/robonexus2004/roboticsmarket.htm> Accesat 08.04.10.
- 35.B. Caci, M. Cardaci, & H. H. Lund, (2003), *Assessing educational robotics by the “Robot edutainment questionnaire”*, Technical report. The Maersk Mc-Kinney Moller Institute for Production Technology, University of Southern Denmark.
- 36.H. Altin, M. Pedaste 2013: *Learning approaches to applying robotics in science education*, Journal of Baltic Science Education, ISSN 1648-3898, pp 365-377
- 37.A. Grajcevcic, A. Shala, *Formal and Non-Formal Education in the New Era*, *Action Researcher in Education*, 7. 119 – 130 (2016)
- 38.S. Jung, E. S. Won, *Systematic review of research trends in robotics education for young children*, *Sustainability*, 10(4), 905 (2018)
- 39.L. Farcas, I. Caltun, O.F. Caltun, *Strategies for STEM Education in Secondary Schools*, Fifth International Conference on Adult Education: Education for Values – Continuity and Context, 671-678 (2018)
- 40.L. C. Farcas and O. F. Caltun, *Experimental set-ups using microcontrollers and sensors realized by students to be used in Physics lessons*, Journal of Physics: Conference Series 1929 (2021) 012075 doi:10.1088/1742-6596/1929/1/012075, GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019, 1-5 July 2019, Budapest Hungary, IOP Publishing (Citation Lidia Cerasela Farcas and Ovidiu Florin Caltun 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1929 012075)
- 41.L. C. Farcas and O. F. Caltun, *Robotics in Elementary School using the BIT microcontroller*, Journal of Physics: Conference Series 1929 (2021) 012075 doi: 10.1088/1742-6596/1929/1/012077, GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019, 1-5 July 2019, Budapest Hungary, IOP Publishing (Citation Lidia Cerasela Farcas and Ovidiu Florin Caltun 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1929 012077)
- 42.A. Gușă, A. Șandru, *Analiza modului de organizare și derulare a curriculumului la decizia școlii. Aspecte cheie privind operaționalizarea*

- CDȘ în unitățile de învățământ românești*, Centrul Syene pentru Educație, 2019
- 43.M. D. Ilie, *Elemente de pedagogie generală, teoria curriculum-ului și teoria instruirii*, Editura Mirton, Timișoara 2005
- 44.I. Bontaș, *Tratat de pedagogie*, Ediția a VI-a, Editura ALL, București, 2008
45. D. Iușcă, M. Lupu (2010), *Psihopedagogie pentru examenele de definitivat și gradul II - suport de curs*, Departamentul Pentru Pregătirea Personalului Didactic, Iași.
- 46.HG nr. 231/2007 de înființarea a Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar, <http://oldsite.edu.ro/index.php/articles/11583>
- 47.Dan Potolea, Marin Manolescu (2006), *Teoria și metodologia curriculumului*, Ministerul Educației și Cercetării - Proiectul pentru Învățământul Rural, ISBN 10 973-04602-6; ISBN 13 978-973-0-04602-1
- 48.M. G. Lodico, D. T. Spaulding, K. H. Voegtle, *Methods In Educational Research - From Theory to Practice*, First Edition, Jossey-Bass, San Francisco, SUA, 2006, pp. 4
- 49.M. G. Lodico, D. T. Spaulding, K. H. Voegtle, *Methods In Educational Research - From Theory to Practice*, First Edition, Jossey-Bass, San Francisco, SUA, 2006, pp.5
- 50.L. Farcaș, C. Enăchescu, „Formal Activities to Learn About New Materials and Technologies used in Making Sensors and Actuators”, The 7th International Colloquium on “Physics of Materials”, organized by the University “Politehnica” of Bucharest and the Academy of Romanian Scientists, November 10 -11, 2022, Bucharest, Romania
- 51.L. Farcaș, C. Enăchescu, A. Neculau, *Boosting the study of physics for high-school students through non-formal activities with small robotics devices*, Romanian Reports in Physics, in press, 2024
- 52.A. Tekbıyık, D. B. Bulut, Y. Sandalci, Effects of a summer robotics camp on students’ STEM career interest and knowledge structure, *Journal of Pedagogical Research*, 6(2), 91-109 (2022).