

**Conferința Națională Multidisciplinară
„PROFESORUL ION D. LĂZĂRESCU
FONDATORUL ȘCOLII ROMÂNEȘTI
DE TEORIA AȘCHIERII”
Ediția a VIII-a
Cugir, 13 decembrie 2024**

CONTRIBUȚII PRIVIND REALIZAREA UNUI SISTEM DE AUTOMATIZARE A CULTURII RĂSADURILOR ÎN SPAȚII CONTROLATE

Robert NAHARNEAC, Ioan Aurel CHERECHEȘ

CONTRIBUTIONS TOWARD THE CREATION OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR GROWING SEEDLINGS IN CONTROLLED CONDITIONS

Abstract: The paper explores the potential of automation in seedling cultivation with a focus on hydroponic systems. The advantages of hydroponic cultivation in controlled spaces are presented, such as rapid plant growth, precise environmental control and resource efficiency. The paper also details the process of developing a customized automation system, including the choice of sensors and its implementation in a greenhouse. In conclusion, the study highlights the economic and environmental benefits of automation in agriculture, as well as the potential to improve the quality and quantity of agricultural production.

Keywords: automation in agriculture, Arduino, hydroponics, sensors, seedlings, controlled spaces

Cuvinte cheie: automatizări in agricultura, Arduino, hidroponic, senzori, răsaduri, spatii controlate.

1. Considerații generale

Într-o lume care se confruntă cu o cerere tot mai mare de alimente și cu resurse limitate, agricultura modernă caută soluții inovatoare. Schimbările climatice și epuizarea resurselor naturale pun presiune pe producția alimentară tradițională. Automatizarea, prin introducerea tehnologiilor avansate în procesele agricole, se profilează ca un răspuns promițător. Cultivarea răsadurilor în spații controlate, automatizată și monitorizată constant, oferă un exemplu concret al modului în care tehnologia poate optimiza producția, reduce costurile și contribui la o agricultură mai durabilă.

Dezvoltarea unui sistem de automatizare pentru cultura răsadurilor în spații controlate oferă posibilitatea unui control mai precis al factorilor de mediu. Temperatura, umiditatea, lumina și ventilația pot fi monitorizate și reglate automat, asigurând condiții optime de creștere și dezvoltare a plantelor [1].

Sistemul poate asigura un grad ridicat de uniformitate în operațiunile de plantare, udare și fertilizare. Aceasta duce la obținerea de plante sănătoase, cu o dezvoltare uniformă și o rată ridicată de supraviețuire. Prin monitorizarea și controlul precis al factorilor de mediu și al aportului de apă și nutrienți, un sistem de automatizare poate reduce consumul de resurse precum apă, energie și fertilizanți. Aceasta contribuie la sustenabilitatea agriculturii și la protejarea mediului înconjurător.

Sistemele de automatizare și robotizare sunt tot mai utilizate în agricultură, contribuind la reducerea dependenței de muncă umană și la creșterea eficienței și preciziei. Roboții și sistemele de automatizare pot fi implicați în diferite etape ale procesului agricol, inclusiv plantare, recoltare și gestionare a culturilor. Analiza datelor și inteligența artificială reprezintă o altă tendință importantă în agricultura digitală. Aceste tehnologii permit extragerea de cunoștințe din datele colectate și oferă predicții și recomandări în domeniul agricol. Modelele de analiză pot furniza informații despre tendințele de creștere, starea culturilor și potențialele probleme, ajutând agricultorii să ia decizii mai bine fundamentate și să optimizeze rezultatele [2].

Personalizarea și adaptabilitatea sunt esențiale în implementarea agriculturii digitale. Fiecare fermă și regiune agricolă au propriile lor nevoi și caracteristici specifice. Sistemele de agricultură digitală trebuie să fie flexibile și personalizabile, pentru a se adapta la cerințele specifice ale fiecărei ferme și culturi. Abordările adaptate la contextul local vor asigura maximizarea avantajelor aduse de tehnologiile digitale. Securitatea datelor este o preocupare majoră în

agricultura digitală. Colectarea și gestionarea datelor reprezintă un aspect important al acestei evoluții. Asigurarea confidențialității datelor fermierilor și implementarea standardelor riguroase de securitate și protecție a datelor sunt imperative pentru a preveni utilizarea necorespunzătoare a acestora și pentru a asigura încrederea în utilizarea tehnologiilor digitale în agricultură.

2. Metode și instrumentele folosite

Micro-sera este alimentată în mod constant de o sursă de curent de 24V și 2A, asigurând astfel o funcționare autonomă. Aceasta este conectată la un controler de automatizare care gestionează diferite aspecte ale mediului de creștere. În interiorul serei, se află un atomizor special conceput, care are rolul de a pulveriza apa sub formă de ceață fină. Această ceață este direcționată către rădăcinile plantelor, asigurând o udare uniformă și eficientă. Atomizorul este controlat de către sistemul de automatizare, care ajustează frecvența și durata pulverizării în funcție de nevoile plantelor.

Un senzor de nivel al apei este amplasat în recipientul de udare și măsoară constant cantitatea de apă din acesta. Informațiile despre nivelul apei sunt afișate pe un afișaj montat în partea frontală a serei, permițând utilizatorului să monitorizeze nivelul și să acționeze în consecință, când și dacă e cazul. Sistemul de automatizare poate emite semnale sonore sau vizuale pentru a notifica utilizatorul când nivelul apei este scăzut și necesită reumplere.

Pentru a asigura un mediu optim de creștere, se utilizează senzori de umiditate aer, umiditate sol și temperatură. Acești senzori monitorizează constant condițiile din interiorul seriei și transmit informațiile către controlerul de automatizare. Pe baza acestor date, sistemul poate regla nivelul de umiditate și temperatura pentru a crea condiții ideale de creștere pentru plante. De asemenea, în funcție de nivelul de lumină din mediul exterior, un fotorezistor montat pe carcasă detectează lumina solară și ultravioletele. În cazul în care nivelul de lumină naturală este insuficient, sistemul de automatizare poate activa o bandă LED cu ultraviolete pentru a asigura iluminarea adecvată a plantelor.

Prin utilizarea automatizărilor și a tehnologiei aeroponice, micro-sera oferă un mediu optim pentru creșterea plantelor, asigurând o distribuție uniformă a apei și a nutrienților, precum și controlul precis al umidității, temperaturii și luminii.

S-a conceput structura serei pentru a asigura stabilitatea și rezistența necesare. S-a luat în considerare distribuția uniformă a

greutății, accesul ușor pentru întreținere și manipulare, precum și integrarea componentelor automate. S-au ales materiale adecvate pentru construcția serei, cum ar fi plexiglasul pentru pereții laterali, care asigură transparență și izolație termică, și PVC-ul pentru materialul de cultură a răsadurilor. S-a luat în considerare durabilitatea, rezistența la intemperii și costurile materialelor selectate.

2.1 Componente utilizate

Pentru realizarea practică a acestei machete s-au utilizat diferite componente:

1. Placa de dezvoltare arduino personalizată specific pentru acest proiect al micro-serei și conține un microcontroler Atmel. Această plăcuță a fost realizată pe un centru de prelucrare CNC și a fost aleasă pentru a permite conectarea mai multor senzori și pentru a facilita munca de integrare și programare, prezentată în figura 1, celelalte componente sunt prezentate în figura 2;

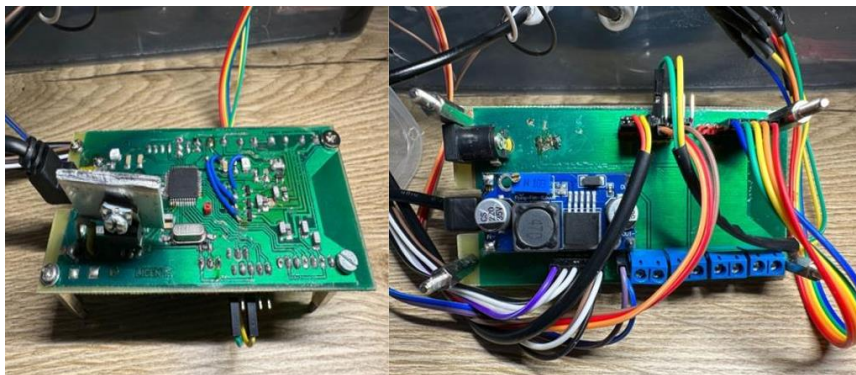
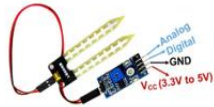


Fig. 1. Plăcuța Arduino utilizată, față-verso

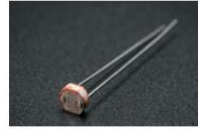
2. Bandă LED full spectru: În partea superioară a serei, s-a implementat o bandă cu LED- plant grow full spectru. Aceasta oferă lumina necesară pentru creșterea sănătoasă a plantelor, asigurând un spectru de lumină optim pentru fotosinteză ;
3. Senzor fotorezistor 5528LDR: Acest senzor detectează nivelul de lumină ambientală din sere și permite reglarea

automată a intensității iluminatului în funcție de nevoile plantelor [3];

4. Senzor de umiditate a solului: Acest senzor măsoară nivelul de umiditate din sol și permite activarea automată a sistemului de irigare atunci când este necesar. Atunci când nivelul de umiditate scade sub un anumit prag prestabilit, sistemul activează atomizorul pentru a adăuga umiditate în sere. Astfel, se asigură condiții ideale de creștere pentru răsaduri [4];
5. LCD 128x64: Acest senzor afișează informații importante despre mediul din sere, cum ar fi temperatura, umiditatea și nivelul de pH, nivelul apei din rezerva atomizorului;
6. Atomizorul apei: Acest dispozitiv atomizează apa și o distribuie uniform în seră pentru a menține nivelul optim de umiditate;
7. Senzorul de pH de tip Grove SKU SEN0161: Acest senzor măsoară nivelul de pH al soluției nutritive. Senzorul de pH este introdus într-o alveolă a unui răsad, în care se adaugă un amestec de vermiculit cu adaos de bile de argilă. Acest amestec ajută la susținerea udării optime și îmbunătățește oxigenarea răsadului [5];
8. Senzorul DHT11 pentru umiditate: Acest senzor măsoară umiditatea din sere și permite monitorizarea și reglarea acestor parametri în timp real [6];
9. Senzorul DS18B20 pentru temperatură: Acesta este un senzor de temperatură fiabil, care oferă citiri de temperatură cu sensibilitate ajustabilă de la 9 la 12 biți utilizând o interfață 1-wire. Este rezistent la apă, protejat împotriva umidității și anti-rugina, prezentând un tub încapsulat din oțel inoxidabil de înaltă calitate [7].



Modulul senzoriului de umiditate



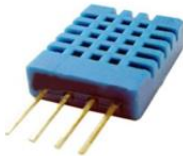
Fotorezistor 5528 LDR



Atomizor de tip Grove



Senzor pH SKU SN0161



Senzorul DHT11



Senzor temperatură DS18B20

Fig. 2. Exemple senzori utilizați

2.2 Componenta software

Scrierea, compilarea și încărcarea codului necesar funcționării machetei micro-serei, pe placa de dezvoltare Arduino, s-a realizat prin utilizarea Arduino Integrated Development Environment (IDE) care este un software open-source.

Codul Arduino controlează o machetă experimentală, personalizată în mod expres pentru acest gen de aplicație, cu multiple funcții, incluzând monitorizarea temperaturii din aer și sol, umidității atmosferice și din sol, nivelului pH-ului soluției utilizate, controlul unei matrice LED RGB și a atomizorului.

În vederea realizării unui cod eficient și suplu, s-au utilizat diferite biblioteci specifice, astfel încât timpul necesar realizării codului a fost mult mai redus iar erorile de codare au fost reduse.

În figura 3 este prezentat un fragment din cod, din secțiunea responsabilă cu testarea senzoriului pH și obținerea feedback-ului senzoriului prin intermediul monitorului serial al Arduino.

```

#define SensorPin A0      //pH meter Analog output to Arduino Analog Input 0
#define Offset 0.00      //deviation compensate
#define LED 13
#define samplingInterval 20
#define printInterval 800
#define ArrayLenth 40 //times of collection
int pHArray[ArrayLenth]; //Store the average value of the sensor feedback
int pHArrayIndex=0;
void setup(void)
{
  pinMode(LED,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("pH meter experiment!"); //Test the serial monitor
}
void loop(void)
{
  static unsigned long samplingTime = millis();
  static unsigned long printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  {
    pHArray[pHArrayIndex++]=analogRead(SensorPin);
    if(pHArrayIndex==ArrayLenth)pHArrayIndex=0;
    voltage = avergearray(pHArray, ArrayLenth)*5.0/1024;

```

Fig. 3. Fragment cod utilizat la testarea senzorului pH

3. Rezultate și discuții

Prin proiectarea și realizarea acestei machete (figura 4), s-a creat un mediu controlat și eficient pentru cultura de răsaduri. Senzorii integrați permit monitorizarea și controlul factorilor de mediu, asigurând astfel condiții optime pentru creșterea sănătoasă și uniformă a plantelor.



Fig. 4. Prototipul micro-serei

Scopul acestei lucrări era realizarea, la scară redusă, a unei micro-sere în care să se poată produce răsaduri sau diferite ale culturi, să poată fi utilizată atât în sistem de cultivare clasic (pe substrat de pământ) cât și în sistem hidroponic sau aeroponic. În plus, un deziderat important era limitarea costurilor.

Astfel, după cum se observă toate aceste teme de proiectare au fost atinse, realizându-se un prototip funcțional care a fost expus și în cadrul expoziției AGRARIA, unde a generat un real interes. Spațiul alocat aceste lucrări nu permite detalierea specificațiilor elementelor constitutive ale prototipului și nici prezentarea detaliilor privind conexiunea lor și nici prezentarea în detaliu a codului conceput pentru această aplicație.

Soluția prezentată în prezenta lucrare, are la bază componente ieftine care , în funcție de sursa de achiziție, pot genera costuri chiar sub 200 de euro.

Elementele componente utilizate în prezenta lucrare sunt soluții ieftine și care, dacă sunt corect puse în valoare și exploatate, pot genera rezultatele așteptate.

4. Concluzii

Viitorul zootehniei este strâns legat de dezvoltarea tehnologică. Inteligența artificială, învățarea automată și robotica vor revoluționa modul în care gestionăm fermele. Prin analiza unor cantități mari de date, vom putea lua decizii mai informate și mai eficiente.

În concluzie, tehnologia oferă fermierilor o multitudine de instrumente pentru a îmbunătăți eficiența, sustenabilitatea și profitabilitatea fermelor. Prin adoptarea acestor soluții inovatoare, putem asigura o producție alimentară de calitate, respectând în același timp bunăstarea animalelor și protejând mediul.

În urma realizării și analizei datelor obținute cu ajutorul acestei machete experimentale putem concluziona faptul că automatizarea are mai multe efecte pozitive precum:

- Eficiență crescută - reducerea necesității intervențiilor manuale și optimizarea utilizării resurselor.
- Precizie și consistență - monitorizarea și controlul automatizat asigură menținerea constantă a parametrilor de mediu analizați.
- Îmbunătățirea / păstrarea sănătății și bunăstării animalelor prin asigurarea condițiilor optime. Monitorizarea continuă permite intervenții rapide și adecvate.
- Economii de costuri - utilizarea optimă a resurselor (atât umane cât și energetice) reduce costurile operaționale.
- Sustenabilitate - sistemul contribuie la utilizarea eficientă a resurselor și la reducerea impactului asupra mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2013.01.002>
2. <https://doi.org/10.1109/WiSPNET.2017.8300148>
3. <https://juriedengineering.com/products/gl5516-photo-light-sensitive-resistor-photoresistor-5517>
4. <https://components101.com/modules/soil-moisture-sensor-module>
5. https://wiki.dfrobot.com/PH_meter_SKU_SEN0161
6. <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor>

7. <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>

Ing. Robert NAHARNEAC
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,
Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Conf.Dr.Ing. Ioan Aurel CHERECHEȘ
Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi,
Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Editor și Webmaster @ www.stiintasiinginerie.ro
membru AGIR
e-mail: aurel.chereches@auto.utcluj.ro