



Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Inginerie Electrică

AUTOMATIZAREA ȘI MONITORIZAREA IoT A SEREI AGRICOLE

Teză de licență la specialitatea
Ingineria Sistemelor Electromecanice

Student: Mardare Marcu

Conducător: dr.conf. Ilie Nucă

Chișinău, 2022

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Inginerie Electrică**

**Admis la susținere
Șef departament dr.conf. Ilie NUCA**

_____ 2022
„_____”

AUTOMATIZAREA ȘI MONITORIZAREA IoT A SEREI AGRICOLE

**Teză de licență la specialitatea
Ingineria Sistemelor Electromecanice**

**Student: _____ (Mardare Marcu)
Conducător: _____ (Ilie Nucă)**

Chișinău, 2022

REZUMAT

Teza conține: 60 pagini , 37 ilustrații, 12 tabele și 51 surse bibliografice, și 2 anexe.

Cuvinte cheie: *Controler, senzori, actuatori, microclimat, modelare, seră agricolă, IoT.*

Scopul general al tezei : proiectarea prototipului și crearea machetei serei cu controlul parametrilor microclimatului în baza tehnologiilor de monitorizare IoT.

Memoriul explicativ cuprinde introducerea și 4 capitole.

Capitolul 1 include un scurt istoric despre sere, clasificarea și descrierea generală a lor, principalele categorii de sere și generațiile acestora. La fel sunt introduse tendințele actuale în domeniul automatizării serelor, cerințele principale de automatizare a serelor și controlul microclimatului.

În cel de-al doilea capitol a fost descris prototipul serei automatizate și componentele acestuia. A fost descris fiecare component în parte și principiul de funcționare a acestora. S-a descris principiul de lucru a controlerului și setarea parametrilor de lucru a acestuia. Navigarea în programul controlerului a fost descrisă și adusă schema de orientare și de parametrizarea a fiecărui canal. Explicarea metodei de monitorizare folosind IoT și principiul de lucru a acestui concept.

În capitolul trei a fost descris modul de proiectare a părților componente a machetei serei. S-a descris proiectarea carcasi serei în soft-ul fusion 360. A fost descris procesul de pregătire a circuitului imprimat pentru controlerul serei și rețeta de pregătire a acestuia. La fel au fost descrise materialele pentru confecționarea carcasi și elementele de cuplare între acestea.

Cel de-al 4-lea capitol , cuprinde calculul costului cercetării pentru proiectarea și elaborarea machetei serei automatizate. Sunt aduse calculele consumului de energie electrică, salariul colaboratorilor etc. A fost făcut un total și o agumentare economică a cheltuielilor.

Teza de licență este finisată cu confecționarea machetei serei agricole automatizate cu suportul centrului educațional FabLab Chișinău.

UTM 0713.3 006 ME

Mod coală № document Semnat. Data

Elaborat Mardare M.

Coordonat Nuca Ilie

Consultat

Contr. norm.

Aprobat Nuca Ilie

Litera Coala Coli

y 6 58

*Automatizarea și Monitorizarea IoT a
Serei Agricole*

UTM FEIE
Gr. ISEM-181

SUMMARY

The thesis contains: 60 pages , 37 ilustrations, 12 tables, 51 bibliographic sources and 2 anexes.

Keywords: *programmable microcontroller, sensors, actuators, microclimat,3D modeling, greenhouse, IoT.*

Object of study : designing the prototype of the automated greenhouse and creating the model greenhouse with microclimte parameters control based on IoT monitoring technologies.

The memorandum contains: introduction and 4 chapters.

Chapter 1 includes a brief history of greenhouses, their classification and general description, the main categories of greenhouses and their generations. It also introduces current trends in the field of greenhouses automation, the main requirements for greenhouse automation and microclimat control.

The second chapter described the prototype of the automated greenhouse and its components. Each component was described separately and the principle of their operation. The working principle of the controller and the setting of its working parameters have been described. Navigation in the controller program was described and the orientation and parameterization scheme of each channel was brought. Explain the method of monitoring using IoT and the working principle of this concept.

Chapter three described how to design the components of the greenhouse model. The design of the greenhouse housing in the fusion 360 software was described. The process of preparing the printed circuit board for the greenhouse controller and its preparation recipe was described. The materials for making the housing and the coupling elements between them were also described.

The 4th chapter includes the calculation of the research cost for the design and elaboration of the model of the automated greenhouse. The calculations of the electricity consumption, the salary of the collaborators, etc. are brought. A total was made and an economic increase of the expenses was made.

Thesis is completed with the construction of the model of automated agricultural greenhouses with the support of the FabLab Chisinau educational center.

					UTM 0713.3 006 ME	<i>Coala</i>
<i>Mod..</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. Document</i>	<i>Semnat</i>	<i>Data</i>		7

CUPRINS

INTRODUCERE.....	12
1. CONCEPTUL DE SERĂ AGRICOLĂ AUTOMATIZATĂ	14
1.1 Complex de sere. Istoricul dezvoltării.....	14
1.2 Analiza comparativă a metodelor de automatizare a serelor.....	17
1.3 Starea actuală a sistemelor de automatizare și acționare a serelor	18
1.3.1 Sisteme de irigare prin picurare	18
1.3.2 Sisteme de control a microclimatului.....	21
Concluzii la capitolul 1	22
2. PROIECTAREA PROTOTIPULUI SEREI AUTOMATIZATE=.....	23
2.1 Descrierea generală a prototipului serei automatizată.....	23
2.1.1 Controlerul serei.....	25
2.2 Procesul de lucru al prototipului	27
2.3 Descrierea elementelor principale.....	28
2.3.1 Microcontrolerul.....	28
2.3.2 Dispozitivul de redare a informației.....	31
2.3.3 Dispozitivul de navigare și setare a parametrilor	33
2.3.4 Modul de control a timpului real.....	35
2.3.5 Senzor de temperatură și umeditate a aerului.....	36
2.3.6 Senzor de umeditate a solului.....	37
2.3.7 Senzor de luminozitate	38
2.3.8 Modul de 8 relee.....	39
2.3.9 Pompa de apă	40

					<i>UTM 0713.3 006 ME</i>	Coala
						10
Mod..	Coala	Nr. Document	Semnat	Data		

2.3.10 Ventilatorul.....	41
2.3.11 Servomotorul.....	42
3. Elaborarea machetei serei agricole automatizată	44
3.1 Descrierea machetei	44
3.2 Proiectarea carcasei.....	45
3.3 Circuitul imprimat.....	46
4. ANALIZA ECONOMICĂ A CONFEȚIONĂRII SEREI AUTOMATIZATE.....	49
4.1 Calculul costului cercetării.....	49
4.1.1 Cheltuieli pentru costul tuturor materialelor și pieselor accesorii.....	49
4.1.2 Cheltuieli pentru consumul de energie electrică	51
4.1.3 Cheltuieli pentru remunerarea muncii.....	53
4.1.4 Cota asigurărilor sociale.....	56
4.1.5 Uzura aparatajului și a echipamentelor utilizate	56
4.1.6 Cheltuieli de regie	57
4.1.7 Alte cheltuieli	57
4.1.8 Devizul de cheltuieli.....	57
4.2 Argumentarea economică.....	58
CONCLUZII	59
BIBLIOGRAFIE	60
ANEXA 1	63

INTRODUCERE

La ziua de astăzi trăim o perioadă a dezvoltării continue a tehnologiilor. Acest fapt influențează direct și modul de viață al omului. Participarea omului în activitățile tehnologice devine din ce în ce mai scăzută. Acest lucru permite implicarea omului în dezvoltarea și mai aprofundată a domeniilor tehnologice.

Începutul acestei ascensiuni tehnologice coincide cu descoperirea energiei electrice și aplicarea acesteia. Energia electrică este cea mai eficientă și ușor convertibilă formă de energie de pe întreg globul pământesc. Această formă a energiei satisface orice nevoie a omului, începând de la comunicare și terminând cu deplasarea acestuia. Este evident faptul că aplicarea energiei electrice a parvenit din stricta necesitate a omului.

Astăzi energia electrică este obținută din diverse surse: soare, vânt, căderea apei, valurile mării, arderea combustibililor etc. Toate aceste surse sunt convertite în energie electrică prin intermediul mașinilor electrice și a altor dispozitive. Mașinile electrice au la bază legile electromagnetismului. [1]

Dezvoltarea mașinilor electrice și a dispozitivelor electrice au cauzat mari schimbări și în viața de rând a oamenilor obișnuiți. Dacă în trecut omul muncea din zori până la apusul soarelui în câmp pentru a-și asigura existența, astăzi nu mai este nevoie de acest lucru. Utilizarea tehnicii noi permite astăzi implicarea minimă a omului în activitățile industriale. Automatizarea proceselor tehnologice prevede utilizarea minimă a resurselor umane în procesul tehnologic, din cauza condițiilor nocive și a muncii grele în mediul industrial. [2]

Agricultura este una dintre ramurile economiei naționale. Infrastructura agrară din Republica Moldova este în mare parte ceea ce a rămas din gospodăriile țărănești sovietice. Republica Moldova are un potențial agrar desăvârșit, ținând cont de resursele funciare pe care le are. Culturile cultivate pe teritoriul țării sunt în mare parte cerealiere și fructifere. O mai mică atenție se acordă culturilor legumifere pe care țara le importă din alte țări. Aceasta se datorează infrastructurii slab dezvoltate în irigarea și creșterea legumelor. Una dintre soluții ar fi investirea în serele agricole, care sporesc creșterea legumelor și permit o perioadă mai lungă creșterea acestora. [3]

Serele agricole sunt construcții prevăzute pentru creșterea plantelor. Ele reprezintă niște încăperi unde plantele sunt păzite de înghețuri, ploii acide, uscăciune, soare abundent și alți factori nefavorabili creșterii plantelor. Fiecare plantă în parte are nevoie de condițiile sale optime de creștere și de aceea este greu să realizezi condițiile necesare fără a implica sisteme de reglare automată. Introducerea în serele obișnuite a unor actuatori ce permit reglarea parametrilor de mediu le transformă în sere automatizate. [4]

Creșterea numărului populației, schimbările climatice, urbanizarea duc la o cerere mare pe piața produselor alimentare. Ca urmare apare nevoia obținerii unei cantități de produse alimentare

					<i>UTM 0713.3 006 ME</i>	<i>Coala</i>
						12
<i>Mod..</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. Document</i>	<i>Semnat</i>	<i>Data</i>		

într-un timp scurt, de pe suprafețe relativ mai mici și de o calitate bună. O soluție a acestei probleme este automatizarea serelor agricole. Automatizarea serelor prevede utilizarea senzorilor, actuatorilor sisteme de monitorizare și control pentru crearea condițiilor favorabile de creșterea a plantelor. O seră automatizată prevede o implicare redusă a factorului uman în creșterea plantelor și o monitorizare continuă a acestora de la distanță. Monitorizarea parametrilor de creștere la distanță permite preîntâmpinarea unor probleme ce țin de condițiile de creștere a plantelor. Monitorizarea poate fi efectuată prin intermediul internetului. Conectată la internet sera transmite datele utilizatorului la distanță prin IoT.

Conceptul IoT presupune folosirea internetului pentru a conecta între ele diferite dispozitive, servicii și sisteme automate, formând astfel o rețea de obiecte. Realizarea unor IoT-uri presupune echiparea dispozitivelor ce trebuie conectate cu aparatura de rețea și cu dispozitive electronice. [5]

Scopul principal: proiectarea și confecționarea machetei serei agricole automatizate pe baza controlului serei, cu posibilitatea controlului și monitorizării sistemului la distanță.

Pentru atingerea scopului este necesară realizarea următoarelor **sarcini**:

1. Analiza stării actuale în domeniul automatizării serelor agricole.
2. Proiectarea prototipului serei automatizate.
3. Identificarea materialelor și componentelor necesare realizării machetei.
4. Confecționarea machetei.
5. Estimarea costurilor

					<i>UTM 0713.3 006 ME</i>	Coala
Mod..	Coala	Nr. Document	Semnat	Data		13

BIBLIOGRAFIE

1. Ambros Tudor. Mașini electrice. Transformatoare și mașini asincrone. Volumul I. Chișinău: Editura „Tehnica-UTM”, 2016. ISBN 978-9975-910-95-8;
2. Nucă Ilie. Curs acționări Electrice. Disponibil:
<http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=68>;
3. Agricultura Republicii Moldova. Disponibil:
https://ro.wikipedia.org/wiki/Agricultura_Republicii_Moldova
4. Greenhouse definition, [accesat 21.02.22], <https://wikicro.icu/wiki/greenhouse#History>
5. Internetul obiectelor, [accesat 22.02.22], https://ro.wikipedia.org/wiki/Internetul_obiectelor
6. История возникновения теплиц, [accesat 22.02.22] <https://glass-house.ru/information/stati/istoriya-vozniknoveniya-teplits>
7. Теплицы. История их появления, [accesat 22.02.22] <https://vk.com/@tradeset-teplicy-istoriya-ih-poyavleniya>
8. История возникновения теплиц, [accesat 22.02.22] <https://glass-house.ru/information/stati/istoriya-vozniknoveniya-teplits>
9. История развития теплиц: от стекла до сотового поликарбоната, [accesat 22.02.22] <https://teplitsa-plus.ru/statyi/istoriya-razvitiya-teplic.html>
10. Serele generația IV, [accesat 22.02.22] <https://www.agroxixi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/kak-rabotaet-teplica-iv-pokolenija-v-primore.html>
11. Generațiile de sere , [accesat 22.02.22] <https://www.nivagreenhouse.ru>
12. Seră generația V, [accesat 22.02.22] <http://www.fito-system.ru/>
13. Agricultura în sere, [accesat 22.02.22] <https://bioprotect.md/agricultura-in-sere-lucrari-necesare-pentru-randamente-profitabile/>
14. Irigarea prin picurare, [accesat 30.02.22] https://irigatii.hydrosystems.md/tub-picurare/?gclid=CjwKCAjwryUBhBSEiwAGN5OCNt98AFm4rtRw0dqJt0TtllHZD68ILv7MmCbZrgGmmBisThhBHMjBoCBKMQAvD_BwE
15. Водоподготовка в растениеводстве и теплично-парниковых хозяйствах, , [accesat 30.02.22] <http://water2you.ru/articles/napravleniya-vodopodgotovki/vodopodgotovka-v-rastenievodstve-i-teplichno-parnikovyykh-khozyaystvakh/>
16. Echipamente de filtrare a apei, [accesat 30.02.22] <http://www.tklipagro.ru/oborudovanie/index.html>
17. Echipamente de stabilizaer a pH-ului, [accesat 30.02.22] <http://www.tklipagro.ru/oborudovanie/index.html>

					<i>UTM 0713.3 006 ME</i>	Coala
Mod..	Coala	Nr. Document	Semnat	Data		15

18. Echipamente de încălzirea a apei, [accesat 04.03.22]
<http://www.tklipagro.ru/oborudovanie/index.html>
19. Echipamente de încălzirea a apei, [accesat 04.03.22]
<http://www.tklipagro.ru/oborudovanie/index.html>
20. Echipamente de amestec și irigare, [accesat 04.03.22]
<http://www.tklipagro.ru/oborudovanie/index.html>
21. Controlul microclimatului în sere industriale, [accesat 04.03.22]
https://www.promgidroponica.ru/mikroklimat_tep1/
22. КОНТРОЛЛЕР ТЕПЛИЦЫ СВОИМИ РУКАМИ [10.05] [accesat 20.03.22]
<https://alexgyver.ru/gyvercontrol>
23. RACHIER, Vasile. Utilizarea și programarea controlerelor. Disponibil:
http://moodle.utm.md/pluginfile.php/2309/mod_resource/content/0/Curs%20CAP.pdf
24. Arduino Nano, [accesat 22.03.22] <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-nano/>
25. Arduino Nano, [accesat 22.03.22] <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-nano/>
26. Arduino Nano, [accesat 22.03.22] <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-platy/arduino-nano/>
27. LCD 2004 Module, http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=LCD2004_Module
28. ECRAN LCD 2004 CU I2C, [accesat 22.03.22] <https://robotica.md/ecran-lcd-2004-i2c>
29. KY-040 Arduino Rotary Encoder User Manual [accesat 22.03.22]
<https://www.epitran.it/ebayDrive/datasheet/25.pdf>
30. Часы реального времени DS3231,[accesat 31.03.22] <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/chasy-realnogo-vremeni-ds3231/>
31. Часы реального времени DS3231,[accesat 31.03.22] <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/chasy-realnogo-vremeni-ds3231/>
32. Датчики температуры и влажности DHT11 и DHT22, [accesat 31.03.22] <https://micro-pi.ru/dht11>
33. Датчики температуры и влажности DHT11 и DHT22, [accesat 31.03.22] <https://micro-pi.ru/dht11>
34. <https://www.amazon.in/xcluma-Moisture-Humidity-Arduino-Raspberry/dp/B071LH5Z9D>, [accesat 31.03.22]
35. Petru Todos. Acționarea electrică și automatizarea mecanismelor industriale tipice și a roboților, Manuscrisul in format electronic este plasat pe platforma MOODLE. Ultima revizie 2019. <http://moodle.utm.md/course/view.php?id=66> , [accesat 06.04.22];
36. Fotorezistor, [accesat 06.04.22] <https://en.wikipedia.org/wiki/Photoresistor>
37. Fotorezistor, [accesat 06.04.22] <https://3d-diy.ru/product/fotorezistor-mlg5516b>

					<i>UTM 0713.3 006 ME</i>	Coala
Mod..	Coala	Nr. Document	Semnat	Data		16

38. Modul de 8 rele, [accesat 06.04.22] <https://3d-diy.ru/product/rele-elektromexanicheskoe-8-kanalnoe>
39. Modul de 8 rele, [accesat 06.04.22] <https://3d-diy.ru/product/rele-elektromexanicheskoe-8-kanalnoe>
40. Modul de 8 rele, [accesat 06.04.22]
http://www.avrobot.ru/product_info.php?products_id=2205
41. Pompa de apă, [accesat 15.04.22] <https://robotica.md/pompa-apa-3-6V>
42. Pompa de apă, [accesat 15.04.22] <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-mechanics/miniatyurnyj-vodyanoj-nasos-pompa-rs-360sh/>
43. Ventilator, [accesat 15.04.22] <https://www.filotronix.com/fan/240-bldc-fan-12v-50x50mm.html>
44. Ciuru Tudor. Controlul Sistemelor Electromecanice. 4.3 Motoare speciale BLDC.
Maunscris în format electronic platforma Microsoft Teams, [accesat 20.04.22];
45. Servo Motor, [accesat 20.04.22] <https://robotica.md/motor-servo-sg90>
46. Servo Motor, [accesat 20.04.22] https://es.wikipedia.org/wiki/Servomotor_de_modelismo
47. Componentele servomotorului [accesat 20.04.22]
<https://www.youtube.com/watch?v=LXURLvga8bQ&t=125s>
48. Portalul de proiectat circuite integrate, [accesat 06.05.22] <https://easyeda.com/>
49. Fabricarea în condiții casnice a circuitelor integrate, [accesat 06.05.22]
<https://ydoma.info/tehnologii-remonta/tehnologii-izgotovlenie-pechatnyh-plat.html>
50. Recete pentru soluția de tratarea chimică a circuitului integrat, [accesat 06.05.22]
<https://ydoma.info/tehnologii-remonta/tehnologii-izgotovlenie-pechatnyh-plat.html>
51. REGULAMENT PRIVIND SISTEMUL DE SALARIZARE ÎN INSTITUȚIA PUBLICĂ „UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI”, AVIZATĂ MODIFICAREA LA ȘEDINȚA CDSI A UTM DIN 20.12.2017, PROCES-VERBAL NR. 18, [accesat 06.05.22]

					<i>UTM 0713.3 006 ME</i>	Coala
Mod..	Coala	Nr. Document	Semnat	Data		17