



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
"HASAN PRISHTINA"
UNIVERSITY OF PRISHTINA

Rr. Xhorxh Bush, Ndërtesa e Rektoratit, 10 000 Prishtinë, Republika e Kosovës
 Tel: +381 38 244 183 • E-mail: rektorati@uni-pr.edu • www.uni-pr.edu

Nr. Prot.: 2012
 Datë: 09/12/2024

RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TE DIPLOMES
MASTER

FAKULTETI	
Departamenti/ Programi	Mekatronikë
Projektpropozimi	SISTEMI I AUTOMATIZUAR I KONTROLLIT TË TEMPERATURËS PËR KANALIN RRJEDHËS TË AJRIT ME SHUMË POZICIONE TË MATJES
Kandidati	BSc. Driton Bardheci
Mentori	Prof. Asoc. Xhevahir Bajrami
Aprovimi i projekt propozimit në Këshillin e Fakultetit	Datë:25.07.2024 Vendimi nr.:1185
<p>Vlerësimi i dorëshkrimit</p> <p>Në bazë të vendimit nr. 1185 të datës 25.07.2024, të Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike në Prishtinë, është formuar komisioni në përbërje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Ramë Likaj, kryetar 2. Prof. Dr. Mirlind Bruçi, anëtar 3. Prof. asoc. Dr. Xhevahir Bajrami, mentor <p>Për vlerësimin e punimit Master me titull “Sistemi i automatizuar i kontrollit të temperaturës për kanalin rrjedhës të ajrit me shumë pozicione të matjes” të kandidatit Driton Bardheci. Pas shqyrtimit të punimit të lartpërmendur, Komisioni jep këtë:</p> <p style="text-align: center;">R A P O R T</p> <p>Punimi Master me titull “Sistemi i automatizuar i kontrollit të temperaturës për kanalin rrjedhës të ajrit me shumë pozicione të matjes” është strukturuar në kapituj kryesorë dhe është ilustruar me figura, grafe dhe tabela të nevojshme.</p> <p>Hyrje</p>	

Formulari- F2

Ky kapitull paraqet rëndësinë e kontrollit të saktë të temperaturës në sistemet e kanalizimit të ajrit, duke theksuar aplikimet në industri dhe ndërtesa inteligjente. Përfshin objektivat e studimit, rëndësinë e përdorimit të teknologjive të automatizuara dhe sfidat që adreson ky hulumtim.

State of the Art (Të rejat e fundit)

Kapitulli ofron një përmbledhje të zhvillimeve më të fundit në teknologjitë e kontrollit të temperaturës, duke përfshirë:

- **Model Predictive Control (MPC)** për optimizimin e procesit,
- **Inteligjencën Artificiale (AI)** për parashikim dhe adaptim,
- **Internet of Things (IoT)** për monitorim dhe ndërlidhje, dhe
- Praktikatat bashkëkohore për rritjen e qëndrueshmërisë dhe efijencës energjetike.

Modelimi Matematikor i Sistemit të Kanalit të Ajrimit

Në këtë kapitull është ndërtuar modeli matematikor për përshkrimin e sjelljes termodinamike të ajrit në kanalin rrjedhës. Ky model përfshin:

- Humbjet e presionit duke përdorur Ligjin e Bernulit,
- Balancën e energjisë për ngrohjen dhe ftohjen e ajrit,
- Transferimin e nxehtësisë dhe përlllogaritjen e përgjigjes dinamike të sistemit.

Zhvillimi Eksperimental

Ky kapitull përshkruan pajisjet eksperimentale të përdorura në laboratorin e Mekatronikës në Fakultetin e Inxhinierisë Mekanike. Detajet përfshijnë konfigurimin e sistemit të matjes, kalibrimin e sensorëve të temperaturës dhe kontrollin automatik të temperaturës.

Aplikimet e IoT dhe Teknologjive të Automatizuara

Përdorimi i IoT dhe aktuatorëve të zgjuar për ndërlidhjen dhe optimizimin e sistemit është trajtuar në këtë kapitull. Analiza përfshin përfitimet e monitorimit në kohë reale dhe integrimin e algoritmeve të inteligjencës artificiale për adaptimin e parametrave të temperaturës.

Rezultatet Eksperimentale dhe Analiza

Ky kapitull paraqet rezultatet e matjeve eksperimentale nga pozicionet e ndryshme të kanalit. Është bërë krahasimi mes rezultateve të modelit teorik dhe të dhënave eksperimentale, duke vlerësuar saktësinë dhe stabilitetin e sistemit.

Kapitulli i shtatë: Konkluzione dhe Rekomandime

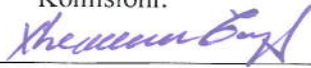
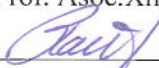

Në këtë kapitull përmbledhen gjetjet kryesore të hulumtimit dhe propozohen rekomandime për zbatime të mëtejshme në sisteme industriale dhe ndërtesa inteligjente.

P Ë R F U N D I M

Në bazë të të dhënave të përshkruara më lart, Komisioni për Vlerësimin e punimit Master konsideron se punimi është hartuar në nivel të duhur, i pasqyruar me figura, diagrame dhe tabela të nevojshme. Prandaj, komisioni i propozon Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike në Prishtinë, që punimin Master me titull **“Sistemi i automatizuar i kontrollit të temperaturës për kanalin rrjedhës të ajrit me shumë pozicione të matjes”** të kandidatit **Driton Bardheci**, ta aprovojë si punim për Master dhe ta japë në diskutim publik.

Prishtinë, 09.12.2024

Komisioni:

1. 
Prof. Asoc. Xhevahir Bajrami – mentor
2. 
Prof. Ramë Likaj – anëtar
3. 
Prof. Mirlind Bruçi – anëtar

UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”

FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE

PROGRAMI STUDIMOR: MEKATRONIKE

DEPARTAMENTI: MEKATRONIKE

NIVELI: MASTER



PUNIM DIPLOME

**SISTEMI I AUTOMATIZUAR I KONTROLLIT TË
TEMPERATURËS PËR KANALIN RRJEDHËS TË
AJRIT ME SHUMË POZICIONE TË MATJES**

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami

Kandidati:

BSc. Driton Bardheci

Prishtinë, 2024

Përmbajtja

1.	Hyrje	8
1.1.	Roli i teknologjive të avancuara në kontrollin e temperaturës.	8
1.2.	Nevoja për sisteme të avancuara në një mjedis në ndryshim.....	8
1.3.	Objektivat e studimit.....	9
2.	State of the art (Të rejat e fundit).....	10
2.1.	Model Predictive Control (MPC) i Avancuar	10
2.2.	Aplikimi i Inteligjencës Artificiale (AI)	10
2.3.	IoT dhe Sistemet e Ndërlidhura	10
2.4.	Përqendrimi në Efiçencën Energjike dhe Qëndrueshmërinë	11
2.5.	Robotika dhe Aktuatorët e Zgjuar.....	11
2.6.	Aplikimet në Ndërtesat Inteligjente dhe Industrinë 4.0	11
3.1.	Modeli Matematikor i Sistemit të Kanalit të Ajrimit.....	19
3.2.	Humbjet e Presionit (Ligji i Bernulit dhe Fërkimi)	21
3.3.	Bilanci i Energjisë (Ngrohja dhe Ftohja e Ajrit).....	21
3.4.	Ekuilibri i Momentumit	22
3.5.	Modeli Matematikor për Sistemin e Kanalit.....	22
3.6.	Përgjigja Dinamike e Sistemit të Ngrohjes	26
3.7.	Energjia Termike e Ruajtur në Elementin Ngrohës.....	26
3.8.	Shkalla e Ndryshimit të Energjisë.....	26
3.9.	Transferimi i Nxehtësisë në Ajër	27
3.10.	Modeli Dinamik	28
	Ky është një ekuacion diferencial i rendit të parë që përshkruan dinamikën e temperaturës së elementit ngrohës.	28
3.11.	Koha e Përgjigjes	28
4.	Matjet eksperimentale me pajisjen e cila gjendet në laboratorin e Mekatronikës në FIM në Universitetin e Prishtinës	31
4.1	Aktivizimi dhe Konfigurimi i Pajisjeve për Sistemin e Kontrolluar të Temperaturës	31
5.	Realizimi eksperimental në laboratorin e mekatronikës -FIM	36
5.1.	Pajisjet e nevojshme për këtë eksperiment	36

5.2.	CO3620-2A Kontrollues Universal Digjital	36
5.3.	CO3620-2C Sistem i Kontrolluar i Temperaturës	36
5.4.	Ndërprerësi S1 dhe Ndërprerësi Rrotullues (FAN SPEED)	37
5.5.	Instrumenti për Vizualizimin e Përgjigjes Hapi (Step Response Plotter).....	37
5.6.	Përgatitja për Eksperimentin.....	37
5.7.	Eksperimenti	38
5.8.	Vendosni pajisjen me parametrat e mëposhtëm.....	39
5.9.	Objektivi i Eksperimentit.....	42
	Përfundimi.....	52
	Referencat	53

Abstrakti

Kontrolli automatik i sistemeve të kontrollit të temperaturës së ajrit është një aspekt kyç i teknologjisë moderne të klimës, i aplikuar gjerësisht në industri, ndërtesa rezidenciale dhe mjedise komerciale. Ky studim eksploron projektimin, zbatimin dhe optimizimin e një sistemi automatik të kontrollit të temperaturës së ajrit në disa pozicione matëse, duke përdorur mekanizma të bazuar në sensorë dhe algoritme kontrolli. Sistemi integron sensorë të temperaturës, aktuatorë (p.sh., ngrohës, ftohës ose ventilatorë) dhe një kontrollues të programueshëm që përdor algoritme Proporcional-Integral-Derivativ (PID) ose logjikë fuzzy të avancuar për të mbajtur pikën e dëshiruar të temperaturës.

Mbledhja e të dhënave në kohë reale mundëson monitorim të saktë të kushteve ambientale, ndërsa strategjitë e kontrollit adaptiv përmirësojnë efikasitetin e sistemit duke marrë parasysh ndërprerjet e jashtme, si ndryshimet klimatike ose variacionet në zënie e hapësirës. Studimi gjithashtu shqyrton efikasitetin energjetik, kohën e reagimit dhe rolin e mirëmbajtjes parashikuese në sigurimin e besueshmërisë afatgjatë të sistemit. Simulimet dhe testimi i prototipit vërtetojnë aftësinë e sistemit të propozuar për të siguruar rregullim të qëndrueshëm dhe efikas të temperaturës, duke e bërë atë një zgjidhje ideale për menaxhimin inteligjent dhe të qëndrueshëm të klimës.

Përfundimi

Ky studim masteri trajtoi projektimin, simulimin dhe analizën e sistemeve të kontrollit automatik për një sistem të kontrolluar të temperaturës, duke përdorur kontrollues PI, PID dhe Model Predictive Control (MPC). Gjithashtu, u trajtua në detaje rrjedhja e temperaturës në kanal in e ajrit dhe ndikimi i dinamikës së rrjedhës dhe transmetimit të nxehtësisë në performancën e përgjithshme të sistemit.

Rëndësia e Integritit të MPC

Përveç përdorimit të PI dhe PID, ky studim demonstroi avantazhet e kontrollit parashikues (MPC) në sistemet komplekse të temperaturës. MPC mund të trajtojë kufizimet e sistemit dhe të ofrojë përgjigje optimale duke përdorur një qasje të bazuar në parashikim për minimizimin e gabimeve dhe optimizimin e përdorimit të burimeve. Në grafet e krahasimit, MPC tregoi performancë më të mirë në aspektin e:

- Menaxhimit të ndërhyrjeve të jashtme në rrjedhën e ajrit.
- Përgjigjes më të saktë ndaj ndryshimeve të setpoint-it, duke ruajtur një dinamikë të qëndrueshme.
- Kufizimit të tejkalimeve dhe arritjes së temperaturës së dëshiruar brenda parametrave të kërkuar.

Rrjedha e Temperaturës në Kanal in e Ajrit

Rrjedha e temperaturës në kanal in e ajrit është modeluar duke përdorur ekuacionet e bilancit të energjisë dhe momentit. Eksperimentet treguan se rritja e shpejtësisë së ajrit dhe ndërhyrjet e jashtme (si hapja e material gates) ndikojnë ndjeshëm në temperaturën e daljes. Megjithatë, përdorimi i MPC ndihmoi në minimizimin e këtyre efekteve duke ofruar përgjigje të shpejtë dhe të qëndrueshme.

Avantazhet e Krahasuara

- **PI dhe PID:** Të përshtatshëm për sisteme më pak komplekse; ofrojnë një qasje të qëndrueshme, por mund të mbeten të kufizuar në kushtet e ndryshimeve dinamike.
- **MPC:** Performancë superiore për sistemet komplekse; menaxhimi optimal i kufizimeve dhe përgjigje më e mirë ndaj shqetësimeve dhe ndërhyrjeve.

Rekomandime për të Ardhmen

1. **Zbatime të Avancuara të MPC:** Përfshirja e metodave më të sofistikuar për të menaxhuar zhurmat dhe parashikimin e ndërhyrjeve komplekse.
2. **Modelim më i Detajuar i Kanal it:** Përfshirja e efekteve turbulente dhe disipimit të energjisë në rrjedhën e ajrit për simulime më realiste.
3. **Zgjerimi në Aplikime Industriale:** Zbatimi i rezultateve në sisteme më të mëdha, si HVAC dhe proceset industriale.

Ky projekt konfirmoi rëndësinë e integritit të qasjeve moderne të kontrollit, duke përfshirë PI, PID dhe MPC, për të përmirësuar efikasitetin dhe stabilitetin e sistemeve të temperaturës në kushtet e kërkesave dinamike dhe kufizimeve praktike. Integrimi i MPC u dallua si një qasje e fuqishme për trajtimin e problemeve të ndërlikuara në kontrollin automatik.

Referencat

1. Ogata, K. (2010). **Modern Control Engineering**. Prentice Hall.
2. Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2017). **Modern Control Systems**. Pearson.
3. Åström, K. J., & Murray, R. M. (2020). **Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers**. Princeton University Press.
4. Franklin, G. F., Powell, J. D., & Emami-Naeini, A. (2019). **Feedback Control of Dynamic Systems**. Pearson.
5. Kuo, B. C. (2005). **Automatic Control Systems**. John Wiley & Sons.
6. Bequette, B. W. (2003). **Process Control: Modeling, Design, and Simulation**. Prentice Hall.
7. Seborg, D. E., Edgar, T. F., & Mellichamp, D. A. (2016). **Process Dynamics and Control**. Wiley.
8. Norman S. Nise. (2018). **Control Systems Engineering**. Wiley.
9. Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). **Multivariable Feedback Control: Analysis and Design**. Wiley.
10. Smith, C. A., & Corripio, A. B. (2005). **Principles and Practice of Automatic Process Control**. Wiley.
11. Ziegler, J. G., & Nichols, N. B. (1942). **Optimum settings for automatic controllers**. ASME Transactions.
12. Astrom, K. J., & Hagglund, T. (1984). **Automatic Tuning of PID Controllers**. IEEE Control Systems Magazine, 6(1), 37–44.
13. Astrom, K. J., & Hagglund, T. (1995). **PID Controllers: Theory, Design, and Tuning**. ISA.
14. Krishnan, R. (2001). **PID controllers: The good, the bad, and the ugly**. IEEE Control Systems Magazine, 21(1), 70-79.
15. Kim, J., & Seong, W. (2002). **Design of temperature control systems in air-conditioning**. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 10(3), 399-407.
16. Li, Y., & Yu, H. (2007). **PID tuning for a first-order plus dead time system**. Control Engineering Practice, 15(3), 437–448.
17. O'Dwyer, A. (2009). **Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules**. Imperial College Press.
18. Horowitz, I. M. (2001). **Synthesis of Feedback Systems**. IEEE Transactions on Automatic Control.
19. Levine, W. S. (Ed.). (2011). **The Control Handbook**. CRC Press.

20. Johnson, M. A., & Moradi, M. H. (2005). **PID Control: New Identification and Design Methods**. Springer.
21. MathWorks. (2023). **PID Control Toolbox Documentation**. Retrieved from: <https://www.mathworks.com>
22. Yang, T., & Gopal, M. (2008). **Simulink modeling of temperature-controlled systems**. *International Journal of Simulation*, 8(2), 58–64.
23. Schilling, R. J., & Harris, S. L. (2017). **Applied Control Systems Design: Practical Applications using MATLAB and Simulink**. Springer.
24. Bouche, D., & Boufaïda, Z. (2019). **Modeling and simulation of PID controllers in temperature control**. *Journal of Systems Engineering*, 32(4), 405-420.
25. Dargahi, H., & Ansari, K. (2020). **Robust control of HVAC systems using MATLAB**. *Energy and Buildings*, 110, 287-296.
26. Wu, T., & Chen, X. (2019). **Optimizing PID controllers using MATLAB: A temperature system case study**. *Computers in Industry*, 35(6), 598-608.
27. Jha, R., & Paul, A. (2018). **Frequency response and Bode plot analysis using MATLAB**. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 7(1), 1-8.
28. Carrasco, J., & Bonet, A. (2016). **Tuning PID controllers in HVAC applications: A MATLAB/Simulink approach**. *International Conference on Control Applications*, IEEE, 121-128.
29. Gopal, M. (2017). **Control Systems: Principles and Design with MATLAB Applications**. McGraw Hill Education.
30. Astrom, K. J. (2014). **Simulation and analysis of control systems with MATLAB/Simulink**. *IEEE Control Systems Magazine*, 34(5), 44–51.