

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОПАЛЕННЯМ У СМАРТ-БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

*Для об'єктивного оцінювання якості функціонування моделі автоматизованої системи управління необхідно провести її детальний аналіз. Одним із головних етапів такого аналізу є вивчення стійкості системи. Актуальність обраної теми зумовлена потребою забезпечення надійної та ефективної роботи автоматизованих систем у «розумних» будинках. У даній роботі здійснено аналіз стійкості системи управління опаленням у смарт-будинку з використанням програмного середовища **Scilab/Xcos/Flt**, що дозволяє моделювати та досліджувати динамічну поведінку системи.*

Ключові слова: автоматизація, стійкість, система, забезпечення, аналіз, смарт-будинки.

Abstract

*For an objective assessment of the quality of functioning of the automated control system model, it is necessary to conduct a detailed analysis of it. One of the main stages of such an analysis is the study of system stability. The relevance of the chosen topic is due to the need to ensure reliable and efficient operation of automated systems in smart homes. In this paper, we analyze the stability of the heating control system in a smart home using the **Scilab/Xcos/Flt** software environment, which allows modeling and studying the dynamic behavior of the system.*

Keywords: automation, sustainability, system, provision, analysis, smart home.

Вступ

На сучасному етапі розвитку технологій значну увагу приділяють методам та моделям автоматизованого управління процесами у «розумному» будинку. У цій роботі розглядається система автоматизованого керування опаленням, у якій застосовується нечіткий регулятор. Аналіз стійкості подібних систем є предметом зацікавлення широкого кола фахівців у галузях науки й техніки. В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв автоматизовані рішення для смарт-будинків дозволяють підвищити енергоефективність. Для досягнення цієї мети необхідним є вивчення стійкості систем управління з метою оптимізації споживання ресурсів та зменшення витрат. Імітаційне моделювання автоматизованої системи управління опаленням у «розумному» будинку з контролером, що є аналогом нечіткого регулятора, виконано в середовищі **Scilab/Xcos/Flt**. Побудована модель, реалізована за допомогою цього інструментарію, наведена на рисунку 1. Для створення імітаційної моделі було розроблено спеціальну бібліотеку блоків, яка охоплює основні елементи системи управління опаленням: блок вхідних даних, регулятор, нагрівальний елемент, а також модулі, що представляють сам будинок і окремі приміщення.

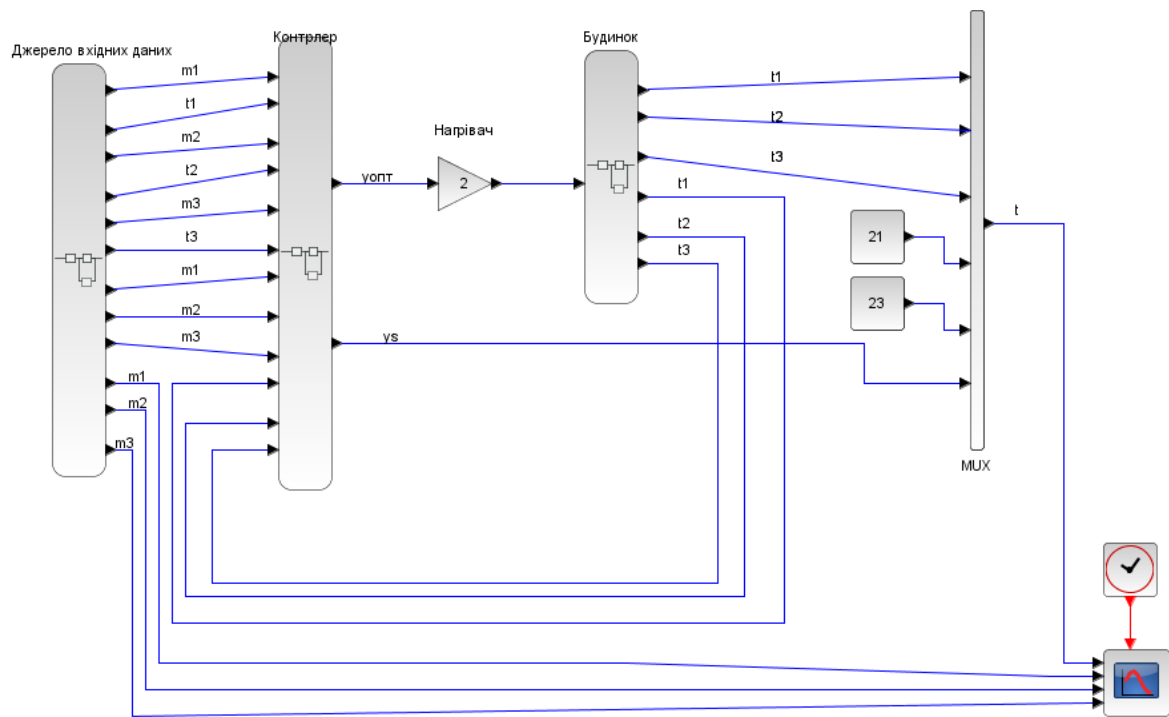


Рисунок 1 – Імітаційна модель автоматизованої системи управління опаленням у «розумному» будинку в системі Scilb/Xcos

де t_1, t_2, t_3 – задані температури в приміщеннях;
 m_1, m_2, m_3 – сигнали сенсорів руху, які визначають стан системи.
 u_{opt} – бажана температура;
 y_s – середня температура;
 t – вихідна температуру.

Джерело вхідних даних, представлений на рисунку 2, що складається з елементів: SampleCLK, RAND_m, Hysteresis та CONST_m.

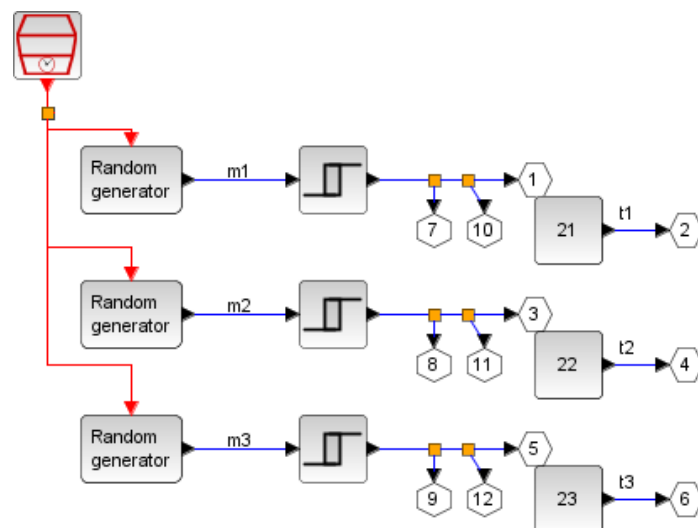


Рисунок 2 – Джерело вхідних даних

Блок SampleCLK (рисунок 2) в схемі є синхронним. Синхронізм здійснюється за рахунок двох різних методів обчислення на етапі компіляції.

Перший спосіб ґрунтується на застосуванні годин, які безпосередньо пов'язані з лічильником і які активують блок вибору подій. Годинники працюють у відповідності з наступним правилом. Якщо всі блоки мають однаковий зсув часу, тоді частота годин є функція періоду, і зміщення годин одного цього зсуву. Якщо зміщення є різними, то частота ходу годинника це функція періоду і зміщення, і зміщення годин дорівнює нулю. Параметри блоку: Sample time (Час вибірки) = 5, Offset (Зсув) = 2.

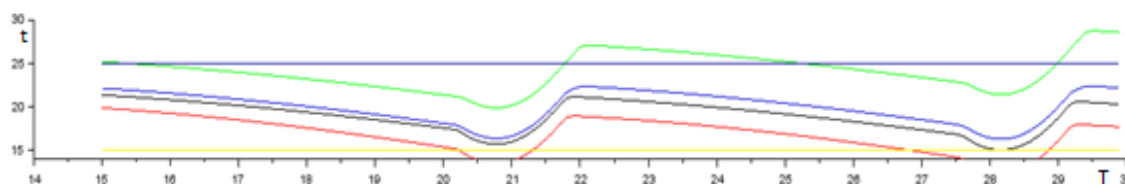


Рисунок 3 – Моделювання при зміні значень блоків нагрівання та охолодження

Отже, на даному рисунку 3 представлено стійку модель системи управління опаленням у «розумному» будинку на якій представлено зміну температури в кожній кімнаті (червона, синя, зелена лінія) та загальну температуру (голуба лінія).

Висновок

Таким чином, імітаційне моделювання автоматизованої системи управління опаленням у «розумному» будинку, де використовується нечіткий регулятор, дало змогу дослідити динамічні властивості системи в умовах, наближених до реального часу, включаючи можливість її адаптації та навчання. Результати моделювання свідчать про стійкість системи: вона демонструє низький рівень енергоспоживання, незначні відхилення параметрів та підвищену енергоефективність. Аналіз графіків підтверджує, що модель зберігає рівноважний стан і має здатність повертатися до нього після дії зовнішніх збурень, що є ознакою її стійкості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Merabet G. H., Essaaidi M., Ben Haddou M., et al. Intelligent Building Control Systems for Thermal Comfort and Energy-Efficiency: A Systematic Review of Artificial Intelligence-Assisted Techniques // *arXiv preprint*. – 2021. – arXiv:2104.02214. – URL: <https://arxiv.org/abs/2104.02214>
2. Mohamed I. Stability Analysis for Smart Homes Energy Management System with Delay Consideration // *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. – Vol. 4, No. 3, 2015. – P. 224–229. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/271293714>
3. Gupta S., Prasad R. Stability Analysis and Control Design of Fuzzy Systems using Scilab Package // *International Journal of Computer Applications*. – Vol. 47, No. 11, 2012. – P. 1–6. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/247158129>
4. Kazmi H., et al. Automated Modelling of Residential Buildings and Heating Systems Using Smart Grid Monitoring Data // *Energy and Buildings*. – Vol. 224, 2020. – Article 110252. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820318119>
5. Zhang J., Li Y., Chen X. Improving the Ambient Temperature Control Performance in Smart Homes // *Sensors (Basel)*. – Vol. 21, No. 2, 2021. – Article 457. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7826738/>

Коваленко Віталій Вікторович – студент групи 2AKITP-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vitalik.kovalenko.2003@gmail.com

Юхимчук Марія Сергіївна – д.т.н., доцент, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: umc1987@vntu.edu.ua

Kovalenko Vitalii Viktorovich - student of group 2AKITP-24m, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: vitalik.kovalenko.2003@gmail.com

Yukhymchuk Mariia Serhiivna - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: umc1987@vntu.edu.ua