

МІНІМІЗАЦІЯ ЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ «РОЗУМНИМ БУДИНКОМ»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто застосування методів булевої алгебри для оптимізації схем керування в системах «Розумний будинок». Продемонстровано практичний приклад мінімізації логічної функції для системи вуличного освітлення, що дозволяє зменшити апаратну складність та підвищити надійність системи.

Ключові слова: булева алгебра, мінімізація, логічні функції, автоматизація, розумний будинок, мікроконтролер.

Abstract

The paper considers the application of Boolean algebra methods for optimizing control circuits in "Smart Home" systems. A practical example of minimizing a logic function for a street lighting system is demonstrated, which allows reducing hardware complexity and increasing system reliability.

Keywords: Boolean algebra, minimization, logic functions, automation, smart home, microcontroller.

Вступ

Сучасні системи домашньої автоматизації «Розумний будинок» базуються на обробці дискретних сигналів від різноманітних сенсорів. Зростання кількості датчиків призводить до ускладнення логіки керування виконавчими механізмами. Пряма реалізація алгоритмів керування без попередньої математичної обробки часто призводить до надмірності програмного коду або апаратної частини. Актуальним завданням є використання методів дискретної математики для синтезу оптимальних логічних схем.

Метою роботи є демонстрація ефективності мінімізації булевих функцій на прикладі проектування підсистеми керування освітленням та безпекою.

Постановка задачі

Розглянемо задачу автоматизації зовнішнього освітлення прибудинкової території. Система повинна активувати прожектор у двох випадках:

1. спрацював датчик руху у темний час доби;
2. спрацював датчик руху при увімкненому режимі «Охорона» (незалежно від освітлення).

Введемо логічні змінні для позначення станів датчиків: А - сигнал датчика руху (1 - рух є, 0 - немає); В - сигнал датчика освітленості (1 - темно, 0 - світло); С - сигнал режиму охорони (1 - увімкнено, 0 - вимкнено); Y - вихідний сигнал керування прожектором.

Математичне моделювання та мінімізація

Математична модель алгоритму у вигляді досконалої диз'юнктивної нормальної форми описується виразом:

$$Y = (A \cdot B) \vee (A \cdot C)$$

Реалізація виразу на апаратному рівні вимагає використання трьох логічних елементів: двох елементів кон'юнкції (AND) та одного елемента диз'юнкції (OR). Для оптимізації схеми застосуємо розподільний закон булевої алгебри:

$$Y = A \cdot (B \vee C)$$

Отриманий вираз є мінімальною формою логічної функції. Його реалізація потребує лише двох логічних операцій.

Аналіз отриманих результатів

Порівняльний аналіз, наведений на рис. 1, показує скорочення кількості логічних зв'язків та елементів. При програмній реалізації на мікроконтролері (наприклад, платформи Arduino або ESP32) це дозволяє скоротити кількість циклів процесора, необхідних для обробки умови, а при апаратній реалізації на ПЛІС зменшити використання логічних комірок.

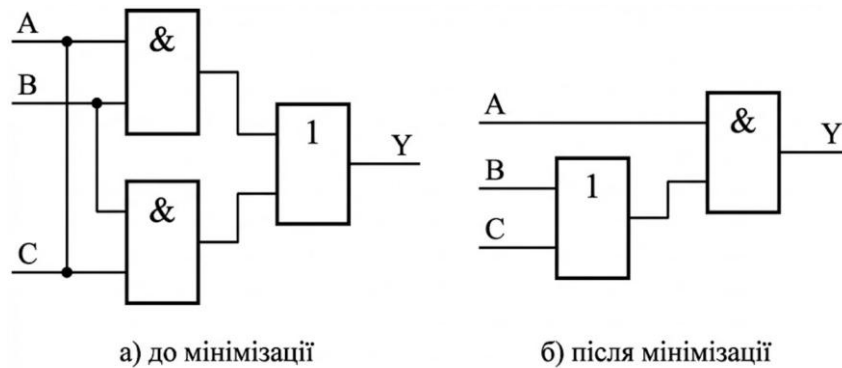


Рисунок 1 - Порівняння логічних схем: а) до мінімізації; б) після мінімізації

Висновки

Застосування методів мінімізації булевих функцій є важливим етапом проектування сучасних систем автоматики. У розглянутому прикладі складність логічного виразу зменшено на 33%, що дозволило скоротити кількість необхідних логічних операцій. Практична цінність роботи полягає в тому, що оптимізація структури призводить до зменшення апаратних витрат (собівартості пристрою) та зниження енергоспоживання, що є критичним для автономних датчиків. Крім того, спрощення логіки підвищує швидкодію програмного коду мікроконтролера та загальну надійність системи «Розумний будинок»

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика : підручник. Київ : Магнолія-2006, 2007. 432 с.
2. Матвієнко М. П., Розен В. П. Комп'ютерна схемотехніка : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 192 с.
3. Roth C. H., Kinney L. L., John E. B. Fundamentals of Logic Design. 8th ed. Boston : Cengage Learning, 2020. 800 p.

Скакун Назарій Сергійович - студент групи ІКІ-25мс, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. e-mail: nazariy135@gmail.com

Науковий керівник: Добровольська Наталія Вікторівна – кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Skakun Nazarii Sergiyovich - Department of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, nazariy135@gmail.com

Supervisor: Dobrovolska Natalia V. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia